Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie)

BVT-Merkblatt "Beste verfügbare Techniken der Intensivhaltung von Geflügel und Schweinen"

Juli 2003

mit ausgewählten Kapiteln in deutscher Übersetzung

Umweltbundesamt
(German Federal Environmental Agency)
National Focal Point - IPPC
Wörlitzer Platz 1
D-06844 Dessau
Tel.: +49 (0)340 2103-0
Fax: + 49 (0)340 2103-2285
E-Mail: nfp-ippc@uba.de (Subject: NFP-IPPC)

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und die 16 Bundesländer haben eine Verwaltungsvereinbarung geschlossen, um gemeinsam eine auszugsweise Übersetzung der BVT-Merkblätter ins Deutsche zu organisieren und zu finanzieren, die im Rahmen des Informationsaustausches nach Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) (Sevilla-Prozess) erarbeitet werden. Die Vereinbarung ist am 10.1.2003 in Kraft getreten. Von den BVT-Merkblättern sollen die für die Genehmigungsbehörden wesentlichen Kapitel übersetzt werden. Auch Österreich unterstützt dieses Übersetzungsprojekt durch finanzielle Beiträge.

Als Nationale Koordinierungsstelle für die BVT-Arbeiten wurde das Umweltbundesamt (UBA) mit der Organisation und fachlichen Begleitung dieser Übersetzungsarbeiten beauftragt.

Die Kapitel des von der Europäischen Kommission veröffentlichten BVT-Merkblattes „Beste verfügbare Techniken der Intensivhaltung von Geflügel und Schweinen“, in denen die Besten Verfügbaren Techniken beschrieben sind (Kapitel 4 und 5), sind im Rahmen dieser Verwaltungsvereinbarung im Auftrag des Umweltbundesamtes übersetzt worden.

Die nicht übersetzen Kapitel liegen in diesem Dokument in der englischsprachigen Originalfassung vor. Diese englischsprachigen Teile des Dokumentes enthalten weitere Informationen (u.a. Emissionssituation der Branche, Technikbeschreibungen etc.), die nicht übersetzt worden sind. In Ausnahmefällen gibt es in der deutschen Übersetzung Verweise auf nicht übersetzte Textpassagen. Die deutsche Übersetzung sollte daher immer in Verbindung mit dem englischen Text verwendet werden.

Die Kapitel „Zusammenfassung“, „Vorwort“, „Umfang“ und „Abschließende Bemerkungen“ basieren auf den offiziellen Übersetzungen der Europäischen Kommission in einer zwischen Deutschland, Luxemburg und Österreich abgestimmten korrigierten Fassung.

Die Übersetzungen der weiteren Kapitel sind ebenfalls sorgfältig erstellt und fachlich durch das Umweltbundesamt und Fachleute der Bundesländer geprüft worden. Diese deutschen Übersetzungen stellen keine rechtsverbindliche Übersetzung des englischen Originaltextes dar. Bei Zweifelsfragen muss deshalb immer auf die von der Kommission veröffentlichte englischsprachige Version zurückgegriffen werden.

Dieses Dokument ist auf der Homepage des Umweltbundesamtes (www.umweltbundesamt.de) (Stichwort „Beste Verfügbare Technik“) abrufbar.

Durchführung der Übersetzung in die deutsche Sprache[1] :

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL e.V.)
Helmut Döhler, Dr. Brigitte Eurich-Menden, Astrid Hilberth, Ursula Roth
Bartningstraße 48, D-64289 Darmstadt
Tel.: +49 6151 7001-0; Fax: +49 6151 7001-123
E-Mail: h.doehler@ktbl.de

---

[1] **Anmerkung des Übersetzers zu synonym verwendeten Bezeichnungen:**

Tierkategorien: Broiler, Masthähnchen bzw. Jungmastgeflügel; leere bzw. deckfähige Sauen; Ferkel führende bzw. säugende Sauen; Aufzuchtferkel bzw. Absetzferkel

Verfahrensbeschreibung Geflügelhaltung: Haltungssystem bzw. Haltungsverfahren; vertikal/übereinander angeordnete Etagenkäfige bzw. Käfigbatterien; Zwangslufttrocknung bzw. Belüftungstrocknung.

Verfahrensbeschreibung Schweinehaltung: Haltungssystem bzw. Haltungsverfahren; Vollspaltenboden bzw. vollperforierter Boden; Teilspaltenboden bzw. teilperforierter Boden; Flüssigmist bzw. Gülle; Dungschieber bzw. Mistschieber oder Kotschieber.

This document is one of a series of foreseen documents as below (at the time of writing, not all documents have been drafted):

Full title	BREF code
Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs	ILF
Reference Document on the General Principles of Monitoring	MON
Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins	TAN
Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry	GLS
Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry	PP
Reference Document on Best Available Techniques on the Production of Iron and Steel	I&S
Reference Document on Best Available Techniques in the Cement and Lime Manufacturing Industries	CL
Reference Document on the Application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems	CV
Reference Document on Best Available Techniques in the Chlor – Alkali Manufacturing Industry	CAK
Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metals Processing Industry	FMP
Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries	NFM
Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry	TXT
Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries	REF
Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry	LVOC
Reference Document on Best Available Techniques in the Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector	CWW
Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry	FM
Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry	SF
Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage	ESB
Reference Document on Best Available Techniques on Economics and Cross-Media Effects	ECM
Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants	LCP
Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animals By-products Industries	SA
Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities	MTWR
Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals	STM
Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries	WT
Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals (Ammonia, Acids and Fertilisers)	LVIC-AAF
Reference Document on Best Available Techniques for Waste Incineration	WI
Reference Document on Best Available Techniques for Manufacture of Polymers	POL
Reference Document on Energy Efficiency Techniques	ENE
Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals	OFC
Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Specialty Inorganic Chemicals	SIC
Reference Document on Best Available Techniques for Surface Treatment Using Solvents	STS
Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals (Solids and Others)	LVIC-S
Reference Document on Best Available Techniques in Ceramic Manufacturing Industry	CER

ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende BVT-Merkblatt (BREF = Best available technique REFerence document) für Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel und Schweinen ist das Ergebnis eines Informationsaustauschs gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/61/EG des Rates. In dieser Zusammenfassung – die im Zusammenhang mit dem Vorwort und insbesondere mit den darin angeführten Zielen, Benutzungsanleitungen und Begriffsbestimmungen gelesen werden sollte – werden die wichtigsten Erkenntnisse sowie die grundlegenden Schlussfolgerungen bezüglich BVT und der damit verbundenen Emissions-/Verbrauchswerte beschrieben. Sie kann als eigenständiges Dokument gelesen und verstanden werden. Allerdings werden – da es sich lediglich um eine Zusammenfassung handelt – nicht alle der im vollständigen BVT-Merkblatt behandelten Aspekte angesprochen. Die Zusammenfassung ist daher nicht als Ersatz für das vollständige BVT-Merkblatt in seiner Funktion als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung hinsichtlich der besten verfügbaren Techniken gedacht.

Anwendungsbereich

Das vorliegende BVT-Merkblatt zum Thema Intensivhaltung von Tieren stützt sich auf Anhang I Nummer 6.6 der IPPC-Richtlinie 96/61/EG zu den „Anlagen zur Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen mit mehr als:
40.000 Plätzen für Geflügel
2.000 Plätzen für Mastschweine (Schweine über 30 kg) oder
750 Plätzen für Sauen.“

Der Begriff „Geflügel“ wird in der Richtlinie nicht näher definiert. Nach einigen Diskussionen in der Technischen Arbeitsgruppe (TAG) wurde festgelegt, dass im Sinne dieses Dokuments unter Geflügel, Legehennen, Jungmastgeflügel (auch Broiler, Masthähnchen bzw. Masthühner genannt), Puten, Enten und Perlhühner zu verstehen sind. Allerdings wird nur die Haltung von Legehennen und Jungmastgeflügel näher beleuchtet, da über Puten, Enten und Perlhühner keine entsprechenden Informationen vorliegen. Der Begriff Schweineproduktion umfasst die Haltung von Ferkeln (gemeint ist die Aufzucht abgesetzter Ferkel bis zum Beginn der Mast) sowie deren Vor-/Endmast, die bei einem Gewicht zwischen 25 und 35 kg Lebendgewicht beginnt. Die Haltung von Sauen umfasst deckfähige, trächtige und säugende Sauen und Jungsauen.

Struktur des Industriezweigs

Landwirtschaft im Allgemeinen

Der Landwirtschaftssektor war und ist nach wie vor durch eine große Zahl von Familienbetrieben gekennzeichnet. Bis in die sechziger Jahre und sogar noch zu Beginn der siebziger Jahre war die Geflügel- und die Schweineproduktion nur ein Teil der Tätigkeit von Gemischtbetrieben, die Kulturpflanzen anbauten und verschiedene Tierarten hielten. Das Futter wurde im Betrieb angebaut bzw. in der Region angekauft; die anfallenden Wirtschaftsdünger wurden als Düngemittel dem Boden wieder zugeführt. Heute gibt es in der EU nur noch eine sehr geringe Zahl solcher Betriebe, da die steigende Marktnachfrage, die Entwicklung des genetischen Materials und der Betriebsmittel sowie die Verfügbarkeit relativ günstiger Futtermittel, die Landwirte zur Spezialisierung ermutigt haben. Als Folge davon sind Bestands- und Betriebsgrößen ständig gewachsen. Dies war der Beginn der Intensivtierhaltung.

Im Rahmen der Arbeiten wurden auch Fragen des Tierschutzes und die Entwicklungen in diesem Bereich berücksichtigt, wenngleich diese nicht im Vordergrund standen. Ergänzend zu den bestehenden EU-Rechtsvorschriften wird die Diskussion des Themas Tierschutz weiter fortgesetzt. Einige Mitgliedstaaten verfügen bereits über verschiedene Verordnungen in diesem Bereich und stellen Anforderungen an die Haltungsverfahren, die über die bestehenden Vorschriften hinausgehen.

Geflügel

Europa ist mit einem Anteil von 19 % an der Weltproduktion der zweitgrößte Erzeuger von Hühnereiern. Es wird davon ausgegangen, dass sich dies in den kommenden Jahren nicht wesentlich ändern wird. In allen Mitgliedstaaten werden Eier produziert, die für den Verbrauch durch den Menschen bestimmt sind. Der größte Produzent von Eiern in der EU-15 ist Frankreich (17 % der Eierproduktion), gefolgt von Deutschland (16 %), Italien und Spanien (jeweils 14 %) sowie – dicht dahinter – von den Niederlanden (13 %). Von den

ausführenden Mitgliedstaaten sind die Niederlande mit 65 % ihrer Gesamtproduktion der größte Exporteur, gefolgt von Frankreich, Italien und Spanien. In Deutschland dagegen übersteigt der Verbrauch die Produktion. Die meisten der für den Verbrauch bestimmten Eier (rund 95 %), die in der EU-15 erzeugten werden, werden in der Gemeinschaft selbst verbraucht.

Der größte Teil der Legehennen wird in der EU-15 in Käfigen gehalten, obwohl insbesondere in den nördlichen Ländern Europas die Eiererzeugung in Nichtkäfighaltung in den letzten zehn Jahren erheblich an Popularität gewonnen hat. So wurden beispielsweise im Vereinigten Königreich, in Frankreich, Österreich, Schweden, Dänemark und den Niederlanden zunehmend Eier in Haltungsverfahren wie beispielsweise Volieren, Bodenhaltung mit unterschiedlich großen eingestreuten Flächen bzw. Freilandhaltung produziert. Die Tiefstreuhaltung ist in allen Mitgliedstaaten die beliebteste Form der Nichtkäfighaltung, mit Ausnahme Frankreichs, Irlands und des Vereinigten Königreichs, wo die halbintensive und die Freilandhaltung bevorzugt werden.
Die Zahl der Legehennen, die in den einzelnen Betrieben gehalten werden, ist äußerst unterschiedlich und schwankt zwischen einigen wenigen Tausend bis zu mehreren Hunderttausend. In den einzelnen Mitgliedstaaten dürfte jeweils nur eine relativ geringe Zahl von Betrieben in den Anwendungsbereich der IPPC-Richtlinie fallen, also etwas mehr als 40 000 Stück Legehennen halten. Insgesamt liegen in der EU-15 knapp 2000 Betriebe über dieser Schwelle.
Der größte Erzeuger von Geflügelfleisch in EU-15 (2000) ist Frankreich (26 % der Geflügelfleischproduktion der EU-15), gefolgt von dem Vereinigten Königreich (17 %), Italien (12 %) und Spanien (11 %). Einige Länder sind eindeutig exportorientiert, beispielsweise die Niederlande, dort werden 63 % der Produktion nicht im Inland verbraucht. Dies gilt auch für Dänemark, Frankreich und Belgien, wo 51 %, 51 % bzw. 31 % der Produktion nicht im Erzeugungsland selbst konsumiert werden. In anderen Ländern dagegen übersteigt der Verbrauch die Produktion. Deutschland, Griechenland und Österreich importieren 41 %, 21 % bzw. 23 % ihres Gesamtverbrauchs.
Die Produktion von Geflügelfleisch ist seit 1991 ständig gestiegen. Die größten EU-Produzenten (Frankreich, UK, Italien und Spanien) verzeichnen alle einen Anstieg in der Geflügelfleischerzeugung.
Jungmastgeflügel wird im Allgemeinen nicht in Käfigen gehalten, obwohl es auch hier Käfighaltungsverfahren gibt. Der größte Teil der Geflügelfleischerzeugung erfolgt auf eingestreuten Böden im Rein-Raus-Verfahren. In Europa gibt es zahlreiche Jungmastgeflügelbetriebe mit mehr als 40.000 Plätzen, die somit in den Anwendungsbereich der IPPC-Richtlinie fallen.

Schweine

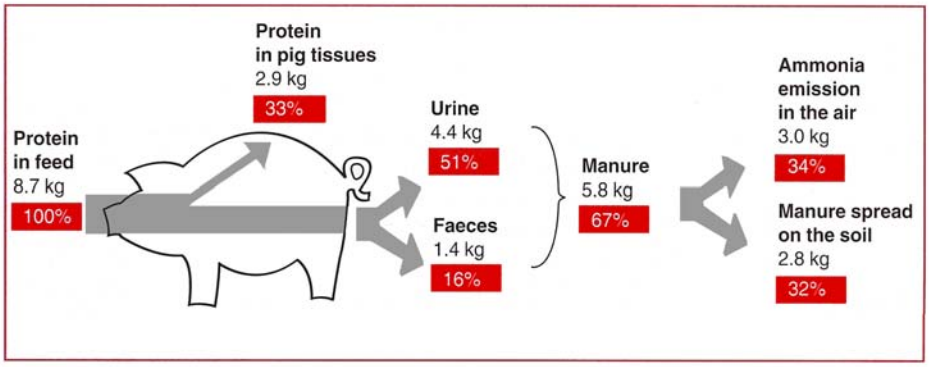
Der Anteil der EU-15 an der weltweiten Schweinefleischproduktion liegt bei rund 20 % (als Vergleichsbasis dient das Schlachtkörpergewicht). Der größte Erzeuger von Schweinefleisch ist Deutschland (20 %), gefolgt von Spanien (17 %), Frankreich (13 %), Dänemark (11 %) und den Niederlanden (11 %). Zusammen erzeugen diese Länder mehr als 70 % der Binnenproduktion der EU-15, die ein Nettoexporteur von Schweinefleisch ist, d. h. es werden nur geringe Mengen Fleisch in die EU importiert. Allerdings ist nicht jeder Großerzeuger gleichzeitig auch Nettoexporteur – Deutschland beispielsweise hat 1999 rund doppelt so viel Fleisch importiert wie exportiert.
In der EU-15 ist die Schweineproduktion zwischen 1997 und 2000 um 15% gestiegen. Der gesamte Schweinebestand belief sich im Dezember 2000 auf 122,9 Millionen, was gegenüber 1999 einen Rückgang um 1,2% bedeutete.
Die Größe der Schweinehaltungsbetriebe ist sehr unterschiedlich. In der EU-15 werden 67 % der Sauen in Einheiten von mehr als 100 Tieren gehalten. In Belgien, Dänemark, Frankreich, Irland, Italien, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich liegt diese Zahl bei über 70 %. In Österreich, Finnland und Portugal sind kleinere Einheiten vorherrschend.

Der größte Teil der Mastschweine (81 %) wird in Einheiten mit über 200 Tieren gehalten; mehr als 63 % von diesen Betrieben halten über 400 Schweine. 31 % der Mastschweine werden in Betrieben mit mehr als 1000 Schweinen aufgezogen. In Italien, im Vereinigten Königreich und in Irland zeichnet sich dieser Industriezweig durch Einheiten mit über 1000 Mastschweinen aus. In Deutschland, Spanien, Frankreich und den Niederlanden wird ein erheblicher Anteil der Schweine in Einheiten zwischen 50 und 400 Mastschweinen gehalten. Aus diesen Zahlen wird ersichtlich, dass die IPPC-Richtlinie nur auf eine relativ kleine Zahl von Betrieben Anwendung finden wird.
Für die Bewertung der Verbrauchs- und Emissionswerte der Schweinehaltung ist die Kenntnis des jeweils angewandten Produktionsverfahrens unerlässlich. Aufzucht und Endmast sind in der Regel auf ein

Schlachtgewicht von 90 - 95 kg (UK), 100 – 110 kg (andere Mitgliedstaaten) bzw. 150 – 170 kg (Italien) ausgerichtet; diese Gewichte werden in unterschiedlichen Zeiträumen erreicht.

Umweltauswirkungen des Industriezweigs

Der wichtigste ökologische Aspekt der Intensivtierhaltung ist, dass die Tiere Futtermittel im Stoffwechsel umsetzen und nahezu alle Nährstoffe über den Kot/Harn wieder ausscheiden. In der Schweinemast sind die Zusammenhänge zwischen Stickstoffaufnahme, -verwertung und –verlust wohl bekannt und in Abbildung 1 grafisch dargestellt. Leider liegt für Geflügel keine solche Darstellung vor.



Protein in feed = Protein im Futtermittel, Protein in pig tissues = Protein im Gewebe der Schweine, Urine = Harn, Faeces = Kot, = Wirtschaftsdünger, Ammonia emission in the air = Ammoniakemissionen in die Luft, Manure spread on the soil = Auf den Boden ausgebrachter Wirtschaftsdünger

Abbildung 1: Verbrauch, Verwertung und Verlust von Proteinen bei der Erzeugung eines Schweins von 108 kg Lebendmasse

Die Intensivtierhaltung geht mit einer hohen Besatzdichte je Flächeneinheit einher. Hohe Tierbestandszahlen bedingen große Mengen anfallenden Wirtschaftsdüngers. Wenn die Viehbestände in bestimmten Regionen konzentriert sind (hohe Viehdichte), kann die Nährstoffmenge die über die tierischen Ausscheidungen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen gelangt die Düngermenge übersteigen, die für die Versorgung der Ackerflächen und des Grünlands benötigt wird.

In den meisten Ländern konzentriert sich die Schweineproduktion auf bestimmte Regionen. In den Niederlanden sind dies beispielsweise die südlichen Provinzen. In Belgien gibt es eine starke Konzentration in Westflandern. In Frankreich konzentriert sich die intensive Schweinehaltung auf die Bretagne, in Deutschland auf den Nordwesten des Landes. In Italien befindet sich das Zentrum der Schweineproduktion in der Po-Ebene, in Spanien liegt dieses in Katalonien und in Galizien. In Portugal konzentriert sich die Schweineproduktion im Norden des Landes. Die höchsten Besatzdichten werden aus den Niederlanden, Belgien und Dänemark gemeldet.

Die Angaben zu der Konzentration der Tiererzeugung auf regionaler Ebene gelten als ein guter Indikator für die potenziellen Umweltprobleme einer Region. Dies wird in der Abbildung 2 verdeutlicht, die Probleme aufzeigt wie: Versauerung (NH_3, SO_2, NO_x), Eutrophierung (N, P), örtliche Belästigungen (Geruch, Lärm) und diffuse Verbreitung von Schwermetallen und Pestiziden.

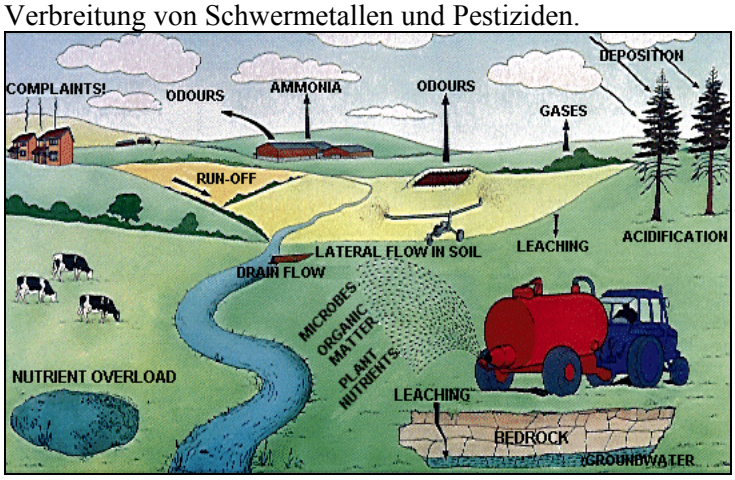


Abbildung 2: Grafische Darstellung der mit der Intensivtierhaltung verbundenen Umweltprobleme

Complaints	Beschwerden
Odours	Gerüche
Ammonia	Ammoniak
Gases	Gase
Deposition	Deposition
Run-off	Oberflächenabfluss
Drain flow	Abfluss
Lateral flow in soil	Lateraler Fluss im Boden
Leaching	Auswaschung
Acidification	Versauerung
Nutrient overload	Nährstoffüberfrachtung
Microbes	Mikroben
Organic matter	Organische Stoffe
Plant nutrients	Pflanzennährstoffe
Bedrock	Sedimentgestein
Groundwater	Grundwasser

Angewandte Verfahren und BVT in Betrieben mit Intensivtierhaltung

Im Allgemeinen werden in Betrieben mit Intensivtierhaltung folgende Tätigkeiten ausgeübt:

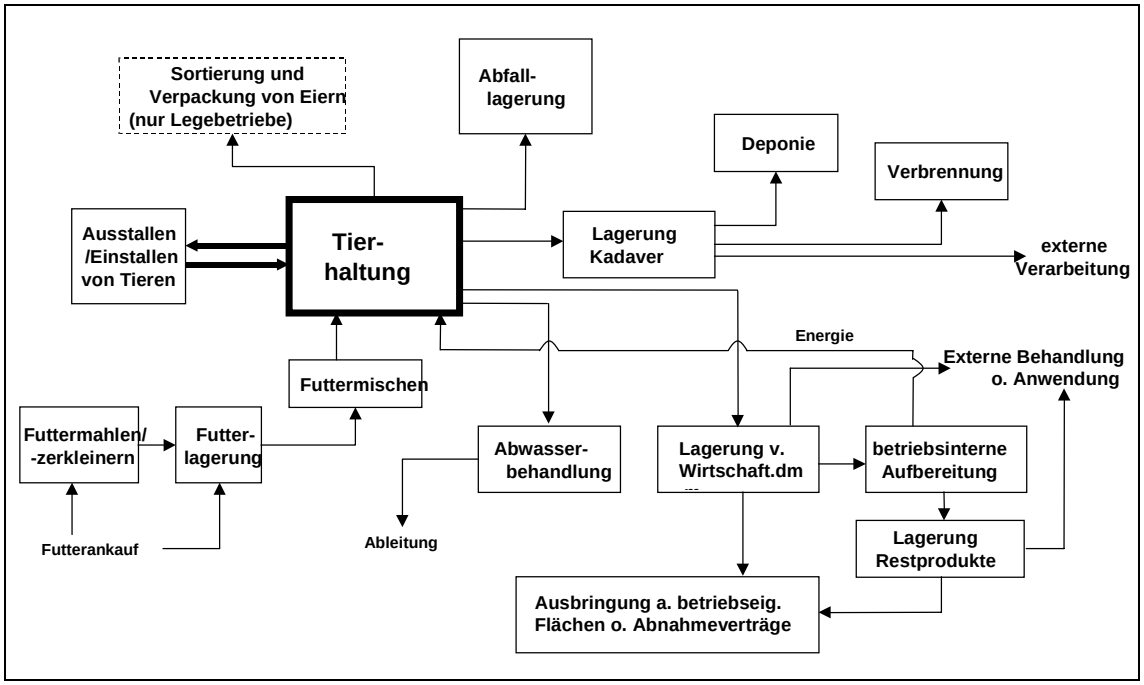


Abbildung 3: Betriebsablaufschema der Intensivtierhaltung

Das zentrale Umweltproblem der Intensivtierhaltung ist der Anfall von Fest- und Flüssigmist (= Wirtschaftsdünger). Dies spiegelt sich auch in der Reihenfolge der Darstellung der betriebsinternen Tätigkeiten in den Kapiteln 4 und 5 dieses Dokuments wider, beginnend mit der guten landwirtschaftlichen Praxis, gefolgt von den Fütterungsstrategien zur Beeinflussung der Eigenschaften und der Zusammensetzung des Wirtschaftsdüngers, den Methoden zur Entmistung der Stallungen, der Lagerung und der Behandlung des Wirtschaftsdüngers sowie deren Ausbringung auf landwirtschaftlich genutze Flächen. Auch andere Umweltaspekte wie Abfallentstehung, Energie- und Wasserverbrauch, Abwasseranfall und Lärmemissionen werden behandelt, wenn auch weniger umfassend.

Bei den Untersuchungen wurde Ammoniak die größte Aufmerksamkeit geschenkt, da es eine Schlüsselstellung bei den Luftschadstoffen einnimmt und den größten Anteil an den Emissionen ausmacht. Fast alle Informationen, die über die Verringerung von Emissionen aus Tierhaltungsverfahren vorliegen, beziehen sich auf die Minderung der Ammoniakemissionen. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Techniken, die eine Minderung der Ammoniakemissionen bewirken, auch z.T. Emissionen anderer gasförmiger Stoffe verringern werden. Andere Auswirkungen auf die Umwelt ergeben sich aus den Emissionen von Stickstoff und Phosphor in Boden, Oberflächen- bzw. Grundwasser. Diese sind auf die Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftliche Flächen zurückzuführen. Die Maßnahmen zur Verringerung dieser Emissionen sind nicht

auf die Lagerung, Behandlung oder Verwertung der Wirtschaftsdünger beschränkt. Sie erstrecken sich vielmehr auf die gesamte Verfahrenskette und umfassen auch Maßnahmen zur Minderung des Wirtschaftsdüngeranfalls.

In den folgenden Abschnitten werden die angewandten Verfahren und die Schlussfolgerungen hinsichtlich der BVT für die Geflügel- und Schweinehaltung zusammengefasst.

Gute landwirtschaftliche Praxis in der Intensivhaltung und –aufzucht von Schweinen und Geflügel

Die gute landwirtschaftliche Praxis ist ein wesentlicher Bestandteil von BVT. Auch wenn es schwierig ist, die Vorteile für die Umwelt zu quantifizieren, die eine Verringerung von Emissionen oder eine Verringerung des Energie- und Wasserverbrauchs mit sich bringen, liegt auf der Hand, dass eine bewusste Betriebsführung zu einer verbesserten Umweltleistung intensiver Geflügel- oder Schweinehaltungsbetriebe führen wird. Vor dem Hintergrund des Ziels, die allgemeine Umweltleistung von Betrieben mit intensiver Tierhaltung zu verbessern, entspricht es der BVT, jede der folgenden Maßnahmen umzusetzen:

- Ermittlung und Durchführung von Maßnahmen zur allgemeinen und beruflichen Bildung der Beschäftigten in landwirtschaftlichen Betrieben
- Aufzeichnungen über den Wasser- und Energieverbrauch, die verbrauchten Futtermengen, die Abfallentstehung und die Ausbringung von Mineral- und Wirtschaftsdünger auf die Felder
- Bereithaltung eines Notfallplans für unvorhergesehene Emissionen bzw. Störfälle
- Umsetzung eines Reparatur- und Instandhaltungsprogramms, um sicherzustellen, dass sich die Bauten und die Ausstattung in gutem Zustand befinden und die Anlagen sauber gehalten werden
- sachgerechte Planung der Aktivitäten vor Ort, wie beispielsweise die Anlieferung von Material und der Abtransport von Produkten und Abfällen
- sachgerechte Planung der Ausbringung des Wirtschaftsdüngers.

Fütterungsstrategien für Geflügel und Schweine

Die Zusammensetzung der Futtermittel für Geflügel ist nicht nur von Anlage zu Anlage, sondern auch zwischen den einzelnen Mitgliedstaaten äußerst unterschiedlich. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass es sich um Mischungen unterschiedlicher Futterkomponenten wie Getreide, Samen, Sojabohnen und Zwiebeln, Kartoffeln, Wurzelknollen oder Hackfrüchte sowie Produkte tierischen Ursprungs handelt (z.B. Fischmehl, Fleisch- und Knochenmehl[2], Milchprodukte) handelt. Die wichtigsten Inhaltsstoffe von Schweinefutter sind Getreide und Soja.
Eine effektive Fütterung von Tieren zielt darauf ab, diese mit der notwendigen Nettoenergie, mit essentiellen Aminosäuren, Mineralien, Spurenelementen und Vitaminen für optimales Wachstum, sowie eine gute Mast- oder Reproduktionsleistung zu versorgen. Die Zusammenstellung von Schweinefutter ist eine höchst komplexe Angelegenheit, dabei sind Faktoren wie Lebendgewicht und Reproduktionsphase entscheidend. Flüssigfutter wird neben Trockenfutter und Futtermischungen am häufigsten verwendet.
Abgesehen von dem Bestreben, die Futterzusammensetzung entsprechend dem Bedarf der Tiere zur Verfügung zu stellen, werden auch in Abhängigkeit von den verschiedenen Phasen des Produktionszyklus unterschiedliche Futtermittel eingesetzt. Der Tabelle 1.1 sind die verschiedenen Kategorien und die Zahl der Fütterungsphasen zu entnehmen, die am häufigsten eingesetzt werden und bei denen es sich um BVT handelt.
Eine Technik, die angewandt wird, um die Ausscheidung von Nährstoffen (N und P) über den Wirtschaftsdünger von Schweinen und Geflügel zu verringern, ist das sogenannte „Nährstoffmanagement“. Dieses zielt darauf ab, die Futtermittel möglichst nah am Bedarf der Tiere in den verschiedenen Haltungsabschnitten zu orientieren und somit den Stickstoffverlust aufgrund von Stickstoffabbau bzw. Ausscheidungen von unverdautem Stickstoff zu verringern. Die Phasenfütterung beinhaltet eine Rationsberechnung auf der Grundlage der verdaulichen/verfügbaren Nährstoffe, den Einsatz gering eiweißhaltiger Futtermittel, die durch Aminosäuren ergänzt werden, den Einsatz gering phosphorhaltiger Futtermittel unter Zugabe von Phytasen oder den Einsatz von Futtermitteln mit hoch verdaulichen anorganischen Futterphosphaten. Darüber hinaus kann die Futtereffizienz u.U. auch durch den Einsatz bestimmter Futtermittelzusatzstoffe (beispielsweise von Enzymen) erhöht und die Nährstoffverwertung verbessert werden. Dies wiederum hat eine Verringerung der im Wirtschaftsdünger vorhandenen Nährstoffe zur Folge.

[2] Fütterungsverbot gemäß EU-VO EG 1774/2002

Bei Schweinen kann – in Abhängigkeit von der Rasse/dem Genotyp und dem ursprünglichen Ausgangswert – eine Verringerung des Rohproteingehalts um 2 bis 3 % (20 bis 30 g/kg Futtermittel) erreicht werden; bei Geflügel entspricht dies 1 bis 2 % (10 bis 20 g/kg Futtermittel). Der Rohproteingehalt, der jeweils als BVT definiert wird, ist Tabelle 1 zu entnehmen. Die in der Tabelle 1.1 aufgeführten Werte sind Anhaltswerte, da sie u. a. vom Energiegehalt des jeweiligen Futtermittels abhängig sind. Aus diesem Grunde kann es auch erforderlich sein, die Werte den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten entsprechend anzupassen. In einer Reihe von Mitgliedstaaten beschäftigen sich verschiedene Forschungsarbeiten mit anderen Fütterungsverfahren, deren Ergebnisse in Zukunft möglicherweise eine weitere Verringerung von Nährstoffausscheidungen bewirken werden in Abhängigkeit von den Auswirkungen der Veränderungen bei den Genotypen.
Was Phosphor betrifft, entspricht es BVT, die Tiere (Geflügel und Schweine) sukzessiv mit unterschiedlichen Futtermitteln mit immer geringeren Gesamtphosphorgehalten zu füttern (Phasenfütterung). Hier müssen leicht verdauliche anorganische Futterphosphate und/oder Phytasen zugegeben werden, um eine ausreichende Versorgung mit verdaulichem Phosphor zu gewährleisten.
Bei Geflügel kann durch den Zusatz hoch verdaulicher anorganischer Futterphosphate und/oder Phytasen eine Verringerung des Gesamtphosphorgehalts von 0,05 bis 0,1 % (0,5 bis 1 g/kg Futtermittel) erreicht werden (in Abhängigkeit von der Rasse/dem Genotyp, dem Einsatz von Futterrohstoffen und dem ursprünglichen Ausgangswert). Bei Schweinen beträgt diese Verringerung 0,03 bis 0,07 % (0,3 bis 0,7 g/kg Futtermittel). Die daraus resultierende Spanne im Gesamtphosphorgehalt des Futtermittels ist der Tabelle 1.1 zu entnehmen. Was die Schweine betrifft, sind die in der Tabelle angeführten BVT-Werte ebenfalls nur Anhaltswerte, da sie u. a. vom Energiegehalt des jeweiligen Futtermittels abhängig sind. Aus diesem Grunde kann es auch erforderlich sein, die Werte den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten entsprechend anzupassen. In einer Reihe von Mitgliedstaaten beschäftigen sich verschiedene Forschungsarbeiten mit anderen Fütterungsverfahren, deren Ergebnisse in Zukunft möglicherweise eine weitere Verringerung von Nährstoffausscheidungen bewirken werden, in Abhängigkeit von den Auswirkungen der Veränderungen bei den Genotypen.

Tierart	**Phase**	**Rohproteingehalt (Anteil am Futtermittel in %)** [1)]	**Gesamtphosphorgehalt (Anteil am Futtermittel in %)** [2)]	**Anmerkung**
Jungmastgeflügel	Starter	20 – 22	0,65 – 0,75	1) mit gezielt ausgewogener und optimal verdaulicher Aminosäure-ergänzung und 2) mit entsprechend verdaulichem Phosphor durch Einsatz von z. B. hoch verdaulichen anorganischen Futterphosphaten und/oder Phytasen
	Mast	19 – 21	0,60 – 0,70	
	Endmast	18 – 20	0,57 – 0,67	
Pute	<4 Wochen	24 – 27	1,00 – 1,10	
	5 – 8 Wochen	22 – 24	0,95 – 1,05	
	9 – 12 Wochen	19 – 21	0,85 – 0,95	
	13+ Wochen	16 – 19	0,80 – 0,90	
	16+ Wochen	14 – 17	0,75 – 0,85	
Legehenne	18 – 40 Wochen	15,5 – 16,5	0,45 – 0,55	
	40+ Wochen	14,5 – 15,5	0,41 – 0,51	
Ferkel	<10 kg	19 – 21	0,75 – 0,85	
Ferkel	<25 kg	17,5 – 19,5	0,60 – 0,70	
Mastschwein	25 – 50 kg	15 – 17	0,45 – 0,55	
	50 – 110 kg	14 – 15	0,38 – 0,49	
Sau	Trächtigkeit	13 – 15	0,43 – 0,51	
	Säugezeit	16 – 17	0,57 – 0,65	

Tabelle 1.1: Anhaltswerte für Rohproteingehalte von BVT-Futtermitteln für Geflügel und Schweine

Haltungsverfahren für Geflügel; Legehennen

Die meisten Legehennen werden noch immer in Käfigen gehalten. Das konventionelle Haltungsverfahren ist eine Legebatterie mit einem offenen Kotkeller unterhalb der Käfige. Allerdings handelt es sich bei den meisten heute eingesetzten Techniken um eine Verbesserung dieses Verfahrens. Voraussetzung für eine Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Käfighaltung ist eine häufige Entmistung. Auch durch die Trocknung des Kots werden die Emissionen reduziert, da chemische Reaktionen verhindert werden. Je schneller der Kot getrocknet wird, desto geringer sind die Emissionen von Ammoniak. Durch eine Kombination aus häufiger Entmistung und Trocknung (Belüftung) des Kots werden die höchsten Ammoniakemissionsminderungen aus dem Stall erzielt und gleichzeitig auch die Emissionen bei der Wirtschaftsdüngerlagerung reduziert. Allerdings ist damit eine geringfügige Erhöhung der Energiekosten verbunden. Die herkömmlichen Käfighaltungsverfahren, die als BVT betrachtet werden, sind:

- Käfighaltungsverfahren mit (mindestens zweimal wöchentlicher) Entmistung über Kotbänder, die

diesen Kot in eine geschlossene Lagervorrichtung befördern;
- vertikal angeordnete Etagenkäfige mit Kotband und Zwangslufttrocknung; der Kot wird mindestens einmal pro Woche entfernt und in ein geschlossenes Kotlager befördert
- vertikal angeordnete Etagenkäfige mit Kotband und mit Wedel-Belüftung mit Fächer-System; der Kot wird mindestens einmal pro Woche entfernt und in ein geschlossenes Kotlager befördert
- vertikal angeordnete Etagenkäfige mit Kotband und verbesserter Zwangslufttrocknung; der Kot wird mindestens einmal pro Woche entfernt und in ein geschlossenes Kotlager befördert
- vertikal angeordnete Etagenkäfige mit Kotband und Trocknungstunnel oberhalb der Käfige; der Kot wird nach 24 bis 36 Stunden in ein geschlossenes Kotlager befördert.

Das Käfighaltungsverfahren mit belüftetem offenen Kotkeller (auch als Kotkellerstall bekannt) kann nur bedingt als BVT bezeichnet werden. In Regionen mit überwiegend mediterranem Klima ist dieses Verfahren BVT. In Regionen mit sehr viel geringeren Durchschnittstemperaturen kann diese Technik wesentlich höhere Ammoniakemissionen zur Folge haben und daher nicht als BVT bezeichnet werden, sofern keine Trocknung des Kots in der Grube vorgesehen ist.

Aufgrund der Anforderungen der Richtlinie 1999/74/EG über die Haltung und das Wohlbefinden von Legehennen (Legehennenrichtlinie) werden die oben genannten Käfighaltungsverfahren in Zukunft verboten sein. So wird ab 2003 der Bau solcher konventionellen Käfighaltungsverfahren untersagt; ab 2012 gilt ein völliges Verbot des Einsatzes solcher Käfighaltungsverfahren. Allerdings wird 2005 über eine eventuelle Überarbeitung dieser Richtlinie entschieden. Diese Entscheidung wird von den Ergebnissen verschiedener Untersuchungen und den fortlaufenden Verhandlungen abhängen.
Das Verbot konventioneller Käfighaltungsverfahren wird die Landwirte zwingen, auf sogenannte ausgestaltete Käfige oder Nicht-Käfighaltungsverfahren (= Alternative Haltungsverfahren) umzustellen. Derzeit werden verschiedene Verfahren sogenannter ausgestalteter Käfige entwickelt. Leider liegen bisher nur wenige Informationen vor. Allerdings ist zukünftig der ausgestaltete Käfig das einzige Käfighaltungsverfahren, das ab 2003 für neue Anlagen genehmigungsfähig ist. Bei den alternativen Haltungsverfahren gelten als BVT:
- Bodenhaltung (mit oder ohne Belüftung des Kots)
- Bodenhaltung mit perforierten Böden und Belüftung des Kots
- Volierensysteme mit oder ohne Freilandauslauf bzw. Außenscharrraum

Aus den Informationen, die im Hauptteil des vorliegenden BVT-Merkblattes zu allen oben genannten Haltungsverfahren aufgeführt werden, wird ersichtlich, dass eine Verbesserung des Wohlbefindens der Tiere die Möglichkeiten zur Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Legehennenhaltung einschränken.

Haltungsverfahren für Geflügel; Jungmastgeflügel

Jungmastgeflügel in Intensivhaltung wird traditionell in einfachen geschlossenen Beton- oder Holzgebäuden gehalten, die natürlich beleuchtet oder aber fensterlos mit künstlicher Beleuchtung, wärmeisoliert und zwangsbelüftet sind. Ferner werden Gebäude mit offenen Seitenwänden verwendet (Fenster mit jalousie-ähnlichen Vorhängen). Die Zwangsbelüftung (Unterdruckprinzip) erfolgt über Ventilatoren und Lufteinlasskanäle. Die Tiere werden auf Böden mit Einstreu (in der Regel Strohhäcksel, aber auch Hobelspäne und Papierschnitzel) gehalten. Der Kot wird zum Ende eines jeden Mastdurchgangs entfernt. Beim Jungmastgeflügel liegt die Besatzdichte in der Regel bei 18 bis 24 Tieren pro m^2; der gesamte Stall kann zwischen 20.000 und 40.000 Tiere erfassen. Neue Rechtsvorschriften zum Tierschutz sollen die zulässige Besatzdichte in der Jungmastgeflügelhaltung begrenzen.
Um die Ammoniakemissionen aus den Haltungsverfahren zu reduzieren, sollte feuchte Einstreu vermieden werden. Aus diesem Grunde wurde ein neues Niedrigemissions-Haltungsverfahren (VEA-System) entwickelt, wobei der Isolierung der Gebäude, der Tränkeanlage (Vermeidung von Tropfwasser) und der Verwendung von Hobelspänen/Sägemehl besonderes Augenmerk gewidmet wurde. Allerdings musste festgestellt werden, dass die Emissionen denen traditioneller Haltungsverfahren entsprachen. Daher wurden für Jungmastgeflügel folgende Haltungsverfahren zu BVT erklärt:
- natürlich belüftete Ställe, deren gesamte Bodenfläche mit Einstreu bedeckt ist und die mit nicht tropfenden Tränkeeinrichtungen ausgestattet sind,
- gut isolierte zwangsbelüftete Ställe (Ventilatoren), deren gesamte Bodenfläche mit Einstreu bedeckt ist und die mit nicht tropfenden Tränkeeinrichtungen ausgestattet sind (VEA-System).

Einige neu entwickelte Verfahren sehen ein Lufttrocknungssystem vor, mit dem das Kot/Einstreugemisch getrocknet wird. So wird im Vergleich zu traditionellen Haltungsverfahren eine erhebliche Verringerung der Ammoniakemissionen (83 – 94 %) erzielt. Allerdings sind diese Verfahren recht kostspielig, verbrauchen mehr

Energie und haben eine verstärkte Staubentwicklung zur Folge. Sofern diese Verfahren jedoch bereits installiert wurden, sind sie als BVT zu betrachten. Zu diesen Techniken zählen:

- ein Verfahren mit perforierten Böden und Belüftung
- ein Etagenboden mit Belüftung
- ein Etagenkäfigverfahren mit entfernbaren Käfigseiten und Belüftung des Kots.

In der Regel gibt es in den Ställen für Jungmastgeflügel ein Verfahren zur Lufterwärmung. Dabei kann es sich u. a. um das „Combideck-Verfahren" handeln, bei dem die Böden und das, was sich auf ihnen befindet (z. B. Einstreu), erwärmt werden. Das Verfahren besteht aus einer Wärmepumpe, einer unterirdischen aus Rohren bestehenden Speichervorrichtung, und einer 2 – 4 Meter unter dem Boden liegenden Schicht isolierter Leitungen (verlegt im Abstand von jeweils 4 cm). Das Verfahren verfügt über zwei Wasserkreisläufe: der eine dient der Stallerwärmung, der andere als unterirdische Speichervorrichtung. Beide Kreisläufe sind geschlossen und über eine Wärmepumpe miteinander verbunden. In Jungmastgeflügelställen werden die Heizleitungen in einer isolierten Schicht unter dem Betonboden (10 - 12 cm) verlegt. In Abhängigkeit von der Temperatur des Wassers, das durch die Leitungen fließt, werden Boden und Einstreu erwärmt bzw. gekühlt.
Dieses Combideck-Verfahren, das auch als energiesparendes Verfahren gepriesen wird, kann nur bedingt als BVT bezeichnet werden. Es kann eingesetzt werden, sofern die örtlichen Gegebenheiten dies zulassen, z. B. die Bodenbedingungen den Einbau geschlossener unterirdischer Speichervorrichtungen für das Umlaufwasser zulassen. Das Verfahren wird derzeit nur in den Niederlanden und in Deutschland in einer Tiefe von 2 – 4 Metern eingesetzt. Es ist noch nicht bekannt, ob dieses Verfahren ebenso erfolgreich in Regionen eingesetzt werden kann, wo die Frostperioden länger und härter sind bzw. wo das Klima sehr viel wärmer ist und die Abkühlung des Bodens nicht ausreichen könnte.

Haltungsverfahren für Schweine; allgemeine Bemerkungen

Zunächst werden einige allgemeine Anmerkungen zur Haltung von Schweinen gemacht. Anschließend folgt eine detaillierte Beschreibung der bestehenden Haltungsverfahren und der BVT für die Haltung von deckfähigen und trächtigen Sauen, von Mastschweinen (Vormast/Endmast), säugenden Sauen und Absetzferkeln.
Die Konstruktion von Schweineställen zur Verringerung der Ammoniakemissionen in die Luft, wie sie in Kapitel 4 beschrieben sind, orientiert sich im wesentlichen an einigen bzw. allen folgenden Grundsätzen:

- Verringerung der Fläche der Kotbereiche, von denen Emissionen ausgehen
- Entfernung des Wirtschaftsdüngers aus dem Stallbereich (den Flüssigmistkanälen) in ein Außenlager
- Einsatz zusätzlicher Behandlungsmaßnahmen (z. B. Belüftung), um Spülflüssigkeit zu erhalten
- Kühlung der Flüssigmistoberfläche
- Verwendung von glatten, leicht zu reinigenden Oberflächen für perforierte Böden (beispielsweise für Roste und Flüssigmistkanäle.

Beim Bau von perforierten Böden werden Beton, Metall und Kunststoff eingesetzt. Generell kann gesagt werden, dass der Flüssigmistablauf von Betonelementen länger dauert, als dies bei Metall- oder Kunststoffelementen mit identischem Rostenabstand der Fall ist. Dies geht mit verstärkten Ammoniakemissionen einher. An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass in einigen Mitgliedstaaten die Verwendung von Metallrosten untersagt ist.
Die häufige Entmistung durch Spülungen mit Flüssigmist führt vorübergehend zu höchsten Geruchsemissionen, und zwar bei jedem Spülvorgang. In der Regel werden solche Spülungen zweimal pro Tag (morgens und abends) durchgeführt. Die dadurch entstehenden verstärkten Geruchsemissionen können für die Nachbarschaft eine erhebliche Belästigung darstellen. Darüber hinaus erfordert eine weitere Behandlung des Flüssigmistes einen zusätzlichen Energieeinsatz. All diese medienübergreifenden Wirkungen sind bei der Festlegung von BVT für die verschiedenen Stallkonstruktionen berücksichtigt worden.
Was die Einstreu (in der Regel Stroh) in Schweineställen betrifft, so ist davon auszugehen, dass diese aufgrund des gestiegenen Bewusstseins für das Wohlbefinden der Tiere in der gesamten Gemeinschaft zunehmend eingesetzt werden wird. Einstreu kann in (automatisch gesteuerten) natürlich belüfteten Stallverfahren verwendet werden, wodurch die Tiere vor Kälte geschützt werden. Dies bedeutet gleichzeitig einen geringeren Verbrauch von Energie für die Belüftung und Beheizung der Ställe. Bei Haltungsverfahren, in denen Einstreu verwendet wird, können die Buchten in Kotbereiche (ohne Einstreu) und Liegebereiche (mit Einstreu bedeckte feste Bodenflächen) unterteilt werden. Zwar wird häufig berichtet, dass die Schweine diese Flächen nicht immer korrekt nutzen, d. h. dass sie auf die eingestreuten Flächen koten und sich auf den als Kotbereich vorgesehenen Spaltenböden oder den festen Bodenflächen ablegen. Allerdings kann über die Ausführung der Buchten das Verhalten der Tiere gesteuert werden. In warmen Klimazonen könnte dies aber u. U. allein nicht ausreichen, um

die Schweine daran zu hindern, sich in den falschen Bereichen zu entleeren bzw. niederzulegen. Dies wird damit begründet, dass die Tiere in einem Haltungsverfahren mit vollständig eingestreuten Flächen nur die Möglichkeit haben, sich abzukühlen, indem sie sich auf einen unbedeckten Boden legen.
Bei einer integrierten Bewertung des Einsatzes von Einstreu müssen auch die zusätzlichen Kosten berücksichtigt werden, die durch die Beschaffung und die erforderliche Entmistung entstehen. Dies gilt auch für die möglichen Auswirkungen auf die Emissionen aus der Lagerung des Wirtschaftsdüngers und dessen Ausbringung auf die landwirtschaftlichen Flächen. Durch die Verwendung von Einstreu wird der Kot und Urin der Tiere gebunden, wodurch sich der Anteil organischer Stoffe, die in die Böden eingetragen werden, erhöht. Unter bestimmten Umständen ist diese Art von Wirtschaftsdünger daher der Bodenqualität zuträglich, was als ein äußerst positiver medienübergreifender Aspekt zu werten ist.
In Kapitel 4 werden die verschiedenen Haltungsverfahren für Schweine in bezug auf ihr Potenzial zur Verringerung der Emissionen von Ammoniak, N_2O und CH_4 sowie in bezug auf ihre medienübergreifenden Wirkungen (Energie- und Wassereinsatz, Geruchs-, Lärm- und Staubentwicklung), ihre Anwendbarkeit und Funktionalität, das Wohlbefinden der Tiere und die Kosten beleuchtet und jeweils mit einem spezifischen Referenzverfahren verglichen.

Haltungsverfahren für Schweine; deckfähige/trächtige Sauen

Zu den derzeit angewandten Haltungsverfahren für deckfähige/trächtige Sauen zählen:

- Vollspaltenböden mit Zwangslüftung und darunter liegenden tiefen Flüssigmistkanälen (Anm.: Hierbei handelt es sich um das Referenzverfahren)
- Voll- oder Teilspaltenböden mit einem darunter liegenden Absaugsystem für häufige Entmistung
- Voll- oder Teilspaltenböden mit einem unterhalb des Bodens verlaufenden Spülkanal; die Spülung erfolgt mittels frischem oder belüftetem Flüssigmist
- Voll- oder Teilspaltenböden, mit unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren; die Spülung erfolgt mittels frischem oder belüftetem Flüssigmist
- Teilspaltenböden mit darunter liegenden verkleinerten Flüssigmistkanälen
- Teilspaltenböden mit Kühlrippen zur Kühlung des Flüssigmistes
- Teilspaltenböden mit Dungschieber
- feste Betonböden mit vollständig eingestreuten Flächen
- feste Betonböden mit Stroheinstreu und elektronischen Fütterungsautomaten.

Zurzeit können deckfähige und trächtige Sauen einzeln oder in Gruppen gehalten werden. Die EU-Rechtsvorschrift hinsichtlich des Wohlbefindens von Schweinen (91/630/EWG) sieht eine Reihe von Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen vor. Demnach sind Sauen und Jungsauen für einen Zeitraum, der 4 Wochen nach dem Decken beginnt und 1 Woche vor der letzten Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin endet, in Gruppen zu halten. Dies ist ab dem 1. Januar 2003 für alle neu gebauten oder umgebauten Betriebe und ab dem 1. Januar 2013 für alle Betriebe verbindlich.
Bei Gruppenhaltungsverfahren sind andere Fütterungssysteme (z. B. elektronische Fütterungssysteme für Sauen) erforderlich als bei Einzelhaltungsverfahren. Auch sollten die Buchten so ausgeführt sein, dass sie das Verhalten der Sauen steuern (d. h. Trennung zwischen Kot- und Liegebereichen). Aus ökologischer Sicht muss jedoch gesagt werden, dass die bisher übermittelten Daten darauf hindeuten, dass – bei Anwendung vergleichbarer Verfahren zur Emissionsminderung – Gruppenhaltungsverfahren offensichtlich ähnliche Emissionswerte aufweisen wie Einzelhaltungsverfahren.
In eben der oben erwähnten EU-Rechtsvorschrift zum Schutz von Schweinen (Richtlinie 91/630/EWG des Rates, geändert durch die Richtlinie 2001/88/EG) werden auch Anforderungen an die Bodenflächen gestellt. Für Jungsauen und trächtige Sauen muss ein bestimmter Teil des Bodens durchgehend befestigt und in einer Weise ausgeführt sein, dass die Perforationen maximal 15 % dieser Fläche beanspruchen. Die neuen Bestimmungen gelten ab dem 1. Januar 2003 für alle neu gebauten oder umgebauten Betriebe und ab dem 1. Januar 2013 für sämtliche Betriebe. Es ist nicht untersucht worden, welche Auswirkungen auf die Emissionen diese neue Bodenausführung im Vergleich zum ansonsten üblichen Vollspaltenboden (bei dem es sich um das Referenzverfahren handelt) hat. Mit maximal 15 % der Fläche, die bei planbefestigten Böden für Perforationen vorgesehen sind, werden die 20 % unterschritten, die nach den neuen Bestimmungen für Betonspaltenböden zulässig sind (maximale Spaltenweite 20 mm und eine Mindestauftrittsbreite von 80 mm für Sauen und Jungsauen). Dies bedeutet, dass die perforierte Fläche insgesamt verringert wird.

Für die Ermittlung der BVT für Haltungsverfahren werden die verschiedenen Verfahren mit dem Referenzverfahren für die Haltung von deckfähigen und trächtigen Sauen verglichen, bei dem es sich um einen

Vollspaltenboden mit Betonrosten und darunter liegenden tiefen Flüssigmistkanälen handelt. Der Flüssigmist wird mehr oder weniger regelmäßig entfernt. Durch Zwangslüftung des Stalls werden Gase, die sich im gelagerten Flüssigmist entwickeln, abgeführt. Dieses Verfahren wird in ganz Europa eingesetzt. Was die Haltungsverfahren für deckfähige und trächtige Sauen betrifft, gelten als BVT:

- Voll- oder Teilspaltenböden mit einem darunter liegenden Absaugsystem für häufige Entmistung oder
- Teilspaltenböden mit darunter liegenden verkleinerten Flüssigmistkanälen.

Es ist allgemein bekannt, dass Bodenelemente aus Beton stärkere Ammoniakemissionen verursachen als solche aus Metall oder Kunststoff. Allerdings lagen, was die genannten BVT betrifft, keine Informationen darüber vor, welche Auswirkungen die Verwendung von Bodenelementen unterschiedlichen Materials auf die Emissionen bzw. Kosten haben.
Für neu zu errichtende Haltungsanlagen werden Voll- oder Teilspaltenböden mit unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren, bei denen die Spülung mittels nichtbelüftetem Flüssigmist erfolgt, nur bedingt als BVT betrachtet. Sofern keine Nachbarn durch die extreme Geruchsbildung während des Spülvorgangs belästigt werden können, gilt dieses Verfahren bei der Neuerrichtung einer Anlage als BVT. Sofern diese Technik in bereits bestehenden Anlagen Anwendung findet, ist sie (ohne Vorbehalt) als BVT zu betrachten.
Ein Haltungsverfahren mit Kühlrippen zur Kühlung des Flüssigmistes (unter Verwendung eines geschlossenen Systems mit Wärmepumpen) ist sehr leistungsfähig, aber auch äußerst kostspielig. Aus diesem Grunde gilt Flüssigmistkühlung für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT; bei bestehenden Anlagen, die diese Technik bereits einsetzen, wird sie als BVT betrachtet. Bei Umbaumaßnahmen könnte eine Umstellung auf diese Technik wirtschaftlich und somit BVT sein. Allerdings muss dies von Fall zu Fall entschieden werden.

Verfahren mit Teilspaltenböden und Dungschiebern zeigen in der Regel gute Ergebnisse, doch sind sie nicht leicht zu bedienen. Aus diesem Grunde werden Dungschieber für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT betrachtet; bei bestehenden Anlagen gelten sie als BVT.
Wie bereits erwähnt, gelten Voll- oder Teilspaltenböden mit unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren, bei denen die Spülung mittels nichtbelüftetem Flüssigmist erfolgt, als BVT, sofern das Verfahren bereits installiert ist. Dieselbe Technik mit einer Spülung mittels belüftetem Flüssigmist ist für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT zu sehen. Dies wird mit der zeitweise extremen Geruchsbelästigung, dem hohen Energieverbrauch und der schwierigen Handhabung begründet. Wurde diese Technik jedoch bereits installiert, wird sie als BVT betrachtet.

Abweichende Auffassung:

Ein Mitgliedstaat unterstützt zwar die Schlussfolgerungen hinsichtlich der BVT, ist aber der Auffassung, dass es sich bei der folgenden Technik ebenfalls um BVT handelt, sofern diese bereits installiert wurde. Darüber hinaus sei sie auch als BVT zu betrachten, wenn die Erweiterung einer bestehenden Anlage (beispielsweise durch ein neues Gebäude) und der Einsatz desselben Verfahrens (statt zweier unterschiedlicher Verfahren) geplant ist:

- Voll- oder Teilspaltenböden mit unterhalb der Böden verlaufenden Kanälen mit einer ständig vorhandenen Flüssigmistschicht, die mittels nichtbelüfteter/belüfteter Flüssigkeit gespült wird.

Dieses Verfahren, das in dem betreffenden Mitgliedstaat häufig eingesetzt wird, kann eine stärkere Reduktion der Ammoniakemissionen erzielen als die Verfahren, die zuvor als BVT oder bedingte BVT definiert wurden. Der Mitgliedstaat argumentiert, dass demnach die hohen Kosten für eine Umrüstung bestehender Anlagen auf eines dieser BVT-Verfahren nicht zu rechtfertigen sind. Bei einer Erweiterung (beispielsweise durch ein neues Gebäude) einer bestehenden Anlage, in der dieses Verfahren Anwendung findet, würde die Einführung eines weiteren (bedingten) BVT-Verfahrens den Betrieb der Anlagen behindern, da in ein und derselben Anlage zwei verschiedene Verfahren eingesetzt würden. Aus diesem Grunde betrachtet dieser Mitgliedstaat dieses Verfahren ebenfalls als BVT und begründet dies mit der effektiven Emissionsminderung, der Funktionssicherheit und Kostenerwägungen.
Für Verfahren, die Einstreu verwenden, liegen – was ihr Potenzial zur Emissionsminderung betrifft – bislang sehr unterschiedliche Angaben vor. Hier sind weitere Informationen erforderlich, um einen besseren Anhaltspunkt dafür zu erhalten, was bei einstreubasierten Verfahren als BVT zu betrachten ist. Allerdings ist die TAG bereits zu dem Schluss gekommen, dass diese Verfahren – bei Einhaltung der guten fachlichen Praxis (d. h. Verfügbarkeit von ausreichend Einstreu, häufiger Einstreuwechsel, eine geeignete Ausführung des Buchtbodens sowie die Einrichtung von Funktionsbereichen) – nicht von vornherein als BVT ausgeschlossen werden können.

Haltungsverfahren für Schweine; Mastschweine

Zu den derzeit angewandten Haltungsverfahren für Mastschweine (Vormast/Endmast) zählen:

- Vollspaltenböden mit künstlicher Belüftung und darunter liegenden tiefen Flüssigmistkanälen (Referenzverfahren)
- Voll- oder Teilspaltenböden mit einem darunter liegenden Absaugsystem für häufige Entmistung
- Voll- oder Teilspaltenböden mit einem unterhalb des Bodens verlaufenden Spülkanal; die Spülung erfolgt mittels frischem oder belüftetem Flüssigmist
- Voll- oder Teilspaltenböden, mit unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren; die Spülung erfolgt mittels frischem oder belüftetem Flüssigmist
- Teilspaltenböden mit darunter liegenden verkleinerten Flüssigmistkanälen
- Teilspaltenböden mit Kühlrippen zur Kühlung der Flüssigmistoberfläche
- Teilspaltenböden mit Dungschieber
- Teilspaltenböden mit einem konvexen festen Boden in der Mitte bzw. mit einem geneigten festen Boden im vorderen Teil der Bucht sowie einem Flüssigmistkanal mit schrägen Seitenwänden und geneigtem Flüssigmistkanal
- Teilspaltenböden mit verkleinerten Flüssigmistkanälen mit schrägen Wänden und Absaugsystem
- Teilspaltenböden mit raschem Flüssigmistabfluss und eingestreutem Außengang
- Teilspaltenböden mit überdachten Boxen (Kisten)
- fester Betonboden, vollständig eingestreut und mit Außenklima
- fester Betonboden mit eingestreutem Außengang und Schrägbodensystem.

Mastschweine werden stets in Gruppen gehalten. Die meisten Verfahren, die bei Gruppenhaltung von Sauen eingesetzt werden, finden auch für diese Tiergruppe Verwendung. Für die Ermittlung der BVT für Haltungsverfahren werden die verschiedenen Verfahren mit dem Referenzverfahren für die Haltung von Mastschweinen (Vormast/Endmast) verglichen. Bei dem Referenzverfahren handelt es sich um einen Vollspaltenboden mit einer darunter liegenden tiefen Flüssigmistkanal und Zwangslüftung. Was die Haltungsverfahren für Mastschweine betrifft, gelten als BVT:

- Vollspaltenböden mit Absaugsystem für häufige Entmistung
- Teilspaltenböden mit verkleinerten Flüssigmistkanälen mit schrägen Wänden und Absaugsystem
- Teilspaltenböden mit einem konvexen festen Boden in der Mitte bzw. mit einem geneigten festen Boden im vorderen Teil der Bucht sowie einem Flüssigmistkanal mit schrägen Seitenwänden und geneigtem Kanalboden.

Es ist allgemein bekannt, dass Bodenelemente aus Beton stärkere Ammoniakemissionen verursachen als solche aus Metall- oder Kunststoff. Allerdings ist den gemeldeten Daten zu entnehmen, dass der Unterschied bei den Emissionen lediglich 6 % beträgt, die Kostenunterschiede jedoch wesentlich höher sind. Metallelemente sind nicht in allen Mitgliedstaaten zugelassen und darüber hinaus für sehr schwere Schweine auch nicht geeignet.
Für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen werden Voll- oder Teilspaltenböden mit unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren, bei denen die Spülung mittels nichtbelüftetem Flüssigmist erfolgt, nur bedingt als BVT betrachtet. Sofern keine Nachbarn durch die extreme Geruchsbildung während des Spülvorgangs belästigt werden, gilt dieses Verfahren bei der Neuerrichtung einer Anlage als BVT. Sofern diese Technik in bereits bestehenden Anlagen Anwendung findet, ist sie (ohne Vorbehalt) als BVT zu betrachten
Ein Haltungsverfahren mit Kühlrippen zur Kühlung der Flüssigmistoberfläche (unter Verwendung eines geschlossenen Systems mit Wärmepumpen) ist sehr leistungsfähig, aber auch äußerst kostspielig. Aus diesem Grunde gilt Flüssigmistkühlung für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT; bei bestehenden Anlagen, die diese Technik bereits einsetzen, werden sie als BVT betrachtet. Bei Umbaumaßnahmen könnte eine Umstellung auf diese Technik wirtschaftlich und somit BVT sein. Allerdings muss dies von Fall zu Fall entschieden werden. Es wird auch darauf hingewiesen, dass die Energieeffizienz geringer sein kann, wenn die Wärme, die beim Kühlprozess entsteht, nicht genutzt wird (beispielsweise wenn keine Buchten für Ferkel beheizt werden müssen).

Verfahren mit Teilspaltenböden und Dungschiebern zeigen in der Regel gute Ergebnisse, doch sind sie nicht leicht zu bedienen. Aus diesem Grunde werden Dungschieber für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT betrachtet; bei bestehenden Anlagen, die diese Technik bereits einsetzen, gelten sie als BVT.

Wie bereits erwähnt, gelten Voll- oder Teilspaltenböden mit unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren, bei denen die Spülung mittels nicht belüfteter Flüssigmist erfolgt, als BVT, sofern das Verfahren bereits installiert ist. Dieselbe Technik mit einer Spülung mittels belüftetem Flüssigmist ist für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT zu sehen. Dies wird mit der zeitweise extremen Geruchsbelästigung, dem hohen Energieverbrauch und der schwierigen Handhabung begründet. Wurde diese Technik jedoch bereits installiert, wird sie als BVT betrachtet.

Abweichende Auffassung:

Ein Mitgliedstaat unterstützt zwar die Schlussfolgerungen hinsichtlich der BVT, ist aber aus demselben Grund wie in bezug auf die Haltung von deckfähigen/trächtigen Sauen der Auffassung, dass es sich bei der folgenden Technik ebenfalls um BVT handelt:

- Voll- oder Teilspaltenböden mit unterhalb der Böden verlaufenden Kanälen mit einer ständig vorhandenen Flüssigmistschicht, die mittels nichtbelüftetem/belüftetem Flüssigmist gespült werden.

Für Verfahren, die Einstreu verwenden, liegen – was ihr Potenzial zur Emissionsminderung betrifft – bislang sehr unterschiedliche Angaben vor. Hier sind weitere Informationen erforderlich, um einen besseren Anhaltspunkt dafür zu erhalten, was bei einstreubasierten Verfahren als BVT zu betrachten ist. Allerdings ist die TAG bereits zu dem Schluss gekommen, dass diese Verfahren – bei Einhaltung der guten fachlichen Praxis (d. h. Verfügbarkeit von ausreichend Einstreu, häufiger Einstreuwechsel, eine geeignete Ausführung des Buchtenbodens sowie die Einrichtung funktionaler Bereiche) – nicht von vornherein als BVT ausgeschlossen werden können. Dabei könnte beispielsweise das folgende Verfahren BVT entsprechen:

- feste Betonböden mit eingestreutem Außengang und Schrägbodensystem.

Haltungsverfahren für Schweine; säugende Sauen

Zu den derzeit angewandten Haltungsverfahren für säugende Sauen zählen:

- Kastenstand mit Vollspaltenböden und darunter liegenden tiefen Flüssigmistkanälen (dabei handelt es sich um das Referenzverfahren)
- Kastenstand mit Vollspaltenböden und einer darunter liegenden geneigte Fläche
- Kastenstand mit Vollspaltenböden und einer darunter liegenden Kombination aus Wasser- und Flüssigmistkanal
- Kastenstand mit Vollspaltenböden und einem Spülsystem mit darunter liegenden Flüssigmistkanal
- Kastenstand mit Vollspaltenböden und einem darunter liegenden Flüssigmistkanal
- Kastenstand mit Vollspaltenböden und Kühlrippen zur Kühlung des Flüssigmistes
- Kastenstand mit Teilspaltenböden
- Kastenstand mit Teilspaltenböden und einem Dungschieber

In Europa werden säugende Sauen in der Regel in Kastenständen mit Spaltenböden aus Metall oder Kunststoff gehalten. Bei den meisten Haltungsverfahren sind die Sauen in ihrer Bewegung eingeschränkt, während die Ferkel frei herumlaufen können. Die meisten Anlagen verfügen über eine kontrollierte Lüftung sowie häufig auch über einen Bereich, der in den ersten Tagen nach der Geburt der Ferkel beheizt werden kann. Dieses Verfahren mit darunter liegenden tiefen Flüssigmistkanälen wurde als Referenzverfahren herangezogen.
Eine Differenzierung zwischen Voll- und Teilspaltenböden ist bei säugenden Sauen weniger bedeutend, da die Tiere in ihrer Bewegung eingeschränkt sind. In beiden Fällen koten die Tiere in ein und denselben Bereich. Die Verfahren zur Emissionsminderung setzen daher vornehmlich bei Veränderungen an den Flüssigmistkanälen an.

BVT ist ein Kastenstand mit einem Vollspaltenboden aus Metall oder Kunststoff mit:

- einer Kombination aus Wasser- und Flüssigmistkanal oder
- einem Spülsystem mit Flüssigmistkanälen oder
- einem darunter liegenden Flüssigmistkanal.

Ein Haltungsverfahren mit Kühlrippen zur Kühlung des Flüssigmistes (unter Verwendung eines geschlossenen Systems mit Wärmepumpen) ist sehr leistungsfähig, aber auch äußerst kostspielig. Aus diesem Grunde gilt die Flüssigmistkühlung für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT; bei bestehenden Anlagen, die diese Technik bereits einsetzen, werden sie als BVT betrachtet. Bei Umbaumaßnahmen könnte eine Umstellung auf diese Technik wirtschaftlich und somit BVT sein. Allerdings muss dies von Fall zu Fall entschieden werden.

Kastenstände mit Teilspaltenböden und Dungschiebern zeigen in der Regel gute Ergebnisse, doch sind sie nicht leicht zu bedienen. Aus diesem Grunde werden Dungschieber für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT betrachtet; bei bestehenden Anlagen, die diese Technik bereits einsetzen, gelten sie als BVT.

Für neue Anlagen entsprechen die folgenden Techniken nicht der BVT:

- Kastenstand mit einem Teilspaltenboden und darunter liegendem verkleinerten Flüssigmistkanal und
- Kastenstand mit Vollspaltenböden und einer darunter liegenden geneigten Fläche.

Wurden diese Techniken jedoch bereits installiert, sind sie als BVT zu betrachten. Dabei ist zu beachten, dass das letztgenannte Verfahren verstärkt Fliegen anziehen kann, sofern keine entsprechenden Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen werden.
Es müssen weitere Informationen erhoben werden, um einen besseren Anhaltspunkt dafür zu erhalten, was bei einstreubasierten Verfahren als BVT zu betrachten ist. Allerdings ist die TAG bereits zu dem Schluss gekommen, dass diese Verfahren – bei Einhaltung der guten fachlichen Praxis (d. h. Verfügbarkeit von ausreichend Einstreu, häufiger Einstreuwechsel sowie eine geeignete Ausführung des Buchtbodens) – nicht von vornherein als BVT ausgeschlossen werden können.

Haltungsverfahren für Schweine; Ferkel

Zu den derzeit angewandten Haltungsverfahren für Ferkel zählen:

- Buchten oder Flatdecks mit Vollspaltenböden und einem darunter liegenden Flüssigmistkanal (Referenzverfahren)
- Buchten oder Flatdecks mit Voll- oder Teilspaltenböden und einem Absaugsystem für häufige Entmistung
- Buchten oder Flatdecks mit Vollspaltenböden und einem geneigten Betonboden zur Trennung von Kot und Harn
- Buchten oder Flatdecks mit Vollspaltenböden und Flüssigmistkanälen mit Dungschieber
- Buchten oder Flatdecks mit Vollspaltenböden und unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren; die Spülung erfolgt mittels frischem oder belüftetem Flüssigmist
- Buchten mit Teilspaltenböden; das „Zweiklima-System“
- Buchten mit Teilspaltenböden und einem geneigten oder konvexen festen Boden
- Buchten mit Teilspaltenböden und flachen Flüssigmistkanal und einem Kanal für verschmutztes Trinkwasser
- Buchten mit Teilspaltenböden aus dreikantigen Metallrosten und Flüssigmistkanälen mit Abflussrinnen
- Buchten mit Teilspaltenböden und Dungschieber
- Buchten mit Teilspaltenböden mit dreikantigen Metallbalken und Flüssigmistkanal mit geneigter Seitenwand/Seitenwänden
- Buchten mit Teilspaltenböden und Kühlrippen zur Kühlung des Flüssigmistes
- Teilspaltenböden mit dreikantigen Rosten und überdachten Boxen
- feste Betonböden mit Stroheinstreu und natürlicher Belüftung.

Ferkel werden in Gruppen in Buchten oder Flatdecks gehalten. Die Entmistung ist im Prinzip bei Buchten und Flatdecks identisch. Referenzverfahren ist eine Bucht oder ein Flatdeck mit einem Vollspaltenboden aus Kunststoff- oder Metallrosten und tiefem Flüssigmistkanal.

Es ist davon auszugehen, dass die Maßnahmen zur Minderung von Emissionen für konventionelle Ferkelbuchten auch für Flatdecks angewandt werden können. Allerdings liegen keine Informationen über Erfahrungen in diesem Bereich vor.

BVT ist eine Bucht:

- oder ein Flatdeck mit Voll- oder Teilspaltenböden und einem Absaugsystem für häufige Entmistung oder
- ein Flatdeck mit Vollspaltenböden und einem geneigten Betonboden zur Trennung von Kot und Harn oder
- mit einem Teilspaltenboden (Zweiklima-System) oder
- mit einem Teilspaltenboden aus Metall oder Kunststoff und einem geneigten oder konvexen festen Boden oder
- mit einem Teilspaltenboden mit Metall- oder Kunststoffelementen und einem flachen Flüssigmistkanal

und einem Kanal für verschmutztes Trinkwasser oder
- mit einem Teilspaltenboden mit dreikantigen Metallrosten und Flüssigmistkanal mit schrägen Seitenwänden.

Für neu zu errichtende Haltungsanlagen werden Voll- oder Teilspaltenböden mit unterhalb des Bodens verlaufenden Spülrinnen/-rohren, bei denen die Spülung mittels nichtbelüftetem Flüssigmist erfolgt, nur bedingt als BVT betrachtet. Sofern keine Nachbarn durch die extreme Geruchsbildung während des Spülvorgangs belästigt werden, gilt dieses Verfahren bei der Neuerrichtung einer Anlage als BVT. Sofern diese Technik in bereits bestehenden Anlagen Anwendung findet, ist sie (ohne Vorbehalt) als BVT zu betrachten
Ein Haltungsverfahren mit Kühlrippen zur Kühlung des Flüssigmistes (unter Verwendung eines geschlossenen Systems mit Wärmepumpen) ist sehr leistungsfähig, aber auch äußerst kostspielig. Aus diesem Grunde gilt die Flüssigmistkühlung für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT; bei bestehenden Anlagen, die diese Technik bereits einsetzen, werden sie als BVT betrachtet. Bei Umbaumaßnahmen könnte eine Umstellung auf diese Technik wirtschaftlich und somit BVT sein. Allerdings muss dies von Fall zu Fall entschieden werden.

Verfahren mit Voll- oder Teilspaltenböden und Dungschiebern zeigen in der Regel gute Ergebnisse, doch sind sie nicht leicht zu bedienen. Aus diesem Grunde werden Dungschieber für neu zu errichtende Anlagen nicht als BVT betrachtet; bei bestehenden Anlagen, die diese Technik bereits einsetzen, gelten sie als BVT.
Ferkel werden auch auf festen Betonböden gehalten, die ganz oder teilweise mit Einstreu bedeckt sind. Für diese Verfahren liegen keine Angaben zu den Ammoniakemissionen vor. Allerdings ist die TAG bereits zu dem Schluss gekommen, dass diese Verfahren – bei Einhaltung der guten fachlichen Praxis (d. h. Verfügbarkeit von ausreichend Einstreu, häufiger Einstreuwechsel sowie eine geeignete Ausführung des Buchtbodens) – nicht von vornherein als BVT ausgeschlossen werden können.

Das folgende Verfahren ist ein Beispiel für BVT:
- eine natürlich belüftete Bucht mit vollständig eingestreutem Boden.

Wasserverbrauch in der Schweine- und Geflügelhaltung

In der Aufzucht von Schweinen und Geflügel wird Wasser für die Reinigung und das Tränken der Tiere benötigt. Eine Verringerung des Wasserverbrauchs der Tiere wird als nicht zweckmäßig erachtet. Der Wasserbedarf wird je nach Art der Nahrung unterschiedlich sein und obwohl einige Produktionsstrategien einen beschränkten Zugang der Tiere zu Tränkwasser vorsehen, wird ein ständiger Zugang zu den Tränken als obligatorisch betrachtet.

Im Prinzip gibt es drei verschiedene Tränkesysteme. Für Geflügel sind dies: Nippeltränken mit geringem Durchfluss oder Tränken mit hoher Kapazität und Tropfwasserauffangschale, Tränkebecken und Rundtränken für Geflügel. Für Schweine sind dies: Nippeltränken in Tränkebecken oder -näpfen, Tränkebecken und Beißnippel. All diese Verfahren haben gewisse Vor- und Nachteile. Allerdings liegen nicht genügend Daten vor, um Schlussfolgerungen in bezug auf die BVT ziehen zu können.

Bei allen Tätigkeiten, bei denen Wasser verbraucht wird, entspricht es der BVT, den Wasserverbrauch zu verringern, indem folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Reinigung der Ställe und Stalleinrichtungen mit Hochdruckreinigern, und zwar nach jedem Produktionszyklus bzw. Aufzuchtdurchgang. Bei der Reinigung von Schweineställen gelangt Reinigungswasser in das Flüssigmist- bzw. Jauchesammelsystem. Daher ist es wichtig, einen Kompromiss zwischen erforderlicher Sauberkeit und einem möglichst geringen Wasserverbrauch zu finden. Letzteres gilt auch für Geflügelställe;
- regelmäßige Kalibrierung der Tränkeanlagen, um Verluste durch Tropfwasser zu vermeiden;
- Aufzeichnung des Wasserverbrauchs durch Verbrauchsmessung und
- Kontrolle und Wartung von Leckstellen.

Energieverbrauch in der Schweine und Geflügelhaltung

Was den Energieverbrauch in der Schweine- und Geflügelhaltung betrifft, konzentrieren sich die Informationen auf die Beheizung und Belüftung der Haltungsanlagen.

In der Schweine- und Geflügelhaltung entspricht es BVT, den Energieverbrauch durch eine gute fachliche Praxis (beginnend mit der Planung der Ställe) sowie durch entsprechenden Betrieb und Wartung der Stallungen bzw. der technischen Einrichtungen zu senken.

Es gibt zahlreiche Maßnahmen, die im Rahmen der täglichen Routinearbeiten ergriffen werden können, um den Energiebedarf für Beheizung und Belüftung zu senken. Viele dieser Maßnahmen werden im Hauptteil des Dokuments angesprochen. Im Folgenden werden einige spezifische Maßnahmen aufgeführt, die als BVT gelten. Für Geflügelställe entspricht es BVT, den Energieverbrauch zu senken, indem folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- in Regionen mit niedrigen Außentemperaturen Isolierung der Gebäude (U-Wert 0,4 $W/m^2/°C$ oder besser)
- Optimierung des Lüftungsverfahrens in allen Ställen, um eine gute Temperaturregulierung zu ermöglichen und um im Winter die erforderlichen Luftraten zu minimieren
- Vermeidung von Widerständen in den Lüftungsanlagen durch regelmäßige Inspektion und Reinigung der Kanäle und Ventilatoren und
- Verwendung von Energiesparlampen.

Für Schweineställe entspricht es BVT, den Energieverbrauch zu senken, indem alle der folgenden Maßnahmen durchgeführt werden:

- vorzugsweise Einsatz natürlicher Belüftung; dies erfordert eine entsprechende Auslegung der Ställe und der Buchten (d. h. Mikroklima in den Buchten) und eine Ausrichtung der Gebäude nach den vorherrschenden Windrichtungen, um die Luftzufuhr zu optimieren; dies ist demzufolge nur in neuen Ställen möglich;
- bei zwangsgelüfteten Ställen: Optimierung des Lüftungssystems in allen Ställen, um eine gute Temperaturregulierung zu ermöglichen und um im Winter die erforderlichen Luftraten zu minimieren.
- bei zwangsgelüfteten Ställen: Vermeidung von Widerständen in den Lüftungsanlagen durch regelmäßige Inspektion und Reinigung der Kanäle und Ventilatoren und
- Verwendung von Energiesparlampen.

Lagerung von Wirtschaftsdüngern aus der Schweine- und Geflügelhaltung

Die Nitratrichtlinie legt eine Reihe von Mindestanforderungen an die Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Allgemeinen fest. Ziel ist, für alle Gewässer ein grundlegendes Maß an Schutz vor Verschmutzung zu gewährleisten. Ferner sieht sie weitere Vorschriften für die Lagerung von Wirtschaftsdünger in ausgewiesenen gefährdeten Gebieten vor[3] . In dem vorliegenden Dokument werden nicht alle Bestimmungen dieser Richtlinie angesprochen, da zumeist entsprechende Daten fehlen. Soweit diese Bestimmungen aber angesprochen werden, ist die TAG übereingekommen, dass die BVT gleichermaßen für Flüssigmistbehälter, Festmistlagerstätten oder Flüssigmisterdbecken innerhalb und außerhalb der ausgewiesenen gefährdeten Gebiete gelten.

BVT ist, die Vorrichtungen für die Lagerung der Ausscheidungen von Schweinen und Geflügel so zu dimensionieren, dass das Fassungsvermögen bis zu deren Weiterbehandlung oder Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen ausreicht. Die erforderliche Lagerkapazität ist abhängig von den klimatischen Gegebenheiten und dem Zeitraum, in dem keine Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen möglich ist. So kann beispielsweise das erforderliche Fassungsvermögen für Schweineflüssigmist äußerst unterschiedlich sein. In Regionen mit mediterranem Klima sollte dieses auf einen Flüssigmistanfall von 4 – 5 Monaten ausgelegt sein. Im atlantischen oder Kontinentalklima sollte das Fassungsvermögen bei sieben bis acht und im borealen Klima bei neun bis zwölf Monaten liegen. Auch bei Geflügelkot hängt die erforderliche Lagerkapazität von den klimatischen Gegebenheiten und dem Zeitraum ab, in dem keine Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen möglich ist.
Für die Lagerung von Schweinefestmist an einem Standort, welcher ständig verwendet wird, (entweder im Betrieb oder auf dem Feld) entspricht es BVT:

- als Lagerfläche eine Bodenplatte aus Beton mit Sammelsystem und Auffangbehälter für austretendes Sickerwasser vorzusehen und

[3] Anmerkung des Übersetzers: In Deutschland (ebenso in Österreich, Dänemark, Finnland, Luxemburg und den Niederlanden) wird diese Unterscheidung nicht getroffen. Deutschland hat sein gesamtes Staatsgebiet als gefährdet ausgewiesen. Die Nitratrichtlinie wird flächendeckend über die Düngeverordnung umgesetzt, diese gilt als Aktionsprogramm gemäß Art. 3 Abs. 5 der Nitratrichtlinie. Fachlicher Grund dafür ist hauptsächlich, dass Deutschland weitgehend in das empfindliche Wattenmeer und die Ostsee entwässert; in beide Meere müssen die Nährstoffeinträge gemäß internationaler Übereinkünfte gesenkt werden.

- alle neuen Festmistlagerstätten an Standorten zu errichten, wo sie voraussichtlich die geringste Geruchsbelästigung darstellen (unter Berücksichtigung der Entfernung von der Wohnbebauung und der vorherrschenden Windrichtung).

Bei der Lagerung von Geflügelkot entspricht es BVT, diesen in getrockneter Form in einem Bergeraum mit undurchlässigem/planbefestigtem Boden und ausreichender Belüftung zu lagern.
Für eine vorübergehende Lagerung von Schweine- oder Geflügelmist am Feldrand entspricht es BVT, die Lagerstätte so zu positionieren, dass andere (beispielsweise Nachbarn) nicht belästigt werden und keine Wasserläufe (einschließlich Gräben) in der Nähe sind, in die Sickerwasser gelangen könnte.
In Bezug auf die Lagerung von Schweineflüssigmist in einem Beton- oder Stahlbehälter gilt als BVT, wenn alle folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- der Behälter ist stabil und in der Lage, mechanischen, thermischen und chemischen Einwirkungen zu widerstehen, d.h. dass(Boden und Wände des Behälters versiegelt und gegen Korrosion geschützt sind)
- der Lagerbehälter wird zum Zwecke der Inspektion und Instandhaltung regelmäßig entleert (vorzugsweise einmal pro Jahr)
- jeder Auslass ist mit einem Doppelventil versehen
- der Flüssigmist wird nur kurz vor der Entleerung des Behälters z.B. vor der Ausbringung auf das Feld, homogenisiert.

Es ist BVT, Flüssigmistbehälter mit einer der folgenden Abdeckungen zu versehen:

- mit einem festen Deckel, Fest- oder Zeltdach
- mit einer künstlichen Schwimmdecke, beispielweise aus Strohhäcksel, Leinen, Folie, Torf, LECA-Ton, expandiertes Polystyrol (EPS) oder einer natürlichen Schwimmschicht.

All diese Abdeckungen werden in der Praxis angewandt, haben aber alle ihre technischen oder funktionellen Grenzen. Dies bedeutet, dass die Auswahl der Abdeckung stets von Fall zu Fall getroffen werden muss.
Die Lagerung von Flüssigmist in Erdbecken ist der Behälterlagerung gleichwertig. Voraussetzung ist allerdings, dass Boden und Seitenwände entsprechend abgedichtet sind (ausreichender Tongehalt oder Kunststoffauskleidung) und Maßnahmen zur Leckerkennung bei gleichzeitigen Vorkehrungen für eine Abdeckung getroffen worden sind.

Es ist BVT, Flüssigmistbecken mit einer der folgenden Abdeckungen zu versehen:

- mit einer Kunststoffabdeckung oder
- mit einer künstlichen Schwimmdecke, beispielsweise aus Strohhäcksel, mit LECA-Ton oder einer natürlichen Schwimmschicht.

All diese Abdeckungen werden in der Praxis angewandt, haben aber alle ihre technischen oder funktionellen Grenzen. Dies bedeutet, dass die Auswahl der Abdeckung stets von Fall zu Fall getroffen werden muss. In einigen Fällen könnte es äußerst kostspielig oder technisch gar unmöglich sein, bestehende Becken mit einer Abdeckung zu versehen. Die Kosten für den Einbau einer Abdeckung können bei sehr großen Becken oder bei Becken mit außergewöhnlicher Form sehr hoch sein. Auch kann es technisch unmöglich sein, eine Abdeckung zu installieren, wenn z. B. das Uferprofil für eine Befestigung der Abdeckung nicht geeignet ist.

Betriebsinterne Aufbereitung von Wirtschaftsdünger aus der Schweine- und Geflügelhaltung

Eine Aufbereitung des Wirtschaftsdüngers vor bzw. statt seiner Ausbringung kann aus folgenden Gründen erforderlich sein:

1. Rückgewinnung der im Wirtschaftsdünger vorhandenen Restenergie (Biogas)
2. Verringerung von Geruchsemissionen während der Lagerung und/oder der Ausbringung
3. Senkung des Stickstoffgehalts des Wirtschaftsdüngers mit dem Ziel, eine eventuelle Belastung des Grund- und Oberflächenwassers infolge der Ausbringung zu vermeiden und die Geruchsbelästigungen zu verringern
4. Ermöglichung eines einfachen und sicheren Transports des Dungs in entferntere Gebiete bzw. wenn dieser in anderen Verfahren eingesetzt werden soll.

Für die Aufbereitung werden zahlreiche, unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Allerdings sind die meisten landwirtschaftlichen Betriebe in der EU in der Lage, ihren Wirtschaftsdünger zu verwerten, ohne auf eine der unten aufgelisteten Verfahren zurückgreifen zu müssen. Neben der betriebsinternen Aufbereitung kann der Wirtschaftsdünger aus der Schweine- und Geflügelhaltung auch außerhalb der Betriebe in industriellen Anlagen

(weiter)behandelt werden (beispielsweise Verbrennung von Geflügelkot, Kompostierung oder Trocknung). Die Aufbereitung außerhalb der landwirtschaftlichen Betriebe wird in dem vorliegenden BVT-Merkblatt nicht behandelt.
Bei der betriebsinternen Aufbereitung von Wirtschaftsdünger aus der Schweine- und Geflügelhaltung finden folgende Techniken Anwendung:

- mechanische Trennung (Separierung)
- Flüssigmistbelüftung
- biologische Behandlung von Schweineflüssigmist
- Kompostierung von Festmist
- Kompostierung von Geflügelfestmist mit Kiefernrinde
- anaerobe Wirtschaftsdüngerbehandlung (Biogas)
- anaerobe Flüssigmistbecken
- Verdampfung und Trocknung von Schweineflüssigmist
- Verbrennung von Mist aus der Jungmastgeflügelhaltung
- Zugabe von Zusatzstoffen.

Im Allgemeinen ist die betriebsinterne Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern nur unter bestimmten Bedingungen BVT (d. h. es handelt sich nur bedingt um BVT). Zu diesen Bedingungen zählen beispielsweise Faktoren wie die Verfügbarkeit von landwirtschaftlicher Nutzfläche, regionale Nährstoffüberschüsse oder Nährstoffbedarf, technische Unterstützung, Vermarktungsmöglichkeiten für regenerative Energie und örtliche Verordnungen.
In Tabelle 2 werden einige Beispiele dafür gegeben, unter welchen Bedingungen die Aufbereitung von Wirtschaftsdünger aus der Schweinehaltung als BVT gelten kann. Diese Liste ist nicht erschöpfend; auch andere Verfahren können unter bestimmten Bedingungen BVT entsprechen. Ferner ist auch möglich, dass die angeführten Verfahren unter anderen als den genannten Bedingungen BVT sind.

Bedingungen	**Beispiel für BVT:**
Der landwirtschaftliche Betrieb liegt in einer Region mit Nährstoffüberschuss; in der Umgebung gibt es jedoch genügend landwirtschaftliche Flächen, auf die die flüssige Phase (mit vermindertem Nährstoffgehalt) ausgebracht werden kann, und die feste Phase kann auf weiter entfernten landwirtschaftlichen Flächen mit Nährstoffbedarf ausgebracht oder in anderen Verfahren eingesetzt werden.	Mechanische Trennung von Schweineflüssigmist in einem geschlossenen System (z.B. Zentrifuge oder Presskolben) zur Minimierung der Ammoniakemissionen (Abschnitt 4.9.1)
Der landwirtschaftliche Betrieb liegt in einer Region mit Nährstoffüberschuss; in der Umgebung gibt es jedoch genügend landwirtschaftlichen Flächen, auf die der behandelte Flüssigmist ausgebracht werden kann, und der Feststoffanteil kann auf weiter entfernten landwirtschaftlichen Flächen mit Nährstoffbedarf ausgebracht werden, und der Landwirt erhält technische Unterstützung für einen ordnungsgemäßen Betrieb einer aeroben Behandlungsanlage	Mechanische Trennung von Schweineflüssigmist in einem geschlossenen System (z. B. Zentrifuge oder Presskolben) zur Minimierung der Ammoniakemissionen, gefolgt von einer aeroben Behandlung des flüssigen Anteils (Abschnitt 4.9.3.); die aerobe Behandlung wird zur Minimierung der Entstehung von Ammoniak und N_2O kontrolliert.
Es gibt einen Markt für regenerative Energie, und die lokalen Verordnungen lassen eine Kofermentation mit (anderen) organischen Abfallprodukten und eine Ausbringung vergorener Substrate zu.	Anaerobe Behandlung von Wirtschaftsdünger in einer Biogasanlage (Abschnitt 4.9.6.)

Tabelle 1.2: Beispiele für bedingte BVT bei der betriebsinternen Aufbereitung von Wirtschaftsdünger aus der Schweinehaltung

Ein Beispiel für bedingte BVT bei der Aufbereitung von Geflügelkot ist:

- Einsatz eines externen Trocknungstunnels mit perforiertem Kotband, sofern in der Legehennenhaltung nicht bereits ein Kotbelüftungs- bzw. -trocknungsverfahren oder eine andere Technik zur Minderung der Ammoniakemissionen vorgesehen ist.

Ausbringung von Wirtschaftsdüngern aus der Schweine- und Geflügelhaltung

Allgemeines

Die Nitratrichtlinie sieht Mindestanforderungen für die Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Flächen vor. Ziel ist, einen einheitlichen Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Stickstoffverbindungen zu gewährleisten. Ferner enthält sie Bestimmungen für die Ausbringung von Wirtschaftsdünger in ausgewiesenen gefährdeten Gebieten. In dem vorliegenden Dokument werden nicht alle Bestimmungen dieser Richtlinie angesprochen, da zumeist entsprechende Daten fehlen. Soweit diese Bestimmungen aber angesprochen werden, ist die TAG übereingekommen, dass die BVT gleichermaßen für die Ausbringung innerhalb und außerhalb der ausgewiesenen gefährdeten Gebiete gelten.
In der Verfahrenskette gibt es verschiedene Phasen (vor dem Wirtschaftsdüngeranfall bis nach dem Anfall des Wirtschaftsdüngers und schließlich dessen Ausbringung), in denen die Emissionen verringert bzw. kontrolliert werden können. Unten werden die verschiedenen Techniken aufgeführt, die BVT entsprechen und die in diesen verschiedenen Phasen eingesetzt werden können. BVT entspricht aber nur, wenn jede der vier folgenden Maßnahmen umgesetzt wird:

- Einsatz geeigneter Fütterungstechniken
- Abstimmung der Mengen Wirtschaftsdünger, die ausgebracht werden sollen, auf das zur Verfügung stehende Land und den Bedarf der jeweiligen Kulturpflanzen (gegebenenfalls auch Abstimmung mit dem Einsatz anderer Düngemittel)
- Ausbringmanagement von Wirtschaftsdünger und
- ausschließlicher Einsatz von Verfahren nach BVT bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger und gegebenenfalls auch bei dessen Einarbeitung.

Es entspricht BVT, die Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger in den Boden und das Grundwasser zu minimieren, indem die geplante Ausbringungsmenge auf den tatsächlichen Nährstoffbedarf der jeweiligen Kulturpflanze (unter Beachtung der Mobilisierung von Stickstoff und Phosphat sowie der Mineralstoffe aus dem Boden bzw. aus der sonstigen Düngung) angepasst wird. Für die Berechnung des voraussichtlichen Nährstoffbedarfs des Bodens und der Pflanzen gibt es verschiedene Möglichkeiten, z. B. Nährstoffbilanz des Bodens oder die Berechnung auf der Grundlage der Besatzdichte je Flächeneinheit (in GV/ha).

Es entspricht BVT, bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger die Eigenschaften der jeweiligen landwirtschaftlichen Flächen zu berücksichtigen, und zwar insbesondere die Bodenbeschaffenheit, den Bodentyp, die Hangneigung des Geländes, die Nährstoffversorgung des Bodens, die klimatischen Gegebenheiten, Niederschlagsmengen die Bewässerung sowie die Landnutzung und -bewirtschaftung (einschließlich Fruchtfolge). Es entspricht BVT, durch die Beachtung eines jeden der folgenden Punkte die Gewässerverunreinigung zu verringern:

- keine Ausbringung von Wirtschaftsdünger, wenn der Boden:
  - wassergesättigt
  - überschwemmt
  - gefroren
  - schneebedeckt ist
- keine Ausbringung von Wirtschaftsdünger bei starker Hangneigung
- keine Ausbringung von Wirtschaftsdünger in der Nähe von Wasserläufen (Vorhaltung eines ungedüngten Gewässerrandstreifens) und
- Ausbringung von Wirtschaftsdünger möglichst kurz vor der Hauptwachstumsphase und der Hauptnährstoffaufnahme der Pflanzen.

Es entspricht BVT, Wirtschaftsdünger so auszubringen, dass für die Anlieger eine möglichst geringe Geruchsbelästigung entsteht, und zwar insbesondere durch Beachtung folgender Regeln:

- Ausbringung von Wirtschaftsdünger tagsüber bei geringer Anwesenheitswahrscheinlichkeit der Anwohner, keine Ausbringung an Wochenenden, Feiertagen oder während der Schulferien.
- Berücksichtigung der Windrichtung mit Blick auf die benachbarte Wohnbebauung.

Um die Geruchsemissionen zu minimieren, kann der Wirtschaftsdünger auch aufbereitet werden. So entsteht mehr Spielraum, was die Auswahl geeigneter Flächen und die geeigneten Wetterbedingungen für die Ausbringung betrifft.

Wirtschaftsdünger aus der Schweinehaltung

Die bei der Ausbringung entstehenden Emissionen von Ammoniak in die Luft können durch die Wahl der richtigen Geräte reduziert werden. Als Referenztechnik wird hier ein konventioneller Breitstreuer zugrunde gelegt, wobei eine Ausbringung ohne unverzügliche Einarbeitung erfolgt. Im Allgemeinen gilt, dass Ausbringungstechniken, die die Emission von Ammoniak reduzieren, idR. auch die Geruchsemissionen verringern.

Jede Technik hat ihre Grenzen und kann nicht unter allen Umständen und/oder bei allen Böden eingesetzt werden. Techniken, die eine Injektion des Flüssigmistes vorsehen, zeigen die größten Verringerungen. Allerdings können Techniken, bei der der Flüssigmist auf die Oberfläche aufgetragen und anschließend rasch eingearbeitet wird, eine ähnlich gute Wirkung erzielen. Letzteres erfordert jedoch einen größeren Arbeitsaufwand und zusätzliche Energie(-kosten). Darüber hinaus können sie nur auf landwirtschaftlichen Flächen eingesetzt werden, die unbestellt sind. Die Schlussfolgerungen hinsichtlich BVT werden in Tabelle 3 aufgeführt. Das erzielte Reduktionsniveau ist extrem standortabhängig und kann demnach lediglich als ein Anhaltspunkt für die möglicherweise zu erzielenden Verringerungen gesehen werden.

Die meisten Mitglieder der TAG stimmten darin überein, dass das Verfahren der Injektion (Flüssigmist) oder aber eine Ausbringung mit Breitstreuern (wenn der Boden unbestellt ist) bei anschließender unverzüglicher Einarbeitung (innerhalb von vier Stunden) als BVT zu betrachten ist. Allerdings gab es hier einige abweichende Auffassungen (siehe unten).

Die TAG stimmte ebenfalls darin überein, dass für die Ausbringung von Flüssigmist der Einsatz eines konventionellen Breitstreuers nicht BVT entspricht. Vier Mitgliedstaaten schlugen jedoch vor, auch bestimmte Kombinationstechniken als BVT zu betrachten. Dieser Vorschlag bezog sich auf die Ausbringung mit Breitstreuern bei geringer Wurfbreite und geringem Druck (auf diese Weise entstehen große Tropfen, wodurch eine Zerstäubung bzw. Verwehung durch den Wind vermieden wird). Allerdings setzt dies voraus, dass der Flüssigmist so rasch wie möglich in den Boden (spätestens nach sechs Stunden) eingearbeitet wird oder auf eine bereits bestellte Fläche ausgebracht wird. In bezug auf diesen Vorschlag wurde in der TAG kein Konsens erzielt.

Für die Ausbringung von Schweinefestmist wurde keine BVT vorgeschlagen. Für die Verringerung der Ammoniakemissionen aus dessen Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen ist die Einarbeitung der entscheidende Faktor, nicht die Art des Auswurfs. Bei Grünland ist keine Einarbeitung möglich.

Abweichende Auffassungen:

- Zwei Mitgliedstaaten teilen die Schlussfolgerung nicht, dass nur eine Ausbringung von Schweineflüssigmist mit Breitstreuern, auf die eine unverzügliche Einarbeitung folgt, BVT entspricht. Ihrer Ansicht nach ist die Ausbringung von Schweineflüssigmist mit Breitstreuern an sich bereits als BVT zu sehen, da so bereits eine Verringerung der Emissionen um 30 – 40 % erzielt wird. Sie argumentieren, dass allein durch die Ausbringung mit Breitstreuern bereits eine angemessene Emissionsminderung erzielt werde. Die für eine Einarbeitung erforderlichen Maßnahmen seien organisatorisch schwer zu realisieren und die weitere Verringerung, die so zu erreichen wäre, würde in keinem Verhältnis zu den zusätzlichen Kosten stehen.
- Darüber hinaus gibt es abweichende Auffassungen, was die Einarbeitung von festem Schweinemist betrifft. Zwei Mitgliedstaaten teilen die Schlussfolgerung nicht, dass nur eine schnellstmögliche Einbringung von festem Schweinemist (spätestens nach 12 Stunden) BVT entspricht. Ihrer Ansicht nach ist auch eine Einarbeitung innerhalb von 24 Stunden, die eine Emissionsminderung von rund 50 % bedeutet, als BVT zu betrachten. Sie argumentieren, dass die zusätzliche Verringerung der Ammoniakemissionen, die so zu erreichen ist, in keinem Verhältnis zu den zusätzlichen Kosten und den Problemen im Zusammenhang mit der Logistik steht, die eine raschere Einarbeitung erfordert.

Landnutzung	**BVT**	**Emissions-minderung**	**Art des Wirtschaftsdüngers**	**Anwendungsmöglichkeit**
Grünland und Ackerflächen mit einer Bewuchshöhe unter 30 cm	Schleppschlauch (bandförmige Ausbringung)	30 % diese könnte jedoch bei einer Ausbringung auf einer Grashöhe >10 cm geringer ausfallen	Flüssigmist	Hangneigung (<15 % für Tankwagen; <25 % für Schleppschuh-/ Schleppschlauchtechnik); kein Flüssigmist, der zähflüssig ist oder einen hohen Strohanteil hat; Größe und Form des Felds sind von Bedeutung

Vornehmlich Grünland	Schleppschuh (bandförmige Ausbringung)	40 %	Flüssigmist	Hangneigung (<20 % für Tankwagen; <30 % für Schleppschuh-/ Schleppschlauchtechnik); kein zähflüssiger Flüssigmist, Größe und Form des Feldes, Grasshöhe unter 8 cm
Grünland	Schlitzverfahren (offener Schlitz)	60 %	Flüssigmist	Hangneigung <12 %, größere Einschränkungen hinsichtlich Bodenart und –beschaffenheit, kein zähflüssiger Flüssigmist
Vornehmlich Grünland, Ackerflächen	Schlitzverfahren (geschlossener Schlitz)	80 %	Flüssigmist	Hangneigung <12 %, größere Einschränkungen hinsichtlich Bodenart und –beschaffenheit, kein zähflüssiger Flüssigmist
Ackerflächen	Ausbringung mit Breitstreuern und Einarbeitung innerhalb von vier Stunden	80 %	Flüssigmist	Einarbeitung ist nur auf unbestellten landwirtschaftlichen Flächen möglich; andernfalls ist die Ausbringung mit Breitstreuern ohne Einarbeitung BVT
Ackerflächen	Schnellstmögliche Einarbeitung, spätestens nach 12 Stunden	Innerhalb von: 4 Std.: 80 % 12 Std.: 60 – 70 %	Schweine-festmist	Nur für landwirtschaftliche Flächen, die unbestellt sind

Tabelle 1.3: BVT – Ausbringungsgeräte für Wirtschaftsdünger aus der Schweinehaltung

Geflügelfestmist

Geflügelfestmist hat einen hohen Gehalt an verfügbarem Stickstoff. Daher ist es wichtig, eine gleichmäßige Verteilung und eine exakte Einhaltung der Ausbringungsmengen sicherzustellen. In dieser Hinsicht ist der Streuer mit seitlichem Auswurf kein gutes Verfahren. Streuer mit Auswurf nach hinten und Zwei-Nutzungsstreuer erweisen sich hier als sehr viel zweckmäßiger. Für nassen Geflügelfestmist (<20 % TS) aus Käfighaltungsverfahren (wie beispielsweise in Abschnitt 4.5.1.4 beschrieben) ist eine Ausbringung bei geringer Wurfbreite und geringem Druck die einzig mögliche Ausbringungstechnik. Allerdings wurde keine Schlussfolgerung gezogen, welche Technik als BVT zu betrachten ist. Für die Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Ausbringung von Geflügelfestmist ist die Einarbeitung der entscheidende Faktor, nicht die Art des Auswurfs. Bei Grünland ist keine Einarbeitung möglich.
Bei der Ausbringung von – feuchtem oder trockenem –Geflügelfestmist ist eine Einarbeitung innerhalb von 12 Stunden als BVT zu betrachten. Eine Einarbeitung ist nur auf unbestellten Ackerflächen möglich. Die zu erzielende Emissionsminderung liegt bei 90 %; dies ist jedoch extrem standortabhängig und lediglich als ein Anhaltspunkt für die potenzielle Reduktion zusehen.

Abweichende Auffassung:

Zwei Mitgliedstaaten teilen die Schlussfolgerung nicht, dass nur eine Einarbeitung von festem Geflügelfestmist innerhalb von 12 Stunden BVT entspricht. Ihrer Ansicht nach ist auch eine Einarbeitung innerhalb von 24 Stunden, durch die eine Minderung der Ammoniakemissionen von rund 60 – 70 % erzielt werden kann, als BVT zu betrachten. Sie argumentieren, dass die zusätzliche Verringerung der Ammoniakemissionen, die so zu erreichen ist, in keinem Verhältnis zu den zusätzlichen Kosten und den Problemen im Zusammenhang mit der Logistik steht, die eine raschere Einarbeitung erfordert.

Abschließende Bemerkungen

Eine Besonderheit der vorliegenden Arbeit ist, dass das Potenzial zur Reduktion der Ammoniakemissionen, das durch die in Kapitel 4 beschriebenen Techniken erzielt werden kann, als relative Reduktion (in %) im Vergleich zur Referenztechnik angegeben wird. Der Grund hierfür ist, dass in der Tierhaltung die Verbrauchs- und Emissionswerte von vielen verschiedenen Faktoren abhängig sind, beispielsweise von der Tierrasse, den Futtermittelzubereitungen, der jeweiligen Produktionsphase und dem angewandten Managementsystem. Aber auch andere Faktoren wie das Klima und die Bodeneigenschaften spielen eine Rolle. Folge ist, dass die absoluten Ammoniakemissionen aus den verschiedenen Abschnitten der Verfahrenskette (Haltungsverfahren,

Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger) äußerst unterschiedlich sind, was eine Ermittlung der absoluten Werte sehr schwierig macht. Aus diesem Grunde wurde es vorgezogen, das Ammoniakreduktionspotenzial in Prozenten auszudrücken.

Umfang des Konsenses

Das vorliegende BVT-Merkblatt wird von den meisten Mitgliedern der TAG unterstützt, obwohl hinsichtlich von fünf BVT-Schlussfolgerungen abweichende Auffassungen bestehen. Die ersten beiden abweichenden Auffassungen betreffen ein Haltungsverfahren für deckfähige/trächtige Sauen bzw. für Mastschweine (Vormast/Endmast). Die dritte abweichende Auffassung betrifft die Ausbringung von Schweineflüssigmist durch Breitverteiler mit anschließender Einarbeitung. Die vierte und die fünfte abweichende Auffassung besteht hinsichtlich der Zeit, die zwischen der Ausbringung und der Einarbeitung von Schweine- und Geflügelfestmist maximal verstreichen darf. Alle fünf abweichenden Auffassungen sind in dieser Zusammenfassung umfassend dargestellt worden.

Empfehlungen für die künftige Arbeit

Mit Blick auf künftige Überarbeitungen des BVT-Merkblatts sollten alle Mitglieder der TAG und andere interessierte Gruppen weiter einschlägige Informationen sammeln, und zwar in einem Format, das einen Vergleich der bestehenden Emissions- und Verbrauchswerte sowie der Leistung der Verfahren ermöglicht, die bei der Ermittlung der BVT berücksichtigt werden sollten. Was das Monitoring betrifft, wurden nur sehr wenige Informationen bereitgestellt. Daher sollte dies bei einer künftigen Überarbeitung des BVT-Merkblatts im Mittelpunkt stehen. Darüber hinaus gibt es noch weitere spezifische Bereiche, über die nicht genügend Daten und Informationen vorliegen, und zwar über:

- ausgestaltete Käfige für Legehennen
- Puten, Enten und Perlhühner
- die Verwendung von Einstreu in Schweineställen
- die mit der mehrphasigen Fütterung von Schweinen und Geflügel verbundenen Kosten und die hierfür erforderliche Ausstattung
- die Techniken für die betriebsinterne Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern; hier sind weitere qualitative und quantitative Informationen erforderlich, um eine bessere Einschätzung hinsichtlich der BVT zu ermöglichen
- die Zugabe von Zusatzstoffen zum Wirtschaftsdünger
- Lärm, Energie, Abwasser und Abfälle
- Themen wie den Trockenmassegehalt von Wirtschaftsdünger und die Bewässerung
- Die Festlegung eines Mindestabstandes zu Wasserläufen, wenn Wirtschaftsdünger auf die Felder aufgebracht werden
- Erarbeitung von Werten, bis zu welcher Hangneigung von landwirtschaftlichen Flächen Wirtschaftsdünger ausgebracht werden kann
- nachhaltige Entwässerungstechniken.

Bei der Erarbeitung des vorliegenden Dokuments wurde auch das Wohlbefinden der Tiere berücksichtigt. Allerdings wäre es sinnvoll, Kriterien für die Bewertung des Wohlbefindens der Tiere bei den verschiedenen Haltungsverfahren zu entwickeln.

Themenvorschläge für künftige FuE-Maßnahmen

Abschnitt 6.5 des Hauptteils des BVT-Merkblatts enthält eine Liste von rund 30 Themen, die als mögliche Themen für künftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte in Frage kommen könnten.

Über ihre FuE-Programme lanciert und fördert die Europäische Gemeinschaft eine Reihe von Projekten, die sich mit umweltverträglichen Technologien, neuen Entwicklungen in der Abwasserbehandlung und –aufbereitung sowie Managementstrategien befassen. Diese Projekte können möglicherweise einen wichtigen Beitrag zu künftigen BVT-Merkblatt-Überarbeitungen leisten. Die Leser werden daher gebeten, das Europäische IPPC-Büro über alle Forschungsergebnisse zu unterrichten, die für den Anwendungsbereich dieses Dokuments von Bedeutung sind (siehe auch das Vorwort zu diesem Dokument).

VORWORT

1. Status des Dokuments

Sofern nicht anders angegeben, beziehen sich alle Hinweise auf „die Richtlinie“ im vorliegenden Dokument auf die Richtlinie 96/61/EG des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung. Wie die Richtlinie berührt auch dieses Dokument nicht die Vorschriften der Gemeinschaft über die Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz.

Dieses Dokument ist Teil einer Reihe, in der die Ergebnisse eines Informationsaustauschs zwischen den EU-Mitgliedstaaten und der betroffenen Industrie über beste verfügbare Techniken (BVT), die damit verbundenen Überwachungsmaßnahmen und die Entwicklungen auf diesem Gebiet vorgestellt werden. Es wird von der Europäischen Kommission gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie veröffentlicht und muss daher gemäß Anhang IV der Richtlinie bei der Festlegung der „besten verfügbaren Techniken” berücksichtigt werden.

2. Rechtliche Pflichten und Definition der BVT gemäß der Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung

Um dem Leser das Verständnis des rechtlichen Rahmens zu erleichtern, in dem das vorliegende Dokument ausgearbeitet wurde, werden im Vorwort die wichtigsten Bestimmungen der Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung beschrieben und eine Definition des Begriffs „beste verfügbare Techniken” gegeben. Diese Beschreibung muss zwangsläufig unvollständig sein und dient ausschließlich der Information. Sie hat keine rechtlichen Konsequenzen und ändert oder berührt in keiner Weise die Bestimmungen der Richtlinie.

Die Richtlinie dient der integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, die durch die im Anhang I aufgeführten Tätigkeiten verursacht wird, damit insgesamt ein hohes Umweltschutzniveau erreicht wird. Die Rechtsgrundlage der Richtlinie bezieht sich auf den Umweltschutz. Bei ihrer Anwendung sollten auch die anderen Ziele der Gemeinschaft, wie die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie, berücksichtigt werden, so dass sie zu einer nachhaltigen Entwicklung beiträgt.

Im Einzelnen sieht sie ein Genehmigungsverfahren für bestimmte Kategorien industrieller Anlagen vor und verlangt sowohl von den Betreibern als auch von den Durchführungsbehörden und sonstigen Einrichtungen eine integrierte, ganzheitliche Betrachtung des Umweltverschmutzungs- und Verbrauchspotenzials der Anlage. Das Gesamtziel dieses integrierten Konzepts muss darin bestehen, das Management und die Kontrolle der industriellen Prozesse so zu verbessern, dass ein hoher Schutz der ganzen Umwelt sichergestellt ist. Von zentraler Bedeutung für dieses Konzept ist das in Artikel 3 verankerte allgemeine Prinzip, nach dem die Betreiber alle geeigneten Vorsorgemaßnahmen gegen Umweltverschmutzungen zu treffen haben, insbesondere durch den Einsatz der besten verfügbaren Techniken, mit deren Hilfe sie ihre Umweltschutzleistungen verbessern können.

Der Begriff „beste verfügbare Techniken“ ist in Artikel 2 Absatz 11 der Richtlinie definiert als „der effizienteste und fortschrittlichste Entwicklungsstand der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, der spezielle Techniken als praktisch geeignet erscheinen lässt, grundsätzlich als Grundlage für die Emissionsgrenzwerte zu dienen, um Emissionen in und Auswirkungen auf die gesamte Umwelt allgemein zu vermeiden oder, wenn dies nicht möglich ist, zu vermindern.“ Weiter heißt es in der Begriffsbestimmung in Artikel 2 Absatz 11:

„Techniken“ beinhalten sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlage geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt wird.

Als „verfügbar“ werden jene Techniken bezeichnet, die in einem Maßstab entwickelt sind, der unter Berücksichtigung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses die Anwendung unter in der betreffenden Branche wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen ermöglicht, unabhängig davon, ob diese Techniken innerhalb des betreffenden Mitgliedstaats verwendet oder hergestellt werden, sofern sie zu vertretbaren Bedingungen für den Betreiber zugänglich sind.

Als „beste“ gelten jene Techniken, die am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzes für die Umwelt als Ganzes sind.

Anhang IV der Richtlinie enthält eine Liste von „Punkten, die bei Festlegung der besten verfügbaren Techniken im Allgemeinen wie auch im Einzelfall zu berücksichtigen sind ... unter Berücksichtigung der sich aus einer Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens sowie des Grundsatzes der Vorsorge und Vermeidung“. Diese Punkte schließen jene Informationen ein, die von der Kommission gemäß Artikel 16 Absatz 2 veröffentlicht werden.

Die für die Erteilung von Genehmigungen zuständigen Behörden haben bei der Festlegung der Genehmigungsauflagen die in Artikel 3 verankerten allgemeinen Prinzipien zu berücksichtigen. Diese Genehmigungsauflagen müssen Emissionsgrenzwerte enthalten, die gegebenenfalls durch äquivalente Parameter oder technische Maßnahmen erweitert oder ersetzt werden. Entsprechend Artikel 9 Absatz 4 der Richtlinie müssen sich diese Emissionsgrenzwerte, äquivalenten Parameter und technischen Maßnahmen unbeschadet der Einhaltung der Umweltqualitätsnormen auf die besten verfügbaren Techniken stützen, ohne dass die Anwendung einer bestimmten Technik oder Technologie vorgeschrieben wird. Hierbei sind die technische Beschaffenheit der betreffenden Anlage, ihr Standort und die jeweiligen örtlichen Umweltbedingungen zu berücksichtigen. In jedem Fall haben die Genehmigungsauflagen Vorkehrungen zur weitestgehenden Verminderung weiträumiger oder grenzüberschreitender Umweltverschmutzungen vorzusehen und einen hohen Schutz für die Umwelt als Ganzes sicherzustellen.

Gemäß Artikel 11 der Richtlinie haben die Mitgliedstaaten dafür zu sorgen, dass die zuständigen Behörden die Entwicklungen bei den besten verfügbaren Techniken verfolgen oder darüber informiert sind.

3. Ziel des Dokuments

Entsprechend Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie hat die Kommission „einen Informationsaustausch zwischen den Mitgliedstaaten und der betroffenen Industrie über die besten verfügbaren Techniken, die damit verbundenen Überwachungsmaßnahmen und die Entwicklungen auf diesem Gebiet“ durchzuführen und die Ergebnisse des Informationsaustausches zu veröffentlichen.

Der Zweck des Informationsaustausches ist unter der Erwägung 25 der Richtlinie erläutert, in der es heißt: „Die Entwicklung und der Austausch von Informationen auf Gemeinschaftsebene über die besten verfügbaren Techniken werden dazu beitragen, das Ungleichgewicht auf technologischer Ebene in der Gemeinschaft auszugleichen, die weltweite Verbreitung der in der Gemeinschaft festgesetzten Grenzwerte und der angewandten Techniken zu fördern und die Mitgliedstaaten bei der wirksamen Durchführung dieser Richtlinien zu unterstützen.“

Zur Unterstützung der unter Artikel 16 Absatz 2 vorgesehenen Maßnahmen hat die Kommission (GD Umwelt) ein Informationsaustauschforum (IEF) geschaffen, unter dessen Schirmherrschaft mehrere technische Arbeitsgruppen eingesetzt wurden. Bei diesem Forum und in den technischen Arbeitsgruppen sind, wie in Artikel 16 Absatz 2 verlangt, sowohl die Mitgliedstaaten als auch die Industrie vertreten.

In dieser Dokumentenreihe werden der Informationsaustausch, wie er gemäß Artikel 16 Absatz 2 stattgefunden hat, genau wiedergegeben und der Genehmigungsbehörde Referenzinformationen für die Genehmigungsauflagen zur Verfügung gestellt. Mit ihren Informationen über die besten verfügbaren Techniken sollen diese Dokumente als ein wertvolles Mittel zur Verbesserung der Umweltschutzleistung dienen.

4. Informationsquellen

Dieses Dokument enthält eine Zusammenfassung von Informationen, die aus verschiedenen Quellen, einschließlich sachkundiger Angaben der zur Unterstützung der Kommission geschaffenen Arbeitsgruppen, stammen und von den Dienststellen der Kommission geprüft wurden. Alle Beiträge werden dankbar anerkannt.

5. Anleitung zum Verständnis und zur Benutzung des Dokuments

Die im vorliegenden Dokument enthaltenen Informationen sind zur Unterstützung bei der Bestimmung der BVT in speziellen Fällen gedacht. Bei der Bestimmung der BVT und bei den auf BVT basierenden Genehmigungsauflagen ist stets vom Gesamtziel, d. h. einem hohen Schutz für die Umwelt als Ganzes, auszugehen. Der verbleibende Teil dieses Abschnitts beschreibt, welche Art von Informationen die einzelnen Kapitel des Dokuments enthalten.

Kapitel 1 enthält auf europäischer Ebene gesammelte allgemeine Informationen über die betroffenen Agrarsektoren. Dazu gehören Wirtschaftsdaten, Mengenangaben über den Verbrauch und die Erzeugung von Eiern, Geflügel- und Schweinefleisch sowie Informationen über einige gesetzliche Vorschriften.

In Kapitel 2 sind die Produktionssysteme und -verfahren beschrieben, die allgemein in Europa angewandt werden. Dieses Kapitel bildet die Grundlage für die Referenzsysteme, die in Kapitel 4 für die Prüfung der Umweltschutzleistung von Emissionsminderungsverfahren angegeben sind. Es ist nicht beabsichtigt, nur die Referenzverfahren zu beschreiben, und es können auch nicht alle in der Praxis anzutreffenden Varianten eines Verfahrens erfasst werden.

Kapitel 3 enthält Daten und Informationen über die Emissions- und Verbrauchswerte bestehender Anlagen. Sie zeigen den Stand zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieses Dokuments. In dem Kapitel wird versucht zu zeigen, welche Faktoren für die unterschiedlichen Verbrauchs- und Emissionsmengen verantwortlich sind.

In Kapitel 4 sind die Verfahren beschrieben, die für die Bestimmung der BVT wie auch für die auf BVT basierenden Genehmigungsauflagen höchst wichtig sind. Diese Informationen schließen die Verbrauchs- und Emissionswerte ein, die sich mit dem jeweiligen Verfahren erreichen lassen, einige Hinweise auf die mit der Anwendung verbundenen Kosten und medienübergreifenden Auswirkungen sowie Angaben über die Anwendbarkeit der Technik in Anlagen, die der IVU-Genehmigung unterliegen (z. B. neue, bestehende, große oder kleine Anlagen). Verfahren, die allgemein als veraltet gelten, wurden nicht berücksichtigt.

In Kapitel 5 werden die Verfahren und die Emissions- und Verbrauchswerte aufgeführt, die allgemein den Anforderungen an die besten verfügbaren Techniken entsprechen. Dabei geht es darum, allgemeine Angaben über die Emissions- und Verbrauchswerte zu liefern, die für die auf BVT basierenden Genehmigungsauflagen oder für allgemein verbindliche Vorschriften gemäß Artikel 9 Absatz 8 als Bezug gelten können. Jedoch muss darauf hingewiesen werden, dass es sich in diesem Dokument nicht um Vorschläge für Emissionsgrenzwerte handelt. Bei den Genehmigungsauflagen sind lokale, standortspezifische Faktoren wie die technischen Merkmale der betreffenden Anlage, ihr Standort und die örtlichen Umweltbedingungen zu berücksichtigen. Ferner ist bei bestehenden Anlagen die wirtschaftliche und technische Vertretbarkeit einer Modernisierung zu beachten. Allein der angestrebte hohe Schutz für die Umwelt als Ganzes erfordert nicht selten ein Abwägen der einzelnen Umweltauswirkungen, was wiederum oft von lokalen Erwägungen beeinflusst wird.

Obgleich im vorliegenden Dokument der Versuch unternommen wird, einige dieser Aspekte aufzugreifen, ist eine umfassende Behandlung in diesem Rahmen nicht möglich. Somit sind die in Kapitel 5 aufgeführten Verfahren und Zahlenwerte nicht notwendigerweise auf alle Anlagen anwendbar. Andererseits verlangt die Pflicht zur Sicherung eines hohen Umweltschutzes einschließlich einer weitestgehenden Verminderung der weiträumigen und grenzüberschreitenden Umweltverschmutzung, dass Genehmigungsauflagen nicht aus rein lokalen Erwägungen erteilt werden. Daher ist es von größter Bedeutung, dass die Genehmigungsbehörden die in diesem Dokument enthaltenen Informationen in vollem Umfang berücksichtigen.

Da sich die besten verfügbaren Techniken mit der Zeit ändern, wird dieses Dokument bei Bedarf überprüft und aktualisiert. Stellungnahmen und Vorschläge sind an das Europäische IPPC-Büro beim Institut für technologische Zukunftsforschung zu senden:

Edificio Expo, C/ Inca Garcilaso s/n, E-41092 Sevilla, Spanien
Telefon: +34 95 4488 284
Fax: +34 95 4488 426
E-Mail: eippcb@jrc.es
Internet: http://eippcb.jrc.es

Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs

BVT-Merkblatt "Beste verfügbare Techniken der Intensivhaltung“ von Geflügel und Schweinen"

EXECUTIVE SUMMARY I

PREFACE..... XXIII

SCOPE OF WORK..... XXXIX

1 GENERAL INFORMATION..... 1
1.1 Intensive livestock farming 1
1.2 The poultry production sector in Europe 2
1.2.1 Egg production..... 3
1.2.2 Broiler production 5
1.2.3 Economics of the poultry sector..... 7
1.3 The pig production sector in Europe 10
1.3.1 Dimension, evolution and geographical distribution of the pig production sector in Europe 10
1.3.2 Production and consumption of pork.. 15
1.3.3 Economics of the pig sector..... 17
1.4 Environmental issues of intensive poultry and pig farming 18
1.4.1 Emissions to air 20
1.4.2 Emissions to soil, groundwater and surface water 22
1.4.3 Other emissions 24

2 APPLIED PRODUCTION SYSTEMS AND TECHNIQUES..... 25
2.1 Introduction 25
2.2 Poultry production 26
2.2.1 Production of eggs..... 26
2.2.1.1 Cage battery systems for laying hens..... 27
2.2.1.1.1 Battery system with open manure storage under the cages..... 29
2.2.1.1.2 Battery systems with aerated open manure storage (deep-pit or high-rise systems and canal house)..... 29
2.2.1.1.3 Stilt house system 30
2.2.1.1.4 Battery system with manure removal by way of scrapers to a closed storage..... 31
2.2.1.1.5 Manure-belt battery with frequent removal of manure to a closed storage with or without drying. 31

ZUSAMMENFASSUNG I

VORWORT XXIII

UMFANG XXXIX

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN ... 1
1.1 Intensivtierhaltung 1
1.2 Der Geflügelproduktionssektor in Europa 2
1.2.1 Eierproduktion 3
1.2.2 Broilerproduktion 5
1.2.3 Ökonomie des Geflügelsektors 7
1.3 Der Schweineproduktionssektor in Europa..... 10
1.3.1 Ausmaß, Entwicklung und geographische Verteilung des Schweineproduktionssektors in Europa..... 10
1.3.2 Produktion und Verbrauch von Schweinefleisch 15
1.3.3 Ökonomie des Schweinesektors 17
1.4 Umweltrelevante Emissionen der Intensivtierhaltung von Geflügel und Schweinen..... 18
1.4.1 Emissionen in die Atmosphäre 20
1.4.2 Emissionen in Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer 22
1.4.3 Andere Emissionen 24

2 EINGESETZTE PRODUKTIONSVERFAHREN UND TECHNIKEN 25
2.1 Einführung 25
2.2 Geflügelproduktion..... 26
2.2.1 Eierproduktion 26
2.2.1.1 Käfigbatterieverfahren für Legehennen 27
2.2.1.1.1 Batterieverfahren mit offener Kotlagerung unter den Käfigen .. 29
2.2.1.1.2 Batterieverfahren mit belüfteter offener Kotlagerung (belüftete Kotgrube und belüfteter Kotkanal (Kotkellerstall mit und ohne Belüftungskanälen)) 29
2.2.1.1.3 Käfighaltung in einem “Stilt House“ 30
2.2.1.1.4 Käfigbatterieverfahren mit Entmistung per Kotschieber zu einer geschlossenen Lagerstätte . 31
2.2.1.1.5 Käfigbatterie mit häufiger Entmistung zu einer geschlossenen Lagerstätte mit und ohne Trocknung..... 31

2.2.1.1.6 Enriched cage ... 32
2.2.1.2 Non-cage housing systems for laying hens ... 34
2.2.1.2.1 Deep litter system for laying hens .. 34
2.2.1.2.2 Aviary system (perchery) ... 35
2.2.2 Production of broiler meat ... 35
2.2.3 Other poultry production sectors ... 36
2.2.3.1 Production of turkeys ... 36
2.2.3.1.1 Commonly applied housing systems ... 36
2.2.3.1.2 Closed house system ... 37
2.2.3.1.3 Partially ventilated littered floor system ... 38
2.2.3.2 Production of ducks ... 39
2.2.3.3 Production of guinea fowl ... 40
2.2.4 Control of poultry housing climate ... 40
2.2.4.1 Temperature control and ventilation ... 40
2.2.4.2 Illumination ... 43
2.2.5 Poultry feeding and watering ... 44
2.2.5.1 Poultry feed formulation ... 44
2.2.5.2 Feeding systems ... 45
2.2.5.3 Drinking water supply systems ... 46
2.3 Pig production ... 47
2.3.1 Pig housing and manure collection ... 47
2.3.1.1 Housing systems for mating and gestating sows ... 49
2.3.1.1.1 Individual housing with a fully or partly-slatted floor for mating and gestating sows ... 50
2.3.1.1.2 Sow crates with a solid floor for mating and gestating sows ... 50
2.3.1.1.3 Group housing with or without straw for gestating sows ... 51
2.3.1.2 Housing systems for farrowing sows ... 52
2.3.1.2.1 Housing for farrowing sows with confined movement ... 52
2.3.1.2.2 Housing of farrowing sows allowing sow movement ... 54
2.3.1.3 Housing systems for weaners ... 54
2.3.1.4 Housing of growers-finishers ... 57
2.3.1.4.1 Housing of growers-finishers on a fully-slatted floor ... 57
2.3.1.4.2 Housing of growers/finishers on a partly-slatted floor ... 58
2.3.1.4.3 Housing of growers-finishers on a solid concrete floor and straw ... 59
2.3.2 Control of pig housing climate ... 61
2.3.2.1 Heating of pig housing ... 62
2.3.2.2 Ventilation of pig housing ... 63
2.3.2.3 Illumination of pig housing ... 66

2.2.1.1.6 Ausgestalter Käfig ... 32
2.2.1.2 Techniken zur “käfiglosen Haltung” von Legehennen ... 34
2.2.1.2.1 Tiefstreuställe für Legehennen ... 34
2.2.1.2.2 Volierenverfahren ... 35
2.2.2 Produktion von Broilerfleisch ... 35
2.2.3 Sonstige Sektoren der Geflügelproduktion ... 36
2.2.3.1 Produktion von Puten ... 36
2.2.3.1.1 Üblicherweise eingesetzte Verfahren ... 36
2.2.3.1.2 Geschlossene Stallsysteme ... 37
2.2.3.1.3 Teilgelüftete Bodenhaltunsgverfahren mit Einstreu ... 38
2.2.3.2 Produktion von Enten ... 39
2.2.3.3 Produktion von Perlhühnern ... 40
2.2.4 Regelung des Stallklimas ... 40
2.2.4.1 Temperaturregelung und Lüftung 40
2.2.4.2 Beleuchtung ... 43
2.2.5 Geflügelfütterung und –tränke ... 44
2.2.5.1 Futtermischungen für Geflügel ... 44
2.2.5.2 Fütterungsverfahren ... 45
2.2.5.3 Tränkeverfahren ... 46
2.3 Schweineproduktion ... 47
2.3.1 Schweinehaltung und Sammlung von Wirtschaftsdünmger ... 47
2.3.1.1 Haltungsverfahren für leere und tragende Sauen ... 49
2.3.1.1.1 Einzelhaltung mit Voll- oder Teilspaltenboden für leere und tragende Sauen ... 50
2.3.1.1.2 Sauenstände mit planbefestigtem Boden für leere und tragende Sauen ... 50
2.3.1.1.3 Gruppenhaltung mit oder ohne Einstreu für leere und tragende Sauen ... 51
2.3.1.2 Haltungsverfahren für ferkelführende Sauen ... 52
2.3.1.2.1 Haltung von ferkelführenden Sauen mit begrenzter Bewegungsmöglichkeit ... 52
2.3.1.2.2 Haltung von ferkelführenden Sauen mit Bewegungsmöglichkeit ... 54
2.3.1.3 Haltungsverfahren für abgesetzte Ferkel ... 54
2.3.1.4 Haltungsverfahren für Mastschweine ... 57
2.3.1.4.1 Haltung von Mastschweinen auf Vollspaltenboden ... 57
2.3.1.4.2 Haltung von Mastschweine auf Teilspaltenboden ... 58
2.3.1.4.3 Haltung von Mastschweinen auf planbesfestigtem Boden und Einstreu ... 59
2.3.2 Regelung des Stallklimas in der Schweinehaltung ... 61
2.3.2.1 Beheizung von Schweineställen ... 62
2.3.2.2 Lüftung von Schweineställen ... 63
2.3.2.3 Beleuchtung von Schweineställen .. 66

2.3.3 Pig feeding and watering systems 67
2.3.3.1 Pig feed formulation 67
2.3.3.2 Feeding systems 68
2.3.3.3 Drinking water supply systems 70
2.4 Processing and storage of animal feed ... 70
2.5 Collection and storage of manure 71
2.5.1 Poultry manure 73
2.5.2 Pig manure 73
2.5.3 Storage systems for solid and litter based manure (FYM) 74
2.5.4 Storage systems for slurry 75
2.5.4.1 Slurry storage in tanks 75
2.5.4.2 Slurry storage in earth-banked stores or lagoons 76
2.5.4.3 Slurry storage in flexible bags 77
2.6 On-farm manure processing 77
2.6.1 Mechanical separators 78
2.6.2 Aerobic treatment of liquid manure.... 78
2.6.3 Aerobic treatment of solid manure (composting) 79
2.6.4 Anaerobic treatment 79
2.6.5 Anaerobic lagoons 79
2.6.6 Pig manure additives 80
2.6.7 Impregnation with peat 82
2.7 Manure application techniques 83
2.7.1 Slurry transport systems 84
2.7.1.1 Vacuum tanker 84
2.7.1.2 Pumped tanker 84
2.7.1.3 Umbilical hose 84
2.7.1.4 Irrigator 84
2.7.2 Slurry application systems 85
2.7.2.1 Broadcast spreader 85
2.7.2.2 Band spreader 87
2.7.2.3 Trailing shoe spreader 87
2.7.2.4 Injector (open slot) 88
2.7.2.5 Injector (closed slot) 88
2.7.2.6 Incorporation 89
2.7.3 Solid manure application systems 90
2.8 Transport on-farm 91
2.9 Maintenance and cleaning 91
2.10 Use and disposal of residues 92
2.11 Storage and disposal of carcases 93
2.12 Treatment of waste water 93
2.13 Installations for heat and power production 94
2.14 Monitoring and control of consumption and emission 94

2.3.3 Schweinefütterung und –tränke 67
2.3.3.1 Futtermischungen für Schweine 67
2.3.3.2 Fütterungsverfahren 68
2.3.3.3 Versorgung mit Tränkewasser 70
2.4 Herstellung und Lagerung von Tierfutter 70
2.5 Sammlung und Lagerung von Wirtschaftsdünger 71
2.5.1 Wirtschaftsdünger von Geflügel 73
2.5.2 Wirtschaftsdünger von Schweinen.... 73
2.5.3 Lagerungsverfahren für feste und Einstreubasierte Wirtschaftsdünger . 74
2.5.4 Lagerungsverfahren für Gülle 75
2.5.4.1 Güllelagerung in Tanks 75
2.5.4.2 Güllelagerung in Erdbecken und Güllelagunen 76
2.5.4.3 Güllelagerung in flexiblen (Folien-)Behältern 77
2.6 Wirtschaftsdüngerbehandlung auf dem Betrieb 77
2.6.1 Mechanische Trennverfahren 78
2.6.2 Aerobe Behandlung von flüssigen Wirtschaftsdüngern 78
2.6.3 Aerobe Behandlung von festen Wirtschaftsdüngern (Kompostierung) 79
2.6.4 Anaerobe Behandlung 79
2.6.5 Klärteiche 79
2.6.6 Schweinegüllezusätze 80
2.6.7 Vermischung mit Torf 82
2.7 Verfahren zur Ausbringung von Wirtschaftsdüngern 83
2.7.1 Gülletransportverfahren 84
2.7.1.1 Vakuumtankwagen 84
2.7.1.2 Pumptankwagen 84
2.7.1.3 Verschlauchung 84
2.7.1.4 Beregnung 84
2.7.2 Gülleausbringungsverfahren 85
2.7.2.1 Breitverteiler 85
2.7.2.2 Verteiler mit bandförmiger Ausbringung 87
2.7.2.3 Schlepsschuhverteiler 87
2.7.2.4 Gülleschlitzverfahren (offener Schlitz) 88
2.7.2.5 Gülleschlitzverfahren (geschlossener Schlitz) 88
2.7.2.6 Einarbeitung 89
2.7.3 Festmistausbringungsverfahren 90
2.8 Transport auf dem Betriebsgelände 91
2.9 Wartung und Reinigung 91
2.10 Nutzung und Entsorgung von Rückständen 92
2.11 Lagerung und Entsorgung von Tierkörpern (Karkassen) 93
2.12 Behandlung von Abwasser 93
2.13 Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung 94
2.14 Überwachung und Kontrolle von Verbräuchen und Emissionen 94

3 CONSUMPTION AND EMISSION LEVELS OF INTENSIVE POULTRY AND PIG FARMS 97
3.1 Introduction 97
3.2 Consumption levels 98
3.2.1 Feed consumption and nutritional levels 98
3.2.1.1 Poultry feeding 99
3.2.1.2 Pig feeding 100
3.2.2 Water consumption 104
3.2.2.1 Water requirements of poultry farms 104
3.2.2.1.1 Animal consumption 104
3.2.2.1.2 Use of cleaning water 105
3.2.2.2 Water requirements of pig farms 105
3.2.2.2.1 Animal consumption 105
3.2.2.2.2 Use of cleaning water 107
3.2.3 Energy consumption 107
3.2.3.1 Poultry farms 108
3.2.3.2 Pig farms 109
3.2.4 Other inputs 111
3.2.4.1 Bedding (litter) 111
3.2.4.2 Cleaning material 112
3.3 Emission levels 112
3.3.1 Excretion of manure 113
3.3.1.1 Levels of excretion and characteristics of poultry manure 113
3.3.1.2 Levels of excretion and characteristics of pig manure 116
3.3.2 Emissions from housing systems 120
3.3.2.1 Emissions from poultry housing 120
3.3.2.2 Emissions from pig housing 121
3.3.3 Emissions from external manure storage facilities 122
3.3.4 Emissions from manure treatment 122
3.3.5 Emissions from landspreading 123
3.3.5.1 Emissions to air 123
3.3.5.2 Emissions to soil and groundwater ... 124
3.3.5.3 Emissions N, P and K to surface water 125
3.3.5.4 Emissions of heavy metals 125
3.3.6 Emissions of odour 127
3.3.7 Noise 127
3.3.7.1 Sources and emissions on poultry farms 128
3.3.7.2 Sources and emissions on pig farms .. 129
3.3.8 Quantification of other emissions 129

4 TECHNIQUES TO CONSIDER IN THE DETERMINATION OF BAT 131
4.1 Good agricultural practice for environmental management 132

3 VERBRAUCHS- UND EMISSIONSWERTE BEI DER INTENSIVTIERHALTUNG VON SCHWEINE- UND GEFLÜGEL HALTENDEN BETRIEBEN 97
3.1 Einführung .....
3.2 Verbrauchswerte 98
3.2.1 Futterverbrauch und Ernährungsniveau 98
3.2.1.1 Geflügelfütterung 99
3.2.1.2 Schweinefütterung 100
3.2.2 Wasserverbrauch 104
3.2.2.1 Wasserbedarf in Geflügel haltenden Betrieben 104
3.2.2.1.1 Verbrauch durch Tiere 104
3.2.2.1.2 Nutzung von Reinigungswasser .. 105
3.2.2.2 Wasserbedarf in Schweine haltenden Betrieben 105
3.2.2.2.1 Verbrauch durch Tiere 105
3.2.2.2.2 Nutzung von Reinigungswasser .. 107
3.2.3 Energieverbrauch 107
3.2.3.1 Geflügel haltende Betriebe 108
3.2.3.2 Schweine haltende Betriebe 109
3.2.4 Sonstiger Materialeinsatz 111
3.2.4.1 Einstreu 111
3.2.4.2 Reinigungsmittel 112
3.3 Emissionswerte 112
3.3.1 Auscheidungen 113
3.3.1.1 Ausscheidungsmengen und – charakteristik von Geflügeldung 113
3.3.1.2 Ausscheidungsmengen und – charakteristik von Schweinedung ... 116
3.3.2 Emissionen von Haltungsverfahren .. 120
3.3.2.1 Emissionen der Geflügelhaltung ... 120
3.3.2.2 Emissionen der Schweinehaltung .. 121
3.3.3 Emissionen von außenliegenden Anlagen zur Lagerung von Wirtschaftsdüngern 122
3.3.4 Emissionen bei der Behandlung von Wirtschaftsdüngern 122
3.3.5 Emssionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern 123
3.3.5.1 Emissionen in die Luft 123
3.3.5.2 Emissionen in Boden und Grundwasser 124
3.3.5.3 Emissionen von N, P und K in Oberflächengewässer 125
3.3.5.4 Emssionen von Schwermetallen 125
3.3.6 Geruchsemissionen 127
3.3.7 Lärm 127
3.3.7.1 Quellen und Emissionen von Geflügelhaltungen 128
3.3.7.2 Quellen und Emissionen von Schweinehaltendungen 129
3.3.8 Quantifizierung sonstiger Emissionen 129

4 BEI DER FESTLEGUNG VON BVT BERÜCKSICHTIGTE TECHNIKEN 131
4.1 Gute fachliche Praxis für gutes Umweltmanagement 132

4.1.1 Site selection and spatial aspects 133
4.1.2 Education and training 133
4.1.3 Planning activities 133
4.1.4 Monitoring 134
4.1.5 Emergency planning 134
4.1.6 Repair and maintenance 135
4.2 Nutritional management 135
4.2.1 General approach 135
4.2.2 Phase feeding 141
4.2.3 Addition of amino acids to make low-protein, amino acid-supplemented diets for poultry and pigs 143
4.2.4 Addition of phytase to make low phosphorus, phytase supplemented diets for poultry and pigs 146
4.2.5 Highly digestible inorganic feed phosphates 148
4.2.6 Other feed additives 149
4.3 Techniques for the efficient use of water 150
4.4 Techniques for the efficient use of energy 151
4.4.1 Good practice for the efficient use of energy on poultry farms 152
4.4.1.1 Fuels for heating 152
4.4.1.2 Electricity 153
4.4.1.3 Low-energy illumination 155
4.4.1.4 Heat recovery in broiler housing with heated and cooled littered floor (combideck system) 156
4.4.2 Good practice for the efficient use of energy on pig farms 159
4.5 Techniques for the reduction of emissions from poultry housing 161
4.5.1 Techniques for cage housing of laying hens 161
4.5.1.1 Cage systems with aerated open manure storage (deep-pit or high rise systems and canal house) 164
4.5.1.2 Cage system in a stilt house 165
4.5.1.3 Cage system with manure removal by way of scrapers to a closed storage 165
4.5.1.4 Cage system with manure removal by way of manure belts to a closed storage 166
4.5.1.5 Vertical tiered cages with manure belts and manure drying 167

4.1.1 Standortwahl und (räumliches) Umfeld 133
4.1.2 Fortbildung und Schulung 133
4.1.3 Innerbetriebliche Planung 133
4.1.4 Monitoring 134
4.1.5 Störfallplanung 134
4.1.6 Reparatur und Wartung 135
4.2 Fütterungsmanagement 135
4.2.1 Allgemeine Vorgehensweise 135
4.2.2 Phasenfütterung 141
4.2.3 Zusatz von Aminosäuren zur Herstellung von Protein angepassten, Aminosäuren supplementierten Futterrationen für Geflügel und Schweine 143
4.2.4 Zusatz von Phytase zur P-angepassten, Phytase supplementierten Futterrationen für Geflügel und Schweine 146
4.2.5 Hochverdauliche anorganische Futterphosphate 148
4.2.6 Andere Futterzusatzstoffe 149
4.3 Techniken für den effizienten Umgang mit Wasser 150
4.4 Techniken für effizienten Energieeinsatz 151
4.4.1 Gute fachliche Praxis des effizienten Einsatzes von Energie in der Geflügelhaltung 152
4.4.1.1 Brennstoffe für die Stallheizung 152
4.4.1.2 Elektrische Energie 153
4.4.1.3 Stallbeleuchtung mit niedrigem Energieverbrauch 155
4.4.1.4 Wärmerückgewinnung in Mastgeflügelställen mit eingestreutem und beheiztem bzw. gekühltem Boden (Kombideck-Verfahren) 156
4.4.2 Gute fachliche Praxis des effizienten Energieeinsatzes in der Schweinehaltung 159
4.5 Techniken der Emissions-minderung in der Geflügelhaltung 161
4.5.1 Techniken für die Käfighaltung von Legehennen 161
4.5.1.1 Käfighaltung mit belüfteter, offener Kotlagerung im Stall (belüftete Kotgrube und belüfteter Kotkanal (Kotkeller-stall und Kotkellerstall mit Belüftungskanälen) 164
4.5.1.2 Käfighaltung in einem „Stilt House“ 165
4.5.1.3 Käfighaltung mit Entmistung durch Kotschieber zu einer geschlossenen Lagerstätte 165
4.5.1.4 Käfighaltung mit Entmistung per Kotband zu einer geschlossenen Lagerstätte 166
4.5.1.5 Käfigbatterien mit Kotbändern und Kottrocknung 167

4.5.1.5.1 Vertical tiered cages with manure belts with forced air drying 167
4.5.1.5.2 Vertical tiered cages with manure belt with whisk-forced air drying 169
4.5.1.5.3 Vertical tiered cages with manure belts with improved forced air drying 170
4.5.1.5.4 Vertical tiered cages with manure belt with drying tunnel over the cages 171
4.5.2 Techniques for non-cage housing of laying hens 172
4.5.2.1 Deep litter or floor regime systems 172
4.5.2.1.1 Deep litter system for layers 172
4.5.2.1.2 Deep litter system with forced air manure drying 173
4.5.2.1.3 Deep litter system with perforated floor and forced drying 174
4.5.2.2 Aviary system 176
4.5.3 Techniques for housing of broilers 177
4.5.3.1 Perforated floor with forced air drying system 178
4.5.3.2 Tiered floor system with forced air drying for broilers 179
4.5.3.3 Tiered cage system with removable cage sides and forced drying of manure 180
4.5.4 Techniques for housing of turkeys 182
4.5.5 End-of-pipe techniques for the reduction of air emissions from poultry housing 183
4.5.5.1 Chemical wet scrubber 183
4.5.5.2 External drying tunnel with perforated manure belts 184
4.6 Techniques for reducing emissions from pig housing 186
4.6.1 System-integrated housing techniques for mating and gestating sows 188
4.6.1.1 Fully-slatted floor with vacuum system (FSF vacuum) 189
4.6.1.2 Fully-slatted floor with flushing of a permanent slurry layer in channels underneath (FSF Flush channels) 190
4.6.1.3 Fully-slatted floor with flush gutters or flush tubes (FSF flush gutters) 192
4.6.1.4 Partly-slatted floor with a reduced manure pit (SMP) 193
4.6.1.5 Partly-slatted floor with manure surface cooling fins 195

4.5.1.5.1 Käfigbatterien mit Kotbändern und Trocknung durch Kotbandbelüftung 167
4.5.1.5.2 Käfigbatterien mit Kotband und Wedel-Belüftung 169
4.5.1.5.3 Käfigbatterien mit Kotbändern und technisch verbesserter Belüftungstrocknung 170
4.5.1.5.4 Käfigbatterien mit Kotband und Trocknungstunnel oberhalb der Käfige 171
4.5.2 Techniken zur „käfiglosen Haltung“ von Legehennen 172
4.5.2.1 Tiefstreu- oder Bodenhaltungsverfahren 172
4.5.2.1.1 Tiefstreu-Haltungssysteme für Legehennen 172
4.5.2.1.2 Tiefstreuverfahren mit Belüftungstrocknung des Kots 173
4.5.2.1.3 Tiefstreuverfahren mit perforiertem Stallboden und Belüftungstrocknung 174
4.5.2.2 Volierenverfahren 176
4.5.3 Techniken zur Haltung von Broilern 177
4.5.3.1 Perforierter Stallboden mit Belüftungstrocknung 178
4.5.3.2 Etagenverfahren mit Belüftungstrocknung für Broiler 179
4.5.3.3 Etagenkäfigverfahren mit herausnehmbaren Käfigseitenwänden und Belüftungstrocknung 180
4.5.4 Techniken in der Putenhaltung 182
4.5.5 End-of-Pipe-Technologien zur Reduktion von Emissionen aus Geflügelställen 183
4.5.5.1 Chemischer Luftwäscher 183
4.5.5.2 Externer Trocknungstunnel mit perforierten Kotbändern 184
4.6 Techniken zur Reduzierung von Emissionen der Schweinehaltung 186
4.6.1 Systemintegrierte Haltungstechniken für leere und tragende Sauen 188
4.6.1.1 Vollperforierter Boden mit Vakuumsystem (VPB/Vakuum) 189
4.6.1.2 Vollperforierter Boden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Unterflurkanälen (VPB Spülkanäle) 190
4.6.1.3 Vollperforierter Boden mit Spülrinnen oder Spülrohren (VPB Spülrinnen) 192
4.6.1.4 Teilperforierter Boden mit verkleinertem Güllekanal 193
4.6.1.5 Teilperforierter Boden mit Kühlrippen an der Gülleoberfläche 195

4.6.1.6 Partly-slatted floor with vacuum system (PSF Vacuum System) 196
4.6.1.7 Partly-slatted floor with flushing of a permanent slurry layer in channels underneath (PSF Flush channels) 197
4.6.1.8 Partly-slatted floor with flushing gutters or flush tubes (PSF flush gutter) 198
4.6.1.9 Partly-slatted floor with scraper (PSF scraper) 199
4.6.1.10 Solid concrete floor and full litter (SCF full litter) 201
4.6.1.11 Solid concrete floor system with straw and electronic sow feeders 201
4.6.2 System-integrated housing techniques for farrowing sows 203
4.6.2.1 Crates with fully-slatted floor and a board on a slope 204
4.6.2.2 Crates with fully-slatted floor and combination of a water and manure channel 205
4.6.2.3 Crates with fully-slatted floor and flushing system with manure gutters 206
4.6.2.4 Crates with fully-slatted floor and manure pan 207
4.6.2.5 Crates with fully-slatted floor and manure surface cooling fins 208
4.6.2.6 Crates with partly-slatted floor 208
4.6.2.7 Crates with partly-slatted floor and manure scraper 209
4.6.3 System-integrated housing techniques for weaned piglets 210
4.6.3.1 Pens or flatdecks with fully-slatted floor and concrete sloped floor to separate faeces and urine 212
4.6.3.2 Pens or flatdecks with fully-slatted floor and manure pit with scraper 212
4.6.3.3 Pens or flatdecks with fully-slatted floor and flush gutters or flush tubes 213
4.6.3.4 Pens with partly-slatted floor; the two climate system 214
4.6.3.5 Pens with partly-slatted floor and sloped or convex solid floor 215
4.6.3.6 Pens with partly-slatted floor and shallow manure pit and channel for spoiled drinking water 216

4.6.1.6 Teilperforierter Boden mit Vakuumsystem (TPB/ Vakuumsystem) 196
4.6.1.7 Teilperforierter Boden mit Gülle-Spülung (Gülle permanent anstehend) im Kanal (TPB Spülkanal) 197
4.6.1.8 Teilperforierter Boden mit Spülrinnen oder Spülrohren (TPB Spülrinnen) 198
4.6.1.9 Teilperforierter Boden mit Kotschieber (TPB Kotschieber) 199
4.6.1.10 Planbefestigter Betonboden mit Volleinstreu (PBB Volleinstreu) 201
4.6.1.11 Planbefestigter Betonboden mit Stroheinstreu und elektronisch gesteuerten Sauenfütterungs-automaten 201
4.6.2 Systemintegrierte Haltungs-techniken für Ferkel führende Sauen 203
4.6.2.1 Kastenstände mit vollperfo-riertem Boden und geneigter Kotplatte 204
4.6.2.2 Kastenstände mit perforiertem Boden und kombiniertem Wasser-/ Güllekanal 205
4.6.2.3 Kastenstände mit vollperfo-riertem Boden und Spülsystem mit Güllerinnen 206
4.6.2.4 Kastenstände mit vollperfo-riertem Boden und Güllewanne .. 207
4.6.2.5 Kastenstände mit vollperfo-riertem Boden und Kühlrippen an der Gülleoberfläche 208
4.6.2.6 Kastenstände mit teilperfo-riertem Boden 208
4.6.2.7 Kastenstände mit teilperfo-riertem Boden und Kotschieber 209
4.6.3 Systemintegrierte Haltungs-techniken für Aufzuchtferkel 210
4.6.3.1 Buchten oder Flatdecks mit vollperforiertem Boden und geneigtem Betonboden zur Trennung von Kot und Urin 212
4.6.3.2 Buchten oder Flatdecks mit vollperforiertem Boden und Güllekanal mit Kotschieber 212
4.6.3.3 Buchten oder Flatdecks mit vollperforiertem Boden und Spülrinnen oder Spülrohren 213
4.6.3.4 Buchten mit teilperforiertem Boden - das Zwei-Klima-Verfahren 214
4.6.3.5 Buchten mit teilperforiertem Boden und geneigtem oder konvexem, planbefestigtem Boden 215
4.6.3.6 Buchten mit teilperforiertem Boden und flachem Güllekanal und Kanal für verunreinigtes Trinkwasser 216

4.6.3.7 Pens with partly-slatted floor with triangular iron slats and manure channel with gutters..... 216
4.6.3.8 Pens with partly-slatted floor and manure scraper 217
4.6.3.9 Pens with partly-slatted floor with triangular iron slats and manure channel with sloped side wall(s)..... 218
4.6.3.10 Pens with partly-slatted floor and manure surface cooling fins..... 219
4.6.3.11 Partly-slatted floor with covered box: the kennel housing system..... 220
4.6.3.12 Pens with solid concrete straw-bedded floor: natural ventilation 221
4.6.4 System integrated housing techniques for growers/finishers 222
4.6.4.1 Partly-slatted floor with flushing gutters or flush tubes (PSF flush gutter) 223
4.6.4.2 Partly-slatted floor with manure channel with slanted side wall(s)..... 225
4.6.4.3 Partly-slatted floor with a reduced manure pit, including slanted walls and a vacuum system..... 226
4.6.4.4 Partly-slatted floor with manure surface cooling fins 226
4.6.4.5 Partly-slatted floor with fast removal of slurry and littered external alley (PSF + EA litter) 227
4.6.4.6 Partly-slatted floor with covered box: the kennel housing system..... 228
4.6.4.7 Solid concrete floor with litter and outdoor climate..... 229
4.6.4.8 Solid concrete floor with littered external alley (SCF + EA litter)..... 229
4.6.5 End-of-pipe measures for reduction of air emissions from housing of pigs..... 230
4.6.5.1 Bioscrubber 230
4.6.5.2 Chemical wet scrubber 231
4.7 Techniques for the reduction of odour 232
4.8 Techniques for the reduction of emissions from storage..... 235
4.8.1 Reduction of emissions from storage of solid manure 235
4.8.1.1 General practice..... 235
4.8.1.2 Application of a covering to solid manure stacks 236
4.8.1.3 Storage of poultry manure in a barn 237

4.6.3.7 Buchten mit teilperforiertem Boden aus Dreikantspalten (aus Eisen/Stahl) und Güllekanal mit Rinnen..... 216
4.6.3.8 Buchten mit teilperforiertem Boden und Kotschieber..... 217
4.6.3.9 Buchten mit teilperforiertem Boden (Dreikantspalten aus Eisen) und Güllekanal mit geneigten Seitenwänden 218
4.6.3.10 Buchten mit teilperforiertem Boden und Kühlrippen an der Gülleoberfläche..... 219
4.6.3.11 Teilperforierter Boden mit überdachten Kisten: das Kistenstall-System 220
4.6.3.12 Buchten mit planbefestigtem Stallboden und Stroheinstreu: freie Lüftung 221
4.6.4 Systemintegrierte Haltungs-verfahren für Mastschweine (Vor- und Endmast) 222
4.6.4.1 Teilperforierter Boden mit Spülrinnen oder Spülrohren (TPB Spülrinnen)..... 223
4.6.4.2 Buchten mit teilperforiertem Boden und Güllekanal mit geneigten Seitenwänden 225
4.6.4.3 Teilperforierter Boden mit verkleinertem Güllekanal, geneigten Seitenwänden und Vakuumsystem..... 226
4.6.4.4 Teilperforierter Boden mit Kühlrippen an der Gülleoberfläche..... 226
4.6.4.5 Teilperforierter Boden mit schneller Gülleentfernung und außen liegendem, eingestreutem Kotgang (TPB+EA Einstreu)..... 227
4.6.4.6 Teilperforierter Boden mit überdachten Kisten: das Kistenstall-Verfahren..... 228
4.6.4.7 Planbefestigter Betonboden mit Einstreu und Außenklima..... 229
4.6.4.8 Planbefestigter Betonboden mit außen liegendem, eingestreutem Kotgang (PBB + EK Einstreu) 229
4.6.5 End-of-Pipe-Maßnahmen zur Reduktion von luftgetragenen Emissionen der Schweinehaltung 230
4.6.5.1 Biowäscher 230
4.6.5.2 Chemischer Nasswäscher..... 231
4.7 Techniken zur Minderung von Geruchsstoffen/-belästigung..... 232
4.8 Techniken zur Verminderung von Emissionen aus der Lagerung 235
4.8.1 Verminderung von Emissionen bei der Lagerung von Festmist 235
4.8.1.1 Übliche Praxis 235
4.8.1.2 Abdeckung von Festmistlagern 236
4.8.1.3 Lagerung von Geflügelmist in Hallen..... 237

4.8.2 Reduction of emissions from storage of slurry ... 237
4.8.2.1 General aspects ... 237
4.8.2.2 Application of a rigid cover to slurry stores ... 238
4.8.2.3 Application of a flexible cover to slurry stores ... 239
4.8.2.4 Application of a floating cover to slurry stores ... 239
4.8.2.5 Application of covers to earth-banked slurry stores ... 242
4.8.3 Feed storage ... 243
4.9 Techniques for on-farm processing of manure ... 243
4.9.1 Mechanical separation of pig slurry ... 246
4.9.2 Aeration of liquid manure ... 247
4.9.3 Mechanical separation and biological treatment of pig slurry ... 248
4.9.4 Composting of solid manure ... 250
4.9.5 Composting of poultry manure using pine bark ... 251
4.9.6 Anaerobic treatment of manure in a biogas installation ... 252
4.9.7 Anaerobic lagoon system ... 253
4.9.8 Evaporation and drying of pig manure ... 254
4.9.9 Incineration of poultry manure ... 255
4.9.10 Pig manure additives ... 256
4.10 Techniques for the reduction of emissions from application of manure to land ... 257
4.10.1 Balancing spreading of manure with the available land ... 257
4.10.2 Groundwater protection schemes ... 259
4.10.3 Management of landspreading of manure as applied in the UK and Ireland ... 259
4.10.4 Manure application systems 260
4.10.5 Low-rate irrigation system for dirty water ... 264
4.11 Techniques to reduce noise emissions ... 265
4.11.1 Control of noise from ventilation fans ... 265
4.11.2 Control of noise from discontinuous on-farm activities ... 267
4.11.3 Application of noise barriers ... 269
4.12 Techniques for the treatment and disposal of residues other than manure and carcases ... 270

4.8.2 Verminderung von Emissionen bei der Lagerung von Gülle ... 237
4.8.2.1 Allgemeine Aspekte 237
4.8.2.2 Verwendung von fester Abdeckung von Güllelagern ... 238
4.8.2.3 Verwendung flexibler Abdeckungen bei Güllelagern 239
4.8.2.4 Verwendung von Schwimm-decken bei Güllelagern ... 239
4.8.2.5 Verwendung von Abdeckungen bei Gülle-Erdbecken ... 242
4.8.3 Lagerung von Futtermitteln ... 243
4.9 Techniken für die Behandlung von Wirtschaftsdüngern auf dem Betrieb ... 243
4.9.1 Separierung (mechanische Trennung) von Schweinegülle ... 246
4.9.2 Belüftung von Flüssigmist ... 247
4.9.3 Mechanische Trennung und biologische Behandlung von Schweinegülle ... 248
4.9.4 Kompostierung von Festmist ... 250
4.9.5 Kompostierung von Geflügelmist unter Verwendung von Kiefern-rinde ... 251
4.9.6 Anaerobe Behandlung von Wirtschaftsdüngern in einer Biogas-Anlage ... 252
4.9.7 Anaerobe Lagunen (Übersetzer: anaerobe Schlamm- oder Klärteiche) ... 253
4.9.8 Verdampfung und Trocknung von Schweinegülle ... 254
4.9.9 Verbrennung von Geflügelmist 255
4.9.10 Additive für Schweineflüssigmist 256
4.10 Techniken zur Verminderung der Emissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern ... 257
4.10.1 Ausgewogene Verteilung von Wirtschaftsdüngern auf der verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche ... 257
4.10.2 Grundwasserschutzprogramme 259
4.10.3 Management der Wirtschaftsdüngerausbringung (eingesetzt in Großbritannien und Irland) ... 259
4.10.4 Systeme zur Ausbringung von Wirtschaftsdüngern ... 260
4.10.5 Schwach-Beregnungssystem für Schmutzwasser ... 264
4.11 Techniken zur Verminderung von Lärmemissionen ... 265
4.11.1 Lärmschutz beim Betrieb von Belüftungsventilatoren ... 265
4.11.2 Lärmschutz bei diskontinuierlich anfallenden Arbeiten auf dem Betrieb ... 267
4.11.3 Einsatz von Lärmbarrieren ... 269
4.12 Techniken zur Behandlung und Entsorgung von anderen Reststoffen (außer Wirtschafts-dünger und Kadaver) ... 270

4.12.1 Treatment of liquid residues 270
4.12.2 Treatment of solid residues 271

5 BEST AVAILABLE TECHNIQUES 273
5.1 Good agricultural practice in the intensive rearing of pigs and poultry 275
5.2 Intensive rearing of pigs 277
5.2.1 Nutritional techniques 277
5.2.1.1 Nutritional techniques applied to nitrogen excretion 277
5.2.1.2 Nutritional techniques applied to phosphorus excretion 278
5.2.2 Air emissions from pig housing 278
5.2.2.1 Housing systems for mating/gestating sows 279
5.2.2.2 Housing systems for growers/finishers 281
5.2.2.3 Housing systems for farrowing sows (including piglets) 282
5.2.2.4 Housing systems for weaners 283
5.2.3 Water 284
5.2.4 Energy 285
5.2.5 Manure storage 285
5.2.6 On-farm manure processing 286
5.2.7 Techniques for landspreading pig manure 287
5.3 Intensive rearing of poultry 289
5.3.1 Nutritional techniques 289
5.3.1.1 Nutritional techniques applied to nitrogen excretion 289
5.3.1.2 Nutritional techniques applied to phosphorus excretion 290
5.3.2 Air emissions from poultry housing 290
5.3.2.1 Housing systems for layers 290
5.3.2.2 Housing systems for broilers 292
5.3.3 Water 292
5.3.4 Energy 293
5.3.5 Manure storage 293
5.3.6 On-farm manure processing 294
5.3.7 Techniques for landspreading poultry manure 294

6 CONCLUDING REMARKS 295
6.1 Timing of the work 295
6.2 Sources of information 295
6.3 Level of consensus 295
6.4 Recommendations for future work 296

4.12.1 Behandlung flüssiger Reststoffe 270
4.12.2 Behandlung fester Reststoffe 271

5 BESTE VERFÜGBARE TECHNIKEN 273
5.1 Gute fachliche Praxis in der Intensivhaltung von Schweinen und Geflügel 275
5.2 Intensivhaltung von Schweinen 277
5.2.1 Fütterungstechniken 277
5.2.1.1 Fütterungstechniken zur Minimierung der Stickstoffausscheidung 277
5.2.1.2 Fütterungstechniken zur Minimierung der Phosphorausscheidung 278
5.2.2 Luftgetragene Emissionen der Schweinehaltung 278
5.2.2.1 Haltungsverfahren für leere und tragende Sauen 279
5.2.2.2 Haltungsverfahren für Mastschweine 281
5.2.2.3 Haltungsverfahren für säugende Sauen (mit Ferkeln) 282
5.2.2.4 Haltungsverfahren für Aufzuchtferkel 283
5.2.3 Wasser 284
5.2.4 Energie 285
5.2.5 Wirtschaftsdüngerlagerung 285
5.2.6 Betriebsinterne Wirtschaftsdüngeraufbereitung 286
5.2.7 Ausbringtechniken für Wirtschaftsdünger aus der Schweinehaltung 287
5.3 Intensivhaltung von Geflügel 289
5.3.1 Fütterungstechniken 289
5.3.1.1 Fütterungstechniken zur Minimierung der Stickstoffausscheidung 289
5.3.1.2 Fütterungstechniken zur Minimierung der Phosphorausscheidung 290
5.3.2 Luftgetragene Emissionen der Geflügelhaltung 290
5.3.2.1 Haltungsverfahren für Legehennen 290
5.3.2.2 Haltungsverfahren für Broiler 292
5.3.3 Wasser 292
5.3.4 Energie 293
5.3.5 Wirtschaftsdüngerlagerung 293
5.3.6 Betriebsinterne Wirtschaftsdüngeraufbereitung 294
5.3.7 Ausbringtechniken für Wirtschaftsdünger aus der Geflügelhaltung 294

6 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN 295
6.1 Zeitlicher Ablauf der Arbeiten 295
6.2 Informationsquellen 295
6.3 Umfang des Konsenses 295
6.4 Empfehlungen für die künftige Arbeit 296

6.5 Suggested topics for future R&D projects 297

REFERENCES..... 299

GLOSSARY OF TERMS 307

ABBREVIATIONS 309

7 ANNEXES..... 311
7.1 Animal species and livestock units (LU)..... 311
7.2 References to European legislation 312
7.3 National legislation of European Member States 313
7.4 Examples of emission limit values and manure spreading limits in Member States..... 326
7.5 Example of protocol for monitoring of ammonia emissions from housing systems..... 327
7.6 Example of calculation of costs associated with the application of emission reduction techniques 329
7.7 Procedure for BAT-assessment of techniques applied on intensive poultry and pig farms..... 338

6.5 Themenvorschläge für künftige FuE-Maßnahmen..... 297

LITERATUR 299

GLOSSAR 307

ABKÜRZUNGEN 309

7 ANHÄNGE 311
7.1 Tierkategorien und Vieheinheiten 311
7.2 Literaturhinweise auf europäische Gesetzgebung..... 312
7.3 Nationale Gesetzgebung europäischer Mitgliedstaaten 313
7.4 Beispiele für Emissionsgrenzwerte und für Wirtschaftsdüngerausbringungs-begrenzungen..... 326
7.5 Beispiel für ein Betriebsprotokoll zur Überwachung von Ammoniak.-Emissionen von Haltungsverfahren 327
7.6 Beispiel für die Kalkulation der Emissionsminderungskosten beim Einsatz von emissionsarmen Verfahren 329
7.7 Vorgehen zur Ermittlung der BVT bei der Intensivtierhaltung von Geflügel und Schweinen eingesetzten Verfahren 338

List of tables

Table 1.1: Some typical poultry breeding data 3
Table 1.2: Summary of egg production costs in different systems 7
Table 1.3: Number of birds, total farms and farms under definition of Section 6.6 of Annex 1 of Council Directive 96/69/EC for different European Member States 9
Table 1.4: Number of pig farms in European Member States under definition of Section 6.6 of Annex 1 of Council Directive 96/69/EC ... 14
Table 1.5: General production levels pig farming UK ... 16
Table 1.6: Emissions to air from intensive livestock production systems ... 20
Table 1.7: Schematic overview of processes and factors involved in ammonia release from animal houses21
Table 1.8: Main emissions to soil and groundwater from intensive livestock production systems ... 22
Table 2.1: Range of weights of meat and egg production duck breeds ... 39
Table 2.2: Example of required indoor temperatures for broiler housing ... 41
Table 2.3: Advisable limit values for different gaseous substances in the indoor air in broiler housing applied in Belgium 41
Table 2.4: Example of light requirements for poultry production as practised in Portugal ... 44
Table 2.5: Applied number of animals per drinker system in different cages ... 47
Table 2.6: General indicative levels of indoor environment for pigs ... 61
Table 2.7: Example of applied temperature requirements for calculation of heating capacity in heated housing for different pig categories in healthy condition ... 62
Table 2.8: Effect of feeding system on weight gain, FCR and feed losses ... 70
Table 2.9: Times of storage of poultry and pig manure in a number of MSs ... 72
Table 2.10: Qualitative comparison of characteristics of four slurry-transport systems ... 85
Table 3.1: Key environmental issue of the major on-farm activities ... 97
Table 3.2: Indication of production time, conversion ratio and feeding level per poultry species ... 99
Table 3.3: Appraisal of current protein and lysine levels and scope for recommended amino acids balance100
Table 3.4: Applied calcium and phosphorus levels in feed for poultry ... 100
Table 3.5: Appraisal of current protein and lysine levels and scope for recommended amino acids for sows (1 phase for each major stage of growth) ... 101
Table 3.6: Applied calcium and phosphorus levels in feed for sows ... 102
Table 3.7: Example of rationing used for light and heavy finishers in Italy ... 102
Table 3.8: Appraisal of current protein and lysine levels and scope for recommended amino acids for pigs (1 phase for each major stage of growth) ... 103
Table 3.9: Calcium and phosphorus levels applied to feed for growers/finishers ... 103
Table 3.10: Average nutritional levels applied in Italy for heavy weight pigs for different live weight intervals (as % of raw feed) ... 104
Table 3.11: Water consumption of different poultry species per cycle and per year ... 104
Table 3.12: Estimated water use for cleaning of poultry housing ... 105
Table 3.13: Water requirements of finishers and sows in l/head/day with respect to age and stage of production 106
Table 3.14: Example of the effect of water/feed-ratio on the production and dry matter content of manure of growers/finishers ... 106
Table 3.15: Effect of water delivery of drinking-nipples on the production and dry matter content of manure of growers/finishers ... 107
Table 3.16: Estimated water use for the cleaning of pig housing ... 107
Table 3.17: Indicative levels of daily energy consumption of activities on poultry farms in Italy ... 108
Table 3.18: Indicative levels of energy use of poultry farms in the UK ... 109
Table 3.19: Approximate annual energy use for typical pig housing types and systems in the UK ... 110
Table 3.20: Total annual energy use per head on different farm types of different size in the UK ... 110
Table 3.21: Average daily energy consumption per type of pig farm and by type of energy source used in Italy 111
Table 3.22: Average daily energy consumption for farms in Italy by farm size and energy source ... 111
Table 3.23: Typical amounts of bedding material used by pigs and poultry in l housing systems ... 112
Table 3.24: Example of contribution to NH_3-N emissions of different activities in the UK (1999) ... 112
Table 3.25: Example of models used in Belgium for the calculation of mineral gross production in manure 113
Table 3.26: Range of reported levels of poultry manure production, dm-content and nutrient analysis of fresh poultry manure in different poultry housing systems ... 115
Table 3.27: Range of levels reported on daily and annual production of manure, urine and slurry by different pig categories 116
Table 3.28: Example of effect of reduced CP-levels in feed for growers and finishers on daily consumption, retention and losses of nitrogen ... 117
Table 3.29: Average excretion of nitrogen (kg per year) in a housing with a breeding sow (205 kg) and different numbers of piglets (up to 25 kg) at weaning ... 117
Table 3.30: Nitrogen retention in different growing phases of finishers (Italian data) ... 118
Table 3.31: Annual excretion of nitrogen for different categories of finishers ... 118

Table 3.32: Example of consumption, retention and excretion of phosphorus in pigs (kg per pig) 118
Table 3.33: Average composition of manure and standard deviation (between brackets) in kg per 1000 kg of manure 119
Table 3.34: Indication of reported levels of air emission from poultry housing (kg/bird/yr) 121
Table 3.35: Range of air emission from pig housing systems in kg/animal place/year.....121
Table 3.36: Emission of NH_3 for different slurry storage techniques.....122
Table 3.37: Factors influencing the emission levels of ammonia into air from landspreading 124
Table 3.38: Livestock manure nitrogen pressure (1997) 125
Table 3.39: Heavy metal concentrations in slurry and dry manure 126
Table 3.40: Heavy metal concentrations in slurry and dry matter.....126
Table 3.41: Estimated average yearly contribution to heavy metal input through pig and poultry manure in Germany 127
Table 3.42: Reported odour emission levels from pig slurry 127
Table 3.43: Typical sources of noise and example of noise levels on poultry units.....128
Table 3.44: Typical sources of noise and examples of noise levels on pig units.....129
Table 7.1: Animal species expressed in livestock units 311
Table 7.2: Maximum tolerated limits to organic N- and P_2O_5 application (kg/ha) by landspreading of manure in Flanders from 1-1-2003 326
Table 7.3: Maximum tolerated limits to organic N and P_2O_5 application (kg/ha) by landspreading of manure in Flanders in sensitive zones concerning water 326
Table 7.4: Examples of emission limit values for certain on-farm activities 326
Table 7.5: Examples of factors to include in the measurement of emissions from poultry housing 327
Table 7.6: Example of factors to include in the measurement of emissions from pig housing 328
Table 7.7: 'Units' used for assessing costs.....330
Table 7.8: Capital expenditure considerations 331
Table 7.9: Annual cost considerations.....331
Table 7.10: Additional costs incurred with liquid manure application by soil injection in the UK 332
Table 7.11: Additional costs incurred in solid manure incorporation by ploughing in the UK.....332
Table 7.12: Additional costs incurred with changes of a building in the UK.....333
Table 7.13: Additional costs incurred with metal grid floor replacement in the UK.....333
Table 7.14: Finishing pig space requirement in the UK.....334
Table 7.15: Interest on agricultural mortgage in the UK.....335
Table 7.16: Economic life of facilities 335
Table 7.17: Repair costs as a percentage of new costs 336
Table 7.18: Annual costs to consider in capital costs of feeding systems 336
Table 7.19: Annual costs to consider in capital costs of housing systems 337
Table 7.20: Annual costs to consider in capital costs of manure storage systems.....337
Table 7.21: Annual costs to consider in capital costs of manure storage systems.....337
Table 7.22: Assessment matrix 339

List of figures

Figure 1.1: Animal density in the European Union, expressed as number of livestock units per hectare of utilised agricultural area ... 2
Figure 1.2: Dynamics of egg production and consumption in the EU ... 4
Figure 1.3: Example of the production chain of the egg production sector ... 5
Figure 1.4: Dynamics of poultry meat production and consumption in the EU ... 6
Figure 1.5: Example of the production chain of the broiler production sector ... 7
Figure 1.6: Distribution of breeding sows in Europe for each Member State in 1998 ... 10
Figure 1.7: Gross indigenous pig production in 1998 ... 11
Figure 1.8: Number of holders by unit size in 1997. Legend indicates unit size (in reverse order) ... 12
Figure 1.9: Number of animals in unit size categories (1997) ... 12
Figure 1.10: Number of sows in different sized units (1997). Legend indicates size of unit in terms of number of sows ... 13
Figure 1.11: Number of pigs for fattening on various size units (1997) ... 13
Figure 1.12: Spatial density of pig production in the EU-15 ... 15
Figure 1.13: Carcase weight of slaughtered pigs for each Member State ... 15
Figure 1.14: Pigmeat trade by European Member States ... 16
Figure 1.15: Consumption of pig meat per capita (kg/person) over time in Europe ... 17
Figure 1.16: Illustration of environmental aspects related to intensive livestock farming ... 19
Figure 1.17: Consumption, utilisation and losses of protein in the production of a slaughter pig with a final live weight of 108 kg ... 20
Figure 1.18: Nitrogen cycle showing the main transformations and losses to the environment ... 23
Figure 2.1: General scheme of activities on intensive livestock farms ... 26
Figure 2.2: Four common battery designs for housing of laying hens ... 28
Figure 2.3: Example of open manure pit under a stair-step battery ... 29
Figure 2.4: Deep-pit system for laying hens ... 30
Figure 2.5: Example of a canal system for laying hens ... 30
Figure 2.6: Example of open manure channel with scraper under a stair-step battery ... 31
Figure 2.7: Example of a manure-belt battery (3 tiers) with a belt under each tier to remove manure to a closed storage ... 32
Figure 2.8: Schematic picture of a possible design of an enriched cage ... 33
Figure 2.9: Schematic cross-section of traditional deep litter system for layers ... 34
Figure 2.10: Schematic picture of an aviary system ... 35
Figure 2.11: Example of schematic cross-section of a commonly applied broiler house ... 36
Figure 2.12: Schematic cross-section of the partially ventilated litter floor system for turkeys ... 38
Figure 2.13: Schematic overview of a housing design for mating sows on a partly-slatted floor ... 50
Figure 2.14: Floor design for sow crates with a solid concrete floor for mating and gestating sows ... 51
Figure 2.15: Example of group-housing for gestating sows on a solid concrete floor with full litter ... 51
Figure 2.16: Example of a housing system with several functional areas for gestating sows ... 52
Figure 2.17: Farrowing pen design with a fully-slatted floor (the Netherlands) ... 53
Figure 2.18: Example of confined housing of farrowing sows on a fully-slatted floor with a storage pit underneath 54
Figure 2.19: Example of an applied plan for a farrowing pen (partly-slatted floor) without restricted sow movement 54
Figure 2.20: Cross-section of rearing unit with fully-slatted floor and plastic or metal slats ... 55
Figure 2.21: Schematic picture of a weaner pen with a partly-slatted floor (1/3) and a cover above the lying area 56
Figure 2.22: Example of a single growing-finishing pen with a fully-slatted floor and examples of two pen layout with different feeding systems ... 58
Figure 2.23: Pen design for growers-finishers with partly-slatted (convex) floor and solid area in the centre 58
Figure 2.24: Design of a partly-slatted floor system with restricted straw use for growers-finishers ... 59
Figure 2.25: Solid concrete floor with slatted external alley and scraper underneath ... 59
Figure 2.26: Open front design using straw bales for protection (UK) ... 60
Figure 2.27: An example of a solid concrete floor system for growers-finishers ... 60
Figure 2.28: Solid concrete floor with external littered alley and manure channel ... 61
Figure 2.29: Schematic picture of airflow in an exhaust ventilation system ... 64
Figure 2.30: Schematic picture of airflow in a pressure ventilation system ... 64
Figure 2.31: Schematic picture of airflow in a neutral ventilation system ... 65
Figure 2.32: Example of silos built close to the broiler houses (UK) ... 71
Figure 2.33: Storage of littered manure with separate containment of the liquid fraction (Italy) ... 74
Figure 2.34: Example of aboveground slurry tank with belowground receiving pit ... 76
Figure 2.35: Example of earth-banked slurry store and design features ... 76
Figure 2.36: Example of a broadcast spreader with a splash plate ... 85
Figure 2.37: Example of a raingun ... 86
Figure 2.38: Example of a broadcast technique with low trajectory and low pressure ... 86

Figure 2.39: Example of a broadcast technique with low trajectory and low pressure 87
Figure 2.40: Example of a band spreader fitted with rotary distributor to improve lateral distribution 87
Figure 2.41: Example of a trailing shoe spreader 88
Figure 2.42: Example of an open-slot shallow injector 88
Figure 2.43: Incorporation equipment combined with a big tanker.....89
Figure 2.44: Example of a rotaspreader.....90
Figure 2.45: Example of a rear discharge spreader 90
Figure 2.46: Example of a dual purpose spreader 91

Abb. 4.1: Aminosäureergänzung ermöglicht eine Verringerung der über das Futter aufgenommenen Proteinmenge, während eine adäquate Versorgung der Tiere mit Aminosäuren auch weiterhin sichergestellt ist [177, LEI, 1999]. 143
Abb. 4.2: Auswirkungen von Futterrationen mit reduziertem Rohproteingehalt auf die Trinkwasseraufnahme von Schweinen [99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000] 151
Abb. 4.3: Schematische Darstellung einer Wärmerückgewinnungsanlage in einem Mastgeflügelstall ...157
Abb. 4.4: Grafische Darstellung der Arbeitsweise des "Kombideck"-Verfahrens während eines Broiler-Mastdurchgangs 157
Abb. 4.5: Schematische Darstellung eines Käfigs mit (pneumatischer) Kotbandbelüftung (Belüftungstrocknung) [10, Niederlande, 1999] 167
Abb. 4.6: Schematische Darstellung eines Batteriesystems mit Kotbandbelüftung und einem Trocknungskanal für zwei Käfigreihen [10, Niederlande, 1999].....168
Abb. 4.7: Funktionsprinzip der Wedel-Belüftung [127, Italien, 2001] 169
Abb. 4.8: Schematische Darstellung eines Trocknungstunnels oberhalb der Käfigbatterien 171
Abb. 4.9: Tiefstreuverfahren mit Kotkeller und Belüftungstrocknung durch Belüftungskanäle unter dem Gitterboden [128, Niederlande, 2000] 174
Abb. 4.10: Tiefstreusystem mit perforiertem Boden und Zwangslufttrocknung des Kots [128, Niederlande, 2000] 175
Abb. 4.11: Schematische Darstellung eines Belüftungstrocknungsverfahrens mit perforiertem Boden für Broiler (A) bzw. mit baulich verbessertem Konzept (B) und Detaildarstellung des Stallbodens beim verbesserten Konzept (C) [128, Niederlande, 2000].....179
Abb. 4.12: Schematischer Querschnitt und grundsätzliches Konzept eines Etagenverfahrens mit Belüftungstrocknung (aufwärts gerichtete Luftführung) für Broiler [10, Niederlande, 1999].....180
Abb. 4.13: Einstreu-Mastgeflügelstall mit Etagenkäfigen – schematische Darstellung [128, Niederlande, 2000] 181
Abb. 4.14: Schematischer Querschnitt eines Käfigs im Etagenverfahren mit Einstreu [128, Niederlande, 2000] 182
Abb. 4.15: Schematische Darstellung eines chemischen Luftwäschers [10, Niederlande, 1999] 183
Abb. 4.16: Funktionsprinzip eines externen Trocknungstunnels mit perforierten Kotbändern – schematische Darstellung [128, Niederlande, 2000].....185
Abb. 4.17: Vollperforierter Boden mit Vakuumsystem [185, Italien, 2001].....190
Abb. 4.18: Vollperforierter Boden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Güllekanälen [185, Italien, 2001] 191
Abb. 4.19: Vollperforierter Boden mit Spülrinnen [185, Italien, 2001].....192
Abb. 4.20: Vollperforierter Boden mit Spülrohren [59, Italien, 1999].....192
Abb. 4.21: Einzelhaltung von Sauen mit verkleinertem Güllekanal [10, Niederlande, 1999].....194
Abb. 4.22: Planbefestigter Betonboden und außen liegender Gang mit vollperforiertem Boden und darunter liegendem Güllekanal zur Lagerung [185, Italien, 2001] 194
Abb. 4.23: Kühlung der Gülleflüssigkeitsoberfläche durch Kühlrippen [186, DK/NL, 2002] mit Bezug auf Wageningen, IMAG-DLO, Bericht 96-1003] 196
Abb. 4.24: Teilperforierter Boden mit Vakuumsystem [185, Italien, 2001] 196
Abb. 4.25: Teilperforierter Boden mit außenliegendem Gang und Gülle-Spülung im Kanal 197
Abb. 4.26: Teilperforierter Boden mit Spülrinnen bei Einzelhaltung [10, Niederlande, 1999].....198
Abb. 4.27: Teilperforierter Boden mit Kotschieber (TPB Kotschieber) [185, Italien, 2001].....200
Abb. 4.28: Planbefestigter Betonboden mit Stroh und elektronisch gesteuerten Sauenfütterungsautomaten [175, IMAG-DLO, 1999] 202
Abb. 4.29: Geneigte Kotplatte unter dem perforierten Boden [10, Niederlande, 1999].....204
Abb. 4.30: Kombinierter Wasser-/Güllekanal [10, Niederlande, 1999].....205
Abb. 4.31: Spülsystem mit Güllerinnen [10, Niederlande, 1999] 206
Abb. 4.32: Vollperforierter Boden mit darunter liegender Güllewanne [10, Niederlande, 1999].....207
Abb. 4.33: Abferkelbucht mit aufschwimmenden Kühlrippen [10, Niederlande, 1999].....208
Abb. 4.34: Teilperforierter Boden mit Kotschieber [10, Niederlande, 1999].....209
Abb. 4.35: Flatdecks oder Buchten über geneigtem Betonboden zur Trennung von Kot und Urin [59, Italien, 1999] 212
Abb. 4.36: Flatdeck mit Kotschieber unter vollperforiertem Boden [185, Italien, 2001].....213
Abb. 4.37: Buchten mit vollperforiertem Boden und Spülrinnen oder Spülrohren [185, Italien, 2001] ..213
Abb. 4.38: Querschnitt eines Ferkelaufzuchtabteils mit teilperforiertem Boden im Zwei-Klima-Stall [87, Dänemark, 2000] 214

Abb. 4.39: Teilperforierter Boden aus Eisen oder Kunststoff mit geneigtem oder konvexem, planbefestigtem Betonboden [10, Niederlande, 1999] 215
Abb. 4.40: Flacher Kanal für verunreinigtes Trinkwasser vorn in Kombination mit einem konvexen sowie einem teilperforierten Boden aus Eisen oder Kunststoff [10, Niederlande, 1999] 216
Abb. 4.41: Konvexer Stallboden mit beidseitigem perforierten Boden (Dreikantroste/spalten) und Güllerinnensystem [10, Niederlande, 1999] 217
Abb. 4.42: Teilperforierter Boden mit Kotschieber [10, Niederlande, 1999] 218
Abb. 4.43: Konvexer Boden mit angrenzendem perforierten Boden (Dreikantspalten aus Eisen) in Verbindung mit Kanalisation und geneigten Seitenwänden im Güllekanal [10, Niederlande, 1999] 219
Abb. 4.44: Buchten für Aufzuchtferkel mit teilperforiertem Boden und Kühlung der Gülleoberfläche [10, Niederlande, 1999] 219
Abb. 4.45: Das Kistenstall-System [187, IMAG-DLO, 2001] 220
Abb. 4.46: Buchten mit planbefestigtem Betonboden, Stroheinstreu und freier Lüftung [189, Italien/GB, 2002] 221
Abb. 4.47: Konvexer planbefestigter Boden und perforierter Betonboden (oder Dreikantroste aus Eisen) in Kombination mit einem Spülrinnensystem [10, Niederlande, 1999] 224
Abb. 4.48: Konvexer Boden mit angrenzendem teilperforierten Boden aus Beton und geneigten Seitenwänden im Güllekanal [10, Niederlande, 1999] 225
Abb. 4.49: Mastschweinebucht mit teilperforiertem Boden (Betonspalten oder Dreikantspalten aus Eisen) und Kühlung der Gülleoberfläche [10, Niederlande, 1999] 227
Abb. 4.50: Teilperforierter Boden mit schneller Gülleentfernung und außen liegendem, eingestreutem Kotgang [185, Italien, 2001] 228
Abb. 4.51: Schematische Darstellung zweier Bioswäscher -Verfahren [10, Niederlande, 1999] 230
Abb. 4.52: Beispiel für ein Schwach-Beregnungssystems [44, MAFF, 1998] 264

ANWENDUNGSBEREICH

Das vorliegende BVT-Merkblatt für Anlagen zur Intensivhaltung oder –aufzucht von Geflügel oder Schweinen basiert auf dem Anhang I Nummer 6.6 der Richtlinie 96/61/EG zur „Integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung“ (IVU-Richtlinie), diese gilt für Tierhaltungsanlagen“ mit mehr als:

(a) 40.000 Plätzen für Geflügel
(b) 2.000 Plätzen für Mastschweine (Schweine über 30 kg) oder
(c) 750 Plätzen für Sauen.

Der Begriff „**Geflügel**“ wird in der Richtlinie nicht näher definiert. Nach einigen Diskussionen in der Technischen Arbeitsgruppe (TAG) wurde festgelegt, dass im Sinne dieses Dokuments unter Geflügel zu verstehen sind:

- Legehennen und Masthähnchen
- Puten
- Enten
- Perlhühner.

Für die Enten, Puten und Perlhühner standen nur wenige Informationen zur Verfügung; aus diesem Grunde werden diese Tierarten nur kurz angesprochen.

Betriebe zur Bruteiererzeugung fallen nicht in den Geltungsbereich der Richtlinie, diese gelten als eigenständiger Produktionszweig und sind demzufolge nicht als integrierter Bestandteil der Aktivitäten eines Legehennen- oder Masthähnchenbetriebs zu betrachten.

Die Richtlinie differenziert zwischen Betrieben mit **Schweinen** und Betrieben mit **Sauen**. In der Praxis gibt es jedoch auch Betriebe mit geschlossenem Produktionszyklus, die sowohl Sauen als auch Mastschweine (Vormast-/Endmast) halten. In der Regel liegt die Zahl der in diesen Betrieben gehaltenen Tiere unter den in Anhang I für diese Sektoren genannten Schwellenwerten. Allerdings sind die potenziellen Umweltauswirkungen durchaus mit denen der Betriebe vergleichbar, die unter Anhang I fallen. Daher kam die TAG zu dem Schluss, dass – was die Ermittlung von Reduktionstechniken und die Bewertung von BVT betrifft – das vorliegende BVT-Merkblatt sowohl auf Sauen- und Mastbetriebe als auch auf Betriebe mit geschlossenem Produktionszyklus Anwendung finden soll.

Die Schweinehaltung umfasst die Aufzucht von Absetzferkeln, deren Vor-/Endmast bei einem Gewicht zwischen 25 und 35 kg Lebendgewicht beginnt. Die Haltung von Sauen umfasst deckfähige, trächtige und säugende Sauen (einschließlich der Nachzucht) und Jungsauen (Sauen für die Remontierung).

In Übereinstimmung mit Artikel 2 Nummer 3 der Richtlinie 96/61/EG bezeichnet der Begriff „**Anlage**“ eine ortsfeste technische Einheit, in der eine oder mehrere der in Anhang I genannten Tätigkeiten sowie andere unmittelbar damit verbundene Tätigkeiten durchgeführt werden. Für die Zwecke der vorliegenden Arbeit hat die TAG auch einige relevante Techniken aufgenommen, die nicht auch außerhalb der Anlagen, gemäß IVU-Richtlinie, zum Einsatz kommen. So wird beispielsweise die Ausbringung von Wirtschaftsdünger sehr detailliert behandelt, obwohl allgemein bekannt ist, dass die Ausbringung häufig durch Unterauftragnehmer und auch nicht ausschließlich auf betriebseigenen landwirtschaftlichen Flächen erfolgt. Durch die so ausführliche Behandlung der Ausbringung von Wirtschaftsdünger soll verhindert werden, dass das positive Ergebnis einer Maßnahme zur Verringerung der Emissionen, die von einem Landwirt zu Beginn der Verfahrenskette ergriffen wird, durch ein mangelhaftes Ausbringungsmanagement oder eine mangelhafte Ausbringungstechnik am Ende dieser Kette aufgehoben wird. Oder mit anderen Worten: Da die bedeutendsten Umweltauswirkungen der Tierhaltung eng mit den Emissionen aus Wirtschaftsdüngern im Zusammenhang stehen, sind Maßnahmen zur Emissionensminderung nicht allein auf die Haltungssysteme und die Lagerung des Wirtschaftsdüngers zu beschränken. Sie sollten sich vielmehr auf die gesamte Verfahrenskette (einschließlich der Fütterungsstrategien und der Wirtschaftsdüngerausbringung) erstrecken.

Nicht in den Anwendungsbereich fallen zentrale Wirtschaftsdünger- und Abfallbehandlungsanlagen sowie alternative Haltungssysteme, wie beispielweise die Freilandhaltung von Schweinen im Rotationsverfahren.

Die folgenden einschlägigen **Tätigkeiten landwirtschaftlicher Betriebe** werden behandelt, obwohl bekannt ist, dass nicht alle Tätigkeiten gleichermaßen in jedem Betrieb zu finden sind:

- Betriebsmanagement (einschließlich Instandhaltung und Reinigung der Gerätschaften)
- Fütterungsstrategie (und Futtermittelzubereitung)
- Haltung von Tieren
- Sammlung und Lagerung des Wirtschaftsdüngers
- Betriebsinterne Aufbereitung des Wirtschaftsdüngers
- Ausbringung des Wirtschaftsdüngers
- Abwasserbehandlung.

Mit den oben aufgeführten Tätigkeiten sind folgende Umweltaspekte verbunden:

- Verbrauch von Energie und Wasser
- Emissionen in die Luft (z. B. Ammoniak, Staub)
- Boden- und Grundwasserverunreinigungen (z. B. Stickstoff, Phosphor, Schwermetalle)
- Einträge in Oberflächengewässer
- Emissionen von anderen Abfällen (außer Wirtschaftsdünger und Tierkörper).

Faktoren wie die Anforderungen an den Tierschutz, Emissionen von Mikroorganismen und Stäuben und Antibiotika-Resistenzen der Tiere sind für die Bewertung der Umweltverträglichkeit von Tierhaltungstechnologien von Bedeutung. Daher wurden sie, soweit entsprechende Informationen vorlagen, in die Bewertungen einbezogen. Themen im Zusammenhang mit Aspekten wie die Gesundheit des Menschen und tierische Erzeugnisse waren nicht Bestandteil des Informationsaustausches und werden daher in diesem BVT-Merkblatt auch nicht behandelt.

1 GENERAL INFORMATION

This chapter provides general information on pig and poultry production in Europe. It briefly describes the position of Europe on the world market and developments in the internal European market and those of its Member States. It introduces the main environmental issues associated with intensive pig and poultry farming.

1.1 Intensive livestock farming

Farming has been and still is dominated by family run businesses. Until the sixties and into the early seventies, poultry and pig production were only part of the activities of a mixed farm, where crops were grown and different animal species were kept. Feed was grown on the farm or purchased locally and residues of the animal were returned to the land as fertiliser. Very few examples of this type of farm still exist in the EU.

Since then, increasing market demands, the development of genetic material and farming equipment and the availability of relatively cheap feed encouraged farmers to specialise. As a consequence animal numbers and farm sizes increased and intensive livestock farming started. Feeds were often imported from outside the EU, since the amounts and types needed could not be produced locally. Intensive farming thus led to significant imports of nutrients that were not returned to the same land (via manure) that had produced the crops that provided the feed components. Instead the manure is applied on the available land. However, in many intensive livestock regions there is insufficient land available. In addition, higher nutrient levels were fed to the animals (sometimes more than was strictly necessary) to ensure optimum growth levels. These nutrients were consequently partly excreted in natural processes, thus increasing the level of nutrients in the manure even more.

Intensive livestock farming coincides with high animal densities. Animal density is itself considered a rough indicator of the amount of animal manure produced by livestock. A high density usually indicates that the mineral supply exceeds the requirements of the agricultural area to grow crops or to maintain grassland. Hence, data on the concentration of livestock production at a regional level are considered to be a good indicator of areas with potential environmental problems (e.g. nitrogen pollution).

In a report on the management of nitrogen pollution [77, LEI, 1999], the term livestock units (LU = 500 kg animal mass) is used to present the total size of the livestock population, allowing a summation of animal species according to their feed requirements. The meaning of the term “intensive livestock farming” in Europe is illustrated by using animal density expressed in the number of livestock units per hectare of utilised agricultural area (LU/ha).

Figure 1.1 shows animal density (in LU/ha) at regional levels. Animal density exceeds 2 LU/ha in most of the Netherlands, parts of Germany (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalia), Brittany (France), Lombardy (Italy) and some parts of Spain (Galicia, Cataluña). A stocking density of 2 LU/ha is considered to be close to the amounts of nitrogen from livestock manure that may be applied in accordance with the Nitrates Directive. The picture also illustrates that for nearly all Member States the environmental impact of intensive livestock farming is a regional issue, but for a few countries like the Netherlands and Belgium it can almost be considered a national issue.

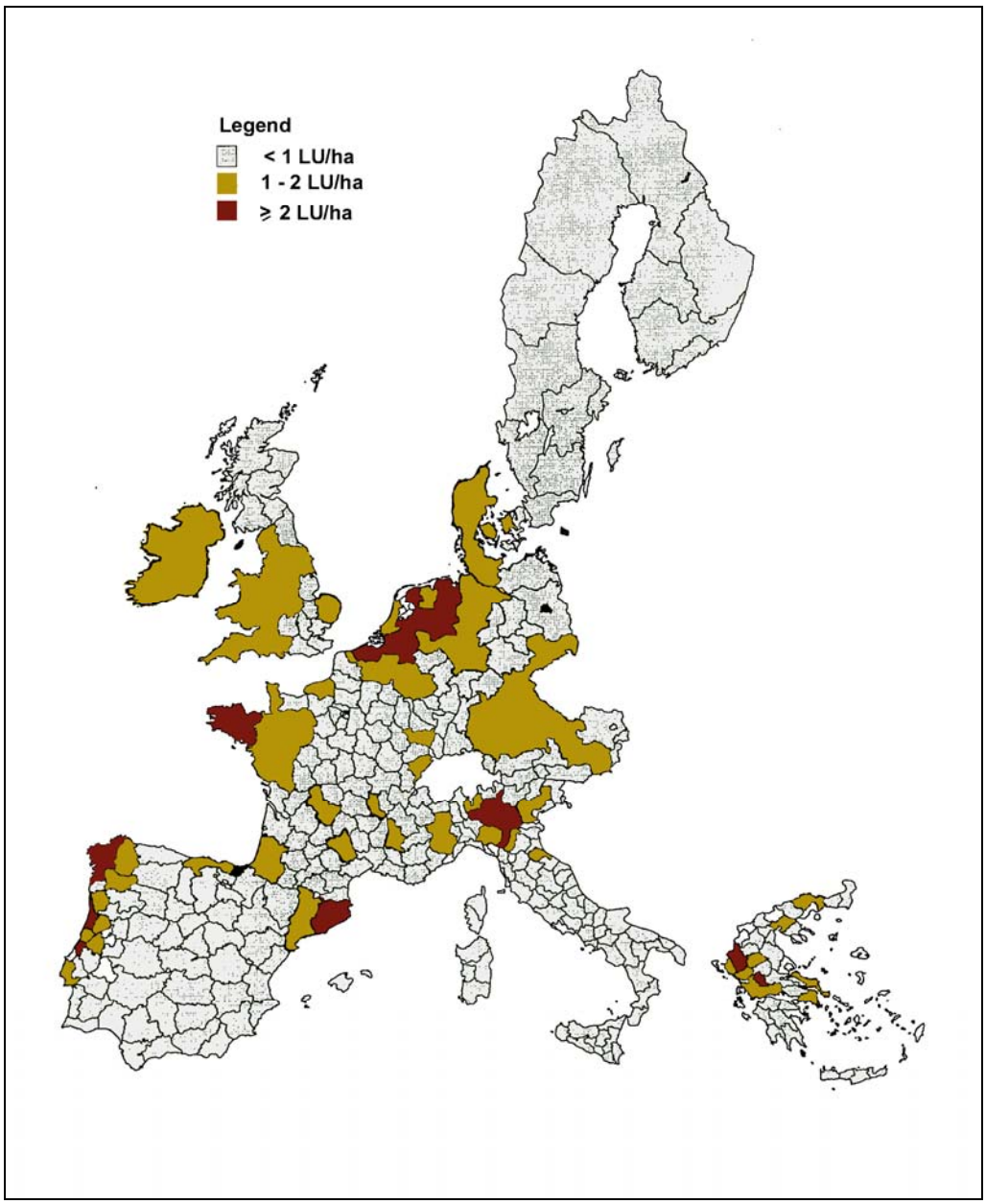


Figure 1.1: Animal density in the European Union, expressed as number of livestock units per hectare of utilised agricultural area
[153, Eurostat, 2001] [77, LEI, 1999]]

The areas with high livestock densities typically have many intensive pig and poultry farms each with a large number of animals. For example, the share of pigs and poultry exceeds 50 % in most of these regions and poultry accounts for more than 20 % of the regional livestock population in parts of France (Pays de la Loire, Bretagne), Spain (Cataluña) and the United Kingdom (East England). In some Member States there is a decline in the actual number of farms, but the remaining farms now tend to keep more animals and have higher production. In only a few Member States (e.g. Spain) are new enterprises being started or large facilities being installed. [77, LEI, 1999]

1.2 The poultry production sector in Europe

By far the majority of poultry farms are part of the production chain for chicken eggs or for chicken broilers. A comparatively small number of farms produces turkeys (meat) and ducks (for meat, foie gras or eggs); very little is known about the production of Guinea fowl. The

following sections describe briefly the poultry sectors in Europe with the emphasis on chicken production, as only limited information has been submitted on the other production sectors. More detailed statistical data can be found in the annual reports of the European Commission (DG Agriculture and Eurostat [153, Eurostat, 2001]).

Poultry production data vary per poultry species and poultry breed and also somewhat per MS depending on market demands. Breeds are either selected for their egg producing capacities or growing (meat) potential. Table 1.1 shows some typical production data for poultry species under the scope of IPPC.

Types of technical elements	Laying hens	Broilers	Turkey		Duck
			M	F	
Production cycle (days)	385 – 450	39 – 45	133	98 – 133	42 – 49
Weight (kg)	1.85	1.85 – 2.15	14.5 – 15	7.5 – 15	2.3
Feed conversion ratios	1.77	1.85	2.72	2.37	2.5
Weight (kg)/m^2	no data	30 – 37	no data	no data	20

Table 1.1: Some typical poultry breeding data
[92, Portugal, 1999] [179, Netherlands, 2001] [192, Germany, 2001]

1.2.1 Egg production

Worldwide, Europe is the second largest producer of hen eggs with about 19 % of the world total, equalling 148688 million eggs per year (1998), and it is expected that this production will not change significantly in the coming years. In 1999, the EU-15 had about 305 million layers producing 5342 million tonnes of eggs, or, at an average of about 62 grams per egg, approximately 86161 million eggs. This means that on average about 282 saleable eggs per hen per year were produced (the actual number will be slightly higher, as some eggs will be lost due to cracks and dirt).

Egg production follows a cyclical pattern as production is increased/reduced after periods of favourable/low prices [203, EC, 2001].

Eggs for human consumption are produced in all Member States. The largest producer of eggs in the EU is France (18 % of the flock and 17 % of the egg production) followed by Germany (14 % of the flock and 16 % of egg production), Italy (15 % of the flock and 14 % of the egg production) and Spain (14 % of the flock and 14 % of the egg production) which all have comparable production levels, closely followed by the Netherlands (12 % of the flock and 13 % of the egg production). Of the exporting Member States, the Netherlands is the largest exporter with 65 % of its production followed by France, Italy and Spain, while in Germany consumption is higher than production.

Concerning the housings of the animals, it is expected that reductions in stocking density under Directive 99/74/EC will result in units with a smaller number of animal places, as only a reduced number of hens could be legally housed in cages. As a consequence, the number of installations with more than 40000 places is forecast to decrease; as up to 20 % [203, EC, 2001] of the birds may have to be removed to comply with the new regulations. The current numbers of farms under IPPC (over 40000 bird places) are listed in Table 1.3.

The majority of laying hens in the EU are kept in cages, although particularly in Northern Europe, non-cage egg production has gained in popularity over the past ten years. For example, the United Kingdom, France, Austria, Sweden, Denmark and the Netherlands have increased the proportion of eggs produced in systems such as barn, semi-intensive, free range and deep litter.

Deep litter is the most popular non-cage system in all Member States, except for France, Ireland and the United Kingdom, where semi-intensive systems and free range are preferred.

The number of layers kept on one farm varies considerably between a few thousand and up to several hundred thousand. A relatively small number of farms per Member State are expected to be under the scope of the IPPC Directive. Of other egg laying poultry species only a couple may be found with 40000 places or more.

Most of the EU-produced consumption eggs (about 95 %) are consumed within the European community itself. Average annual consumption per capita in 2000 was about 12.3 kg. Compared with 1991, consumption levels show a slight decline (Figure 1.2).

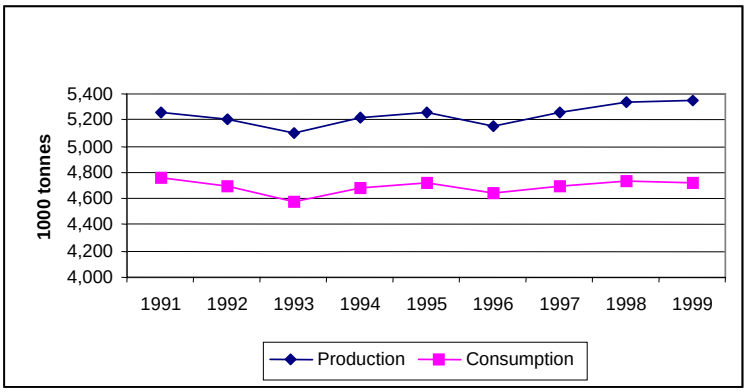


Figure 1.2: Dynamics of egg production and consumption in the EU [153, Eurostat, 2001]

The production chain of the egg production sector is a sequence of different activities, each representing one breeding or production step. The breeding, hatching, rearing and egg laying often take place at different sites and on different farms to prevent the possible spread of diseases. Layer farms, particularly the larger ones, often include grading and packing of eggs after which the eggs are delivered directly to the retail (or wholesale) market.

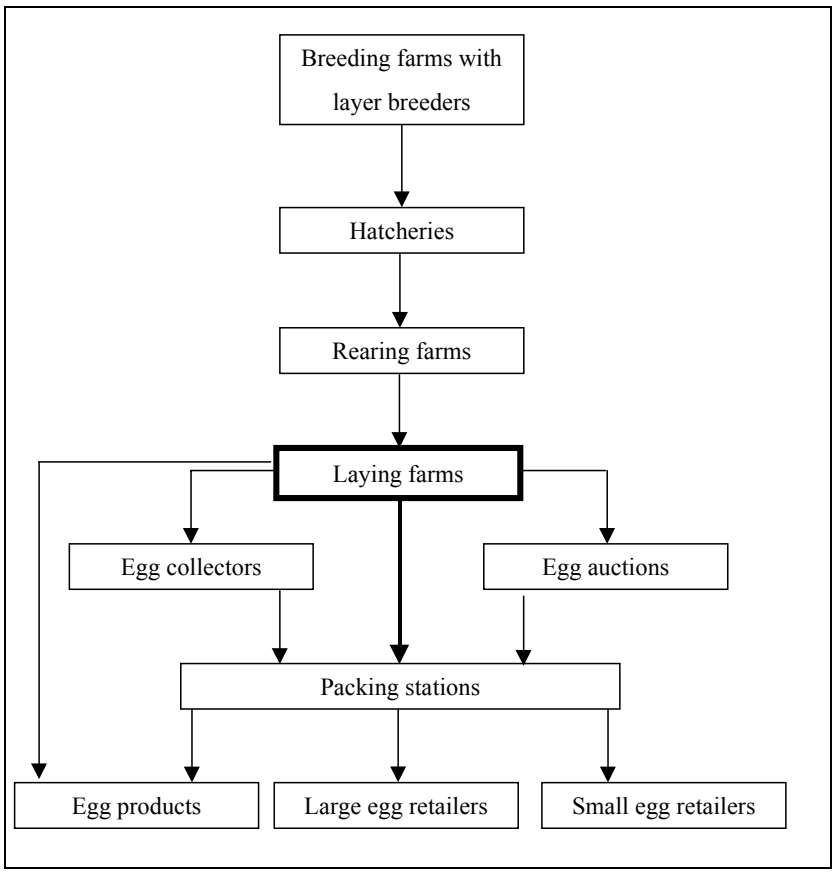


Figure 1.3: Example of the production chain of the egg production sector [26, LNV, 1994]

No information was provided on the structure, position and developments of other egg producing sectors (in particular ducks). They form only a very small activity in comparison with the chicken egg production sector.

1.2.2 Broiler production

According to DG Agriculture unit D2, the total production of poultry meat in the EU-15 was 8.784 megatonnes for the year 2000, of which 8.332 megatonnes were consumed within the EU. The balance, 0.452 megatonnes (5.1 %) was net export. [203, EC, 2001]

The biggest producer of poultry meat in the EU-15 (year 2000) is France (26 % of EU production), followed by United Kingdom (17 %), Italy (12 %) and Spain (11 %). Some countries are clearly export-oriented, such as the Netherlands, where 63 % of the production is not consumed within the own country, as well as Denmark, France and Belgium where 51 %, 51 % and 31 % respectively of production are not consumed within the own country. On the other hand, some countries such as Germany, Greece and Austria have consumptions higher than their own production; in those countries, 41 %, 21 % and 23 % respectively of total consumption is imported from other countries. [203, EC, 2001]

Production of poultry meat has been increasing since 1991 by an average of 232000 tonnes per year. The largest EU producers (France, UK, Italy and Spain) all showed an increase in their poultry meat production.

From 1991 and up to the year 2000, France and the United Kingdom increased their production by 24.4 % and 38.3 % respectively, while Spain increased its by 11.9 % [203, EC, 2001]. While egg production in the European Union can be described as “flat”, the sector’s growth is in

poultry meat. Public concern about the consumption of beef and veal and pork may further enhance this growth.

Personal consumption has been increasing by an average of 459 grams per person; that means that EU-15 consumption increased by 170666 tonnes per year (1999). Exports to other countries have also been increasing, by an average of 38000 tonnes per year.

The Member States with the largest consumption in the EU are France, UK, Germany and Spain. They all increased their consumption between 1991 and 2000: France by 21 %, Germany and Spain by 41 % and 11 % respectively. The United Kingdom became the main consumer of poultry meat from 1994 onwards; its consumption has increased by 51 %. [203, EC, 2001]

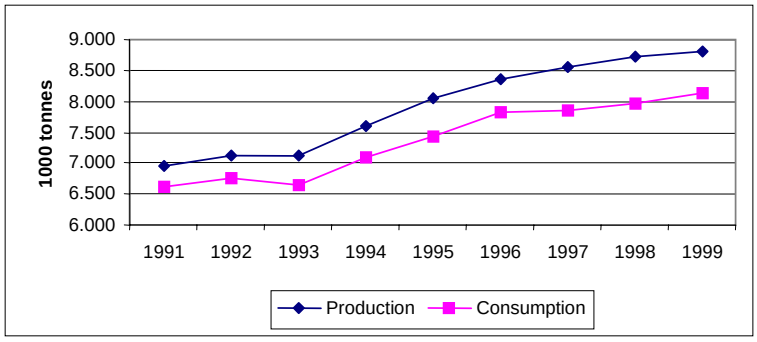


Figure 1.4: Dynamics of poultry meat production and consumption in the EU [153, Eurostat, 2001]

The production of broilers is a specialised part of the broiler production chain. The different steps in the broiler chain are shown in Figure 1.5. This document addresses in particular the broiler production farms. Broilers are generally not housed in cages, although cage systems exist. The majority of poultry meat production is based on an all-in all-out system applying littered floors. Broiler farms with over 40000 bird places are quite common in Europe. The duration of a production cycle depends on the required slaughter weight, feeding and the condition (health) of the birds and varies between 5 weeks (Finland) and 8 weeks [125, Finland, 2001], after which the broilers are delivered to the slaughterhouse. After every cycle the housing is fully cleaned and disinfected. The length of this period varies from 1 week up to two (Finland, UK) or even three weeks (Ireland).

A type of production that has so far been specific to France involves the so-called “red label” broiler. The broilers have permanent access to the open range and are slaughtered at the minimum age of 80 days, at more than 2 kg live weight. This type of production is gaining popularity and represents to date (year 2000) close to 20 % of the French broiler consumption. [169, FEFAC, 2001] (with reference to ITAVI, 2000)

The turkey production sector is the largest of the other poultry meat producing sectors. It is an important sector in four Member States (France, Italy, Germany and the UK). Since 1991 the production in the EU has increased by 50 %. [203, EC, 2001] Annual patterns of turkey poult placings in the EU show similar patterns with four peak placings in February-March, June, August-September and November-December.

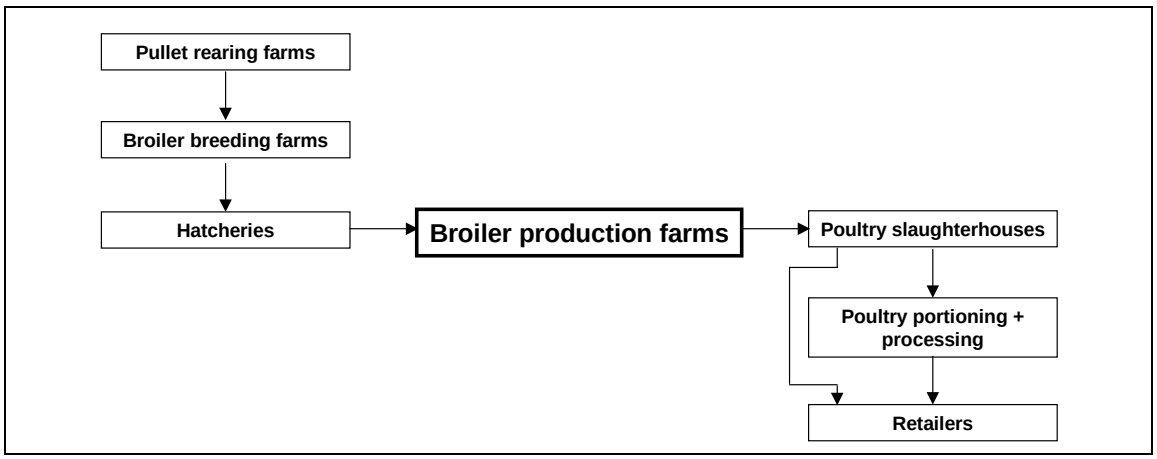


Figure 1.5: Example of the production chain of the broiler production sector [26, LNV, 1994]

1.2.3 Economics of the poultry sector

The majority of poultry farms are family run enterprises. Some farms belong to large holdings carrying out all that activities that are part of a production line, from production to retail and including animal feed supply. The investment in livestock and production items (equipment, housing) is linked with the farms' net margin. The net margin of poultry farms varies in each Member State and depends on production costs and product price. Production costs may consist of:

- costs for chicks (except in integrated systems)
- feed costs
- veterinary costs
- labour costs
- energy costs
- maintenance of equipment and buildings
- depreciation costs for equipment and buildings
- interest.

The cost of egg production is also clearly related to production factors such as the stocking density. Production costs are lowest in multi-bird cages; costs increase with increasing space allowances in cages and with the use of non-cage systems. The production of free-range eggs is considerably more costly than any other system. Therefore higher welfare standards currently being adopted in the EU as a result of Directive 1999/74/CE, which requires more space for the birds, will increase production costs. It is expected that this may lead to increasing imports from countries with lower welfare standards (and therefore lower production costs) at the detriment of EU produced eggs if consumers are not prepared to pay a higher price.

System	Available area	Relative costs
Cage	450 cm^2/bird	100
Cage	600 cm^2/bird	105
Cage	800 cm^2/bird	110
Aviary/Perchery	500 cm^2/bird	110
Aviary/Perchery	833 cm^2/bird	115
Deep litter	1429 cm^2/bird	120
Free range	100000 cm^2 range/bird	140

Table 1.2: Summary of egg production costs in different systems [13, EC, 1996]

The gross income of a farm depends on the number of eggs or kg of live weight that can be sold and the prices the farmer receives (including the price of end-of-lay hens). The prices of poultry products are not guaranteed or fixed and fluctuate with price fluctuations in the market. This market is in turn affected by the dynamics and the structure of the large grocery retailers (15 in 1999), who are the main outlets for the poultry products and are therefore responsible for the major part of the annual turnover of poultry products.

In 1999, the average price for eggs in the European Union was EUR 78.87/100 kg (EUR 0.049/egg). In 2000, the average price for eggs was EUR 100.39/100 kg (EUR 0.062/egg). Egg and layer feed prices have been decreasing since 1991. Overall, the gross margin for egg production has slightly decreased since 1991. [203, EC, 2001]

In 1998, the average price for broiler meat in the European Union was EUR 143.69 /100 kg. In 1999, the average price for poultry meat from January to September was EUR 133.44 /100 kg. Meat prices have been decreasing ever since 1991, but at the same time feed prices have decreased as well. Generally, since 1991 the gross margin for broiler production has decreased.

Prices are also affected when the sector is hit by product contamination (salmonella and dioxins) or by problems that affect other animal product markets (swine fever, BSE). These effects can be regional, but in particular with export oriented MSs, problems can be easily transferred to the wider European market.

For example, the dioxin crisis in mid-1999 associated with the contamination of animal feedstuffs severely affected the markets for poultry meat and eggs in Belgium.. As products were removed from the shelves of retail outlets, both consumption and prices fell. Whilst the crisis had a severe effect on the financial position of the Belgian industry, neighbouring MSs also felt the effects as both their consumption and prices showed a decline as well. On the other hand, outbreaks of foot-and mouth disease, swine fever and BSE in particular shifted consumer behaviour towards an increased consumption of poultry products.

Few economic data have been submitted on fresh turkey production. The September 2000 National Farmers Union (NFU) market report on fresh turkeys reports on the costs (per bird marketed). As an indication of costs, costs for the finishing of hens were EUR 18 per bird (6.4 kg deadweight) to 22 per bird (6.3 kg deadweight) and for stags EUR 19.5 per bird (6.7 kg deadweight) to 23.4 per bird (10 kg deadweight). These costs depend on the price for a poult, whose starting weight will vary, and on the end weight of the birds when they are sold. Costs also include plucking and bleeding. [126, NFU, 2001]

Member State	Layers			Broilers			Turkeys			Ducks			Guinea fowls		
	Birds (10^6)	Farms	IPPC	Birds (10^6)	Farms	IPPC	Birds (10^6)	Farms	IPPC	Birds (10^6)	Farms	IPPC	Birds (10^6)	Farms	IPPC
B (2000) [1]	12.7	4786	172 (50000) [2]	26.6	2703	320 (50000) [2]	0.3	232	n.d.	0.04	853	n.d.	0.06	206	n.d.
D	n.d.	n.d.	549 (20000)[2]	n.d.	n.d.	432 (25000) [2]	n.d.	n.d.	264 (10000)[2]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
E	40.7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.135	n.d.	n.d.	0.092	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
FIN (1999) [1]	3.6	4000	2	5.5	227	64	0.150	55	n.d.	0.003	2	n.d.	none	n.d.	n.d.
IRL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	141	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
I	47.2	2066	n.d.	475.7	2696	n.d.	38.9	750	n.d.	10.1	n.d.	n.d.	25.3	n.d.	n.d.
NL	32.5	2000	n.d.	50.9	1000	n.d.	1.5	125	n.d.	1	65	n.d.	0.2	20	n.d.
A	n.d.	n.d.	22	n.d.	n.d.	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P (1998) [1]	6.2	622	25 (50000) [2]	199	3217	43 (50000) [2]	4.7	176	20 (50000)[2]	0.3	12	0	very few	n.d.	n.d.
S	2.2	900	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
UK	n.d.	n.d.	>200	n.d.	n.d.	700	n.d.	n.d.	20	n.d.	n.d.	10	n.d.	n.d.	n.d.

1) year of report
2) the number of places, some data were reported with different thresholds than the IPPC-threshold as IPPC threshold in practical statistics does not apply.
"n.d." no data submitted or available

Table 1.3: Number of birds, total farms and farms under definition of Section 6.6 of Annex 1 of Council Directive 96/69/EC for different European Member States
Resources: as reported by Member States in comments and national BAT documents (see references)

1.3 The pig production sector in Europe

1.3.1 Dimension, evolution and geographical distribution of the pig production sector in Europe

The dynamics of the European pig producing industry are closely followed and described in detail by national and European institutes (e.g. FAO, LEI, MLC, Eurostat). The data in the following sections have been derived from these sources to draw a general picture of the pig producing sector.

In the EU-15, pig production increased by 15 % between 1997 and 2000. The total number of pigs in December 1999 was 124.3 million, which was a 5.4 % increase as compared with 1997. This increase was mainly attributable to growth in pig populations in Spain, the Netherlands and Germany (the latter reflecting a recovery following the outbreak of classical swine fever), which offset declines in the United Kingdom population.

In 1999 production slowed down, but the effects of the recent foot-and-mouth outbreak are not included. Yearly patterns show that pigmeat production is always highest in the last quarter of the year.

Although the pig population surveys conducted in the Member States in December 2000 reveal a slight decline compared with 1999 (-1.2 %), the overall level remained high (122.9 million animals). The biggest falls were recorded in Austria, Finland, Sweden and UK, whilst the total pig population rose by approximately 6.1 % in Denmark.

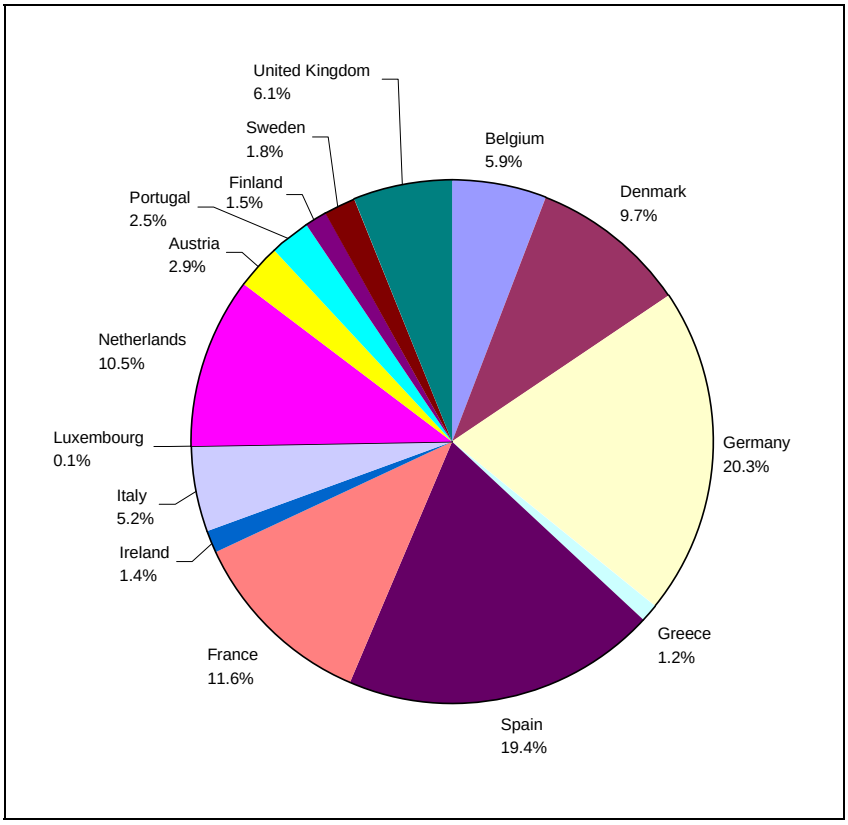


Figure 1.6: Distribution of breeding sows in Europe for each Member State in 1998 [Eurostat Nov/Dec 1998 Surveys]

In 2000, the pig population in EU-15 consisted of an estimated 33.4 million piglets (< 20 kg), 46.9 million finishers (> 50 kg) and 12.9 million breeders (> 50 kg), 0.4 million boars and 21.1 million sows (12.5 breeding and 8.6 mated).

The major pig breeding Member States are Germany, Spain, France, the Netherlands and Denmark with a combined share of 71 % of the breeding sows in 1998 (Figure 1.7). Data for 2000 show that this has increased slightly (73 %), with increases in Denmark and Spain offsetting clear declines in the Netherlands and, to a lesser extent, in Germany.

Sow numbers are reflected in terms of pig output or gross indigenous production (GIP). Again, Germany, Spain, France, Denmark and the Netherlands produced 69.5 % of EU-15 pigs in 1998 (Figure 1.7) and increased their production, so that in 2000 they account for more than 73 % of the total Community output. GIP trends in the Member States show that Ireland, the Netherlands and the UK, in particular, have reduced their production.

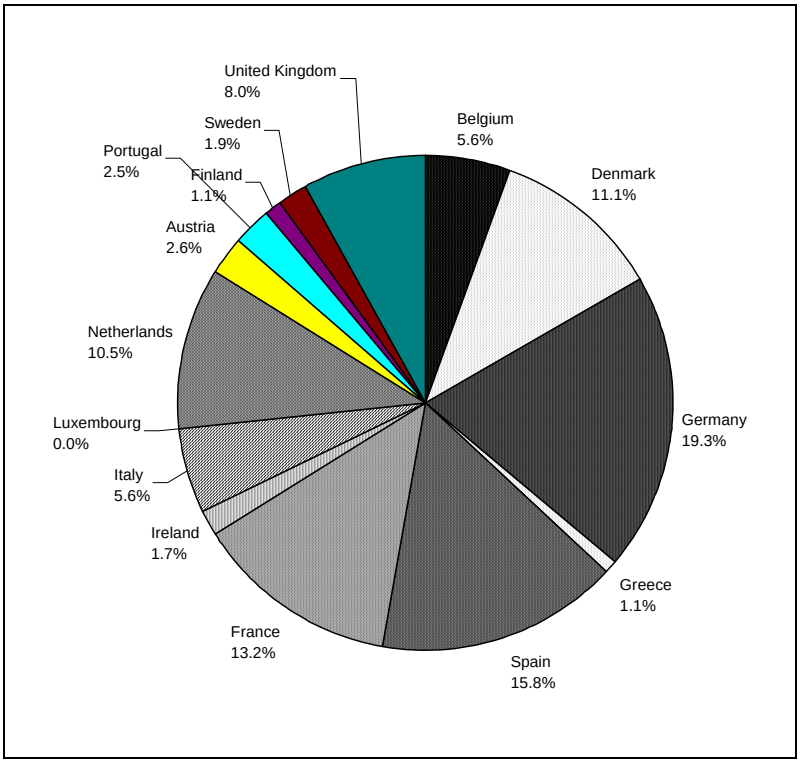


Figure 1.7: Gross indigenous pig production in 1998
[Eurostat Nov/Dec 1998 surveys]

Pig farms vary considerably in size. The most recent figures available on unit size relate to 1997. While pig numbers have increased in Europe, the number of units has declined, but individual farm facilities have become larger. The largest average unit size is found in Ireland (1009 heads), followed by the Netherlands (723), Belgium (629), Denmark (605) and the United Kingdom (557). Throughout the EU-15, 71 % of pig farmers have less then 10 pigs. This is common in Greece, Spain, France, Italy, Austria and Portugal, where over 50 % of holders have less than 10 pigs (Figure 1.8). A further 10 percent of units in the EU have herd sizes of between 10 and 49 pigs. Although most holders have small units, the majority of pig production (88 %) is associated with units larger than 200 pigs, 52 % of the units have even more than 1000 pigs (Figure 1.9).

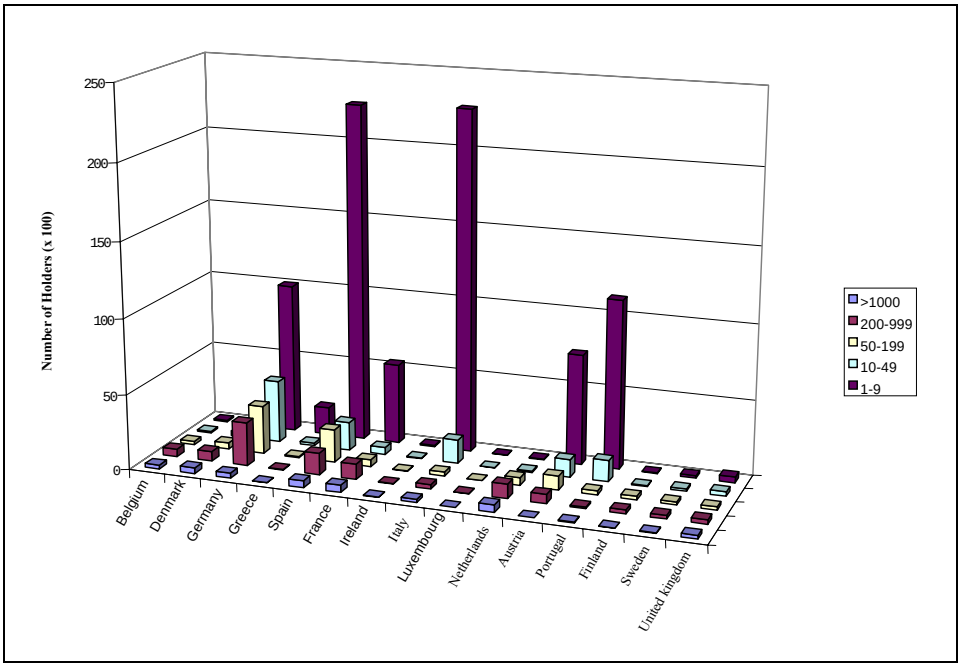


Figure 1.8: Number of holders by unit size in 1997. Legend indicates unit size (in reverse order) [153, Eurostat, 2001]

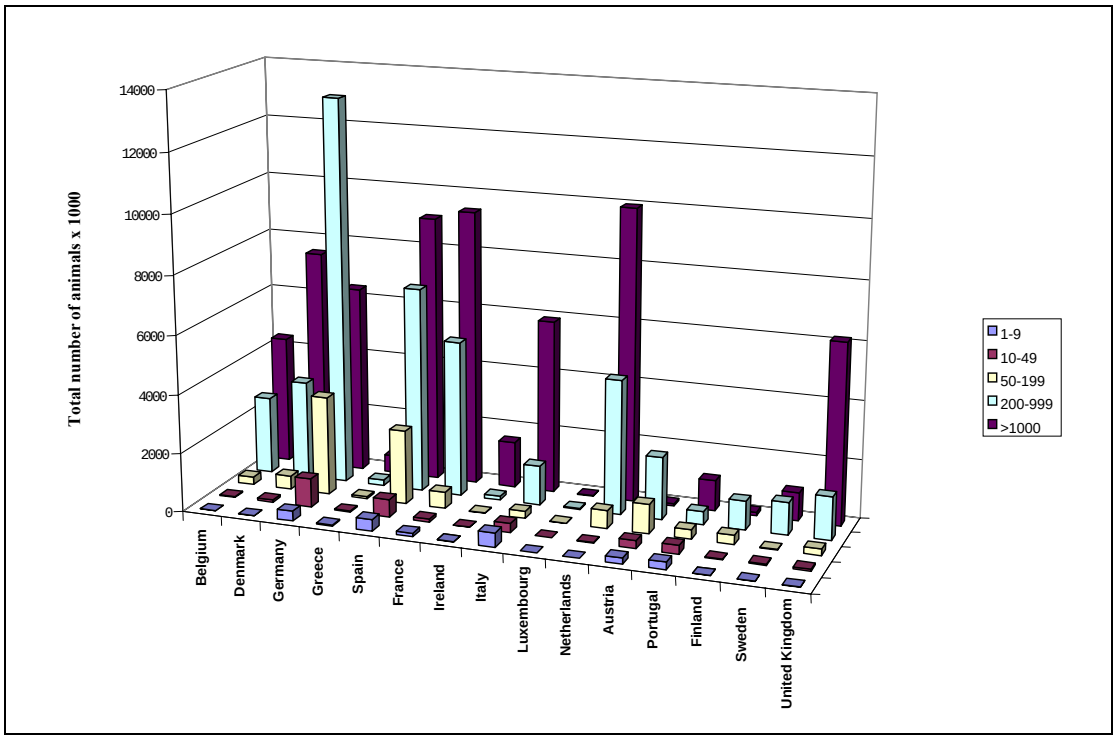


Figure 1.9: Number of animals in unit size categories (1997) [153, Eurostat, 2001]

Across the EU-15, 67 % of sows are in units of more than 100 sows (Figure 1.10). In Belgium, Denmark, France, Ireland, Italy, the Netherlands and the United Kingdom this figure is over 70 %. In Austria, Finland and Portugal smaller sow units are predominant.

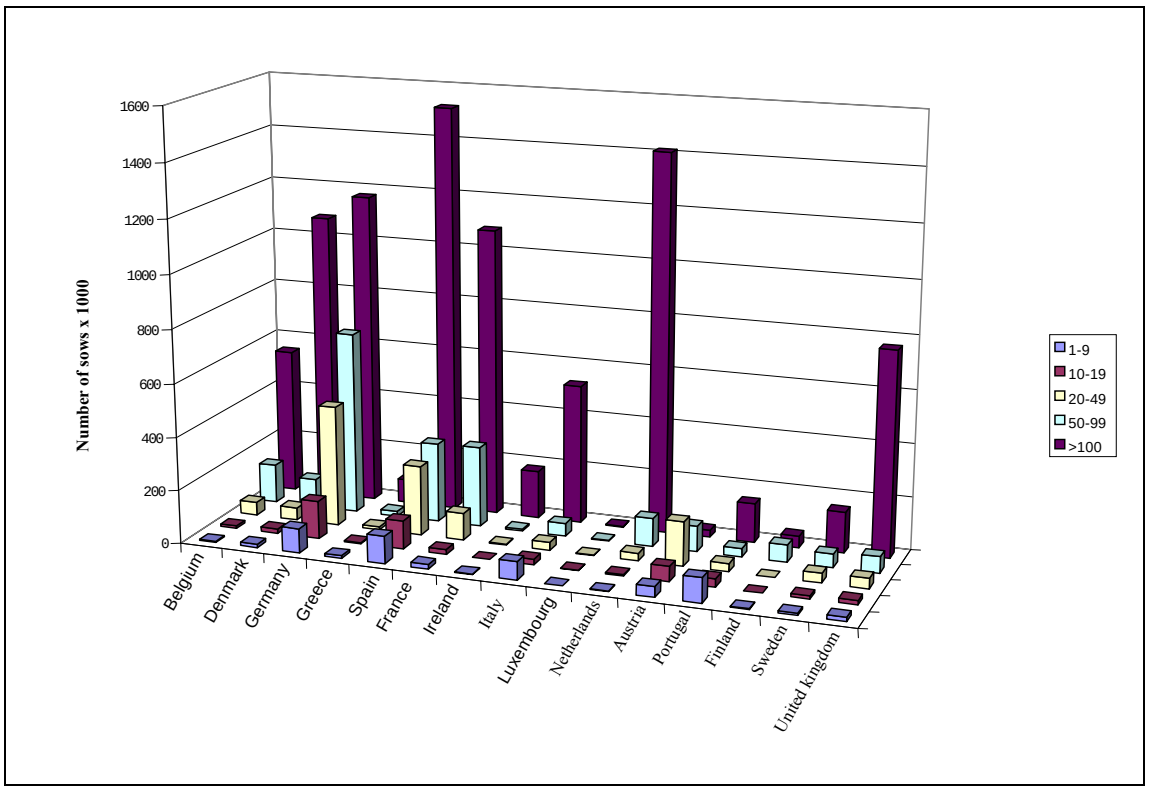


Figure 1.10: Number of sows in different sized units (1997). Legend indicates size of unit in terms of number of sows
[153, Eurostat, 2001]

The majority of pigs for fattening (81 %) are reared on units of 200 pigs or more (Figure 1.11) and 63 % of them on units of more than 400 pigs. 31 % of fattening pigs are reared on holdings of more than 1000 pigs. The industry in Italy, United Kingdom and Ireland is characterised by units of more than 1000 fattening pigs. Germany, Spain, France and the Netherlands have significant proportions of pigs in units of between 50 and 400 fattening pigs.

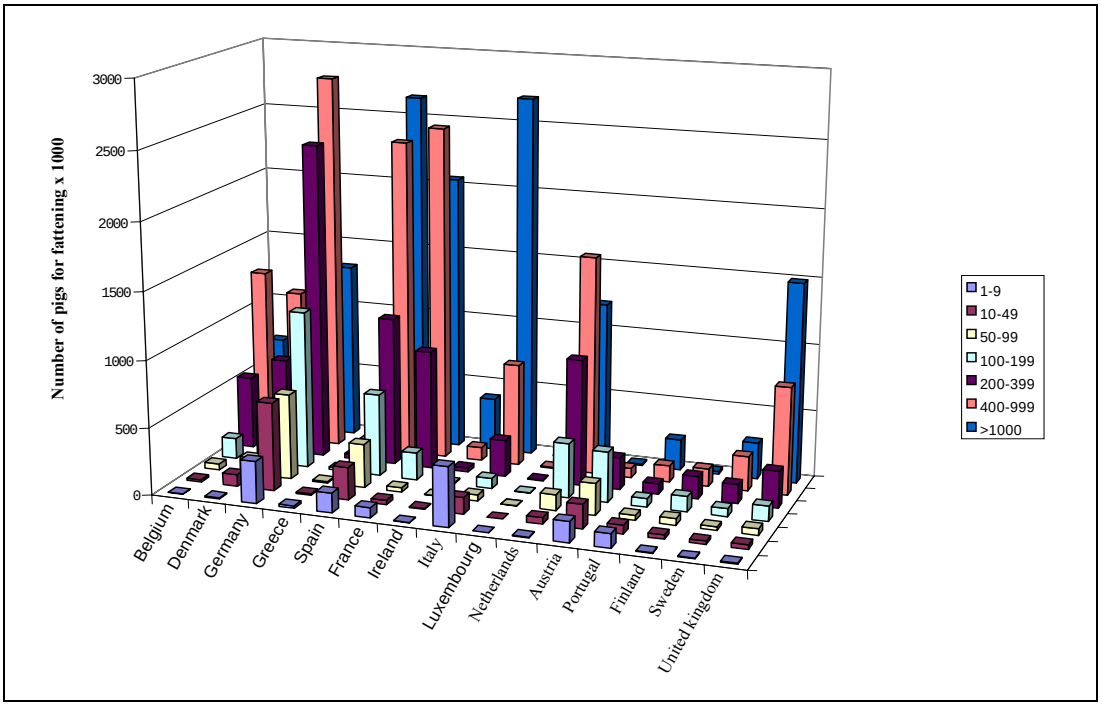


Figure 1.11: Number of pigs for fattening on various size units (1997)
[153, Eurostat, 2001]

From these numbers it is obvious that only a relatively small number of farms will fall within the definition of Section 6.6 of Annex 1 of Council Directive 96/69/EC (Table 1.4).

	Pigs (>30 kg)			Sows		
Member State	**Number of animals (million)**	**Number of farms**	**Farms under IPPC**	**Number of animals (million)**	**Number of farms**	**Farms under IPPC**
B (2000)	2.9	7487	71	0.8	7450	n.d.
DK (1997)	6.2	n.d.	n.d.	1.2	n.d.	n.d.
D (1997)	15.6	n.d.	261	2.6	n.d.	281
E (1997)	11.6	n.d.	822	2.1	n.d.	252
F (1997)	9.9	n.d.	n.d.	1.4	n.d.	n.d.
FIN (1997)	0.79	4727	6	0.18	n.d.	n.d.
IRL (1997)	1.0	n.d.	n.d.	0.19	n.d.	n.d.
I (2001)	0.958	n.d.	407	0.147	n.d.	116
NL (1997)	7.2	n.d.	n.d.	1.4	n.d.	n.d.
A	n.d.	n.d.	6	n.d.	n.d.	n.d.
P (1997)	1.3	n.d.	n.d.	0.33	n.d.	n.d.
UK (1997)	4.7	n.d.	n.d.	0.9	n.d.	n.d.

1997-data are reported in [10, Netherlands, 1999] with reference to Eurostat '97
Belgium data for pigs refer to pigs >50 kg live weight
German data on IPPC-farms refer to more than 1500 pigs and more than 500 sows
Spanish data on IPPC-farms refer to fewer than 750 sows and more than 2000 pigs
Finish data refer to growers >20 kg live weight
n.d. = no data

Table 1.4: Number of pig farms in European Member States under definition of Section 6.6 of Annex 1 of Council Directive 96/69/EC

In most countries, pig production is concentrated in certain regions, e.g. in the Netherlands pig production is concentrated in the southern provinces. Based on 1994 data, densities of 2314 pigs per 100 ha in Noord-Brabant and 1763 in Limburg have been quoted.

Pig farming in Belgium is strongly concentrated in West Flanders (approximately 60 % of the pig population). In France intensive pig production is concentrated in Brittany (approximately 50 % of the pig population), where larger herd sizes are common.

In Germany pig production is concentrated in the north-west, i.e. in the northern counties of Westphalia and the southern counties of the Weser-Ems-Region in Lower Saxony. Data for 1994 suggests a maximum concentration of 1090 pigs per 100 ha in the Vechta region.

Italy has concentrations of pig production in the Po valley. Currently 73.6 % of Italian pig farming assets are located in the four regions of Lombardia, Emilia-Romagna, Piemonte and Veneto within the Po valley.

The spatial density of pig production is used as an indicator of the potential environmental impact of pig production. Data on total pig numbers per 100 ha of utilised agricultural area (UAA) for each Member States are presented in Figure 1.12. Highest densities are apparent in the Netherlands, Belgium and Denmark, but national statistics can hide regional concentrations of pig production and, for most European MSs, high animal densities and intensive livestock farming are regional concerns (see Figure 1.1).

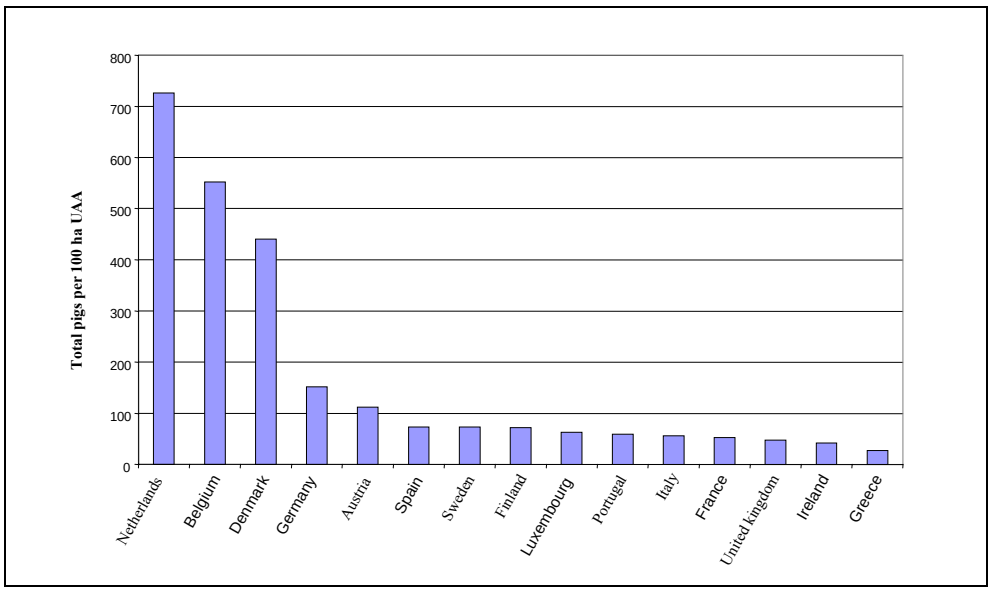


Figure 1.12: Spatial density of pig production in the EU-15 [153, Eurostat, 2001]

1.3.2 Production and consumption of pork

The EU-15 accounts for approximately 20 % of the world pork production, as indicated by slaughtered carcase weight. In 2000, the industry in the EU-15 was responsible for an average monthly pork slaughtering of 1.464 (1.328 – 1.552) million tonnes of carcase weight, whether of indigenous or foreign origin, which totalled 17.568 million tonnes of pork in a year. For comparison, this was more than twice the carcase weight of beef and veal slaughterings over the same period of time [153, Eurostat, 2001].

The average weight to which pigs are finished and their average carcase weight vary throughout the EU. This has a significant impact in relation to the period of time that the pigs are housed, the quantity of feed consumed, and the volume of effluent produced. For example in Italy, heavy pigs are reared to an average live weight of 156 kg, yielding a carcase weight of 112 kg. Generally, higher than average carcase weights (in excess of 80 kg) are also produced in Austria, Germany and Belgium (finished 117 kg / carcase 93 kg) (see Figure 1.13).

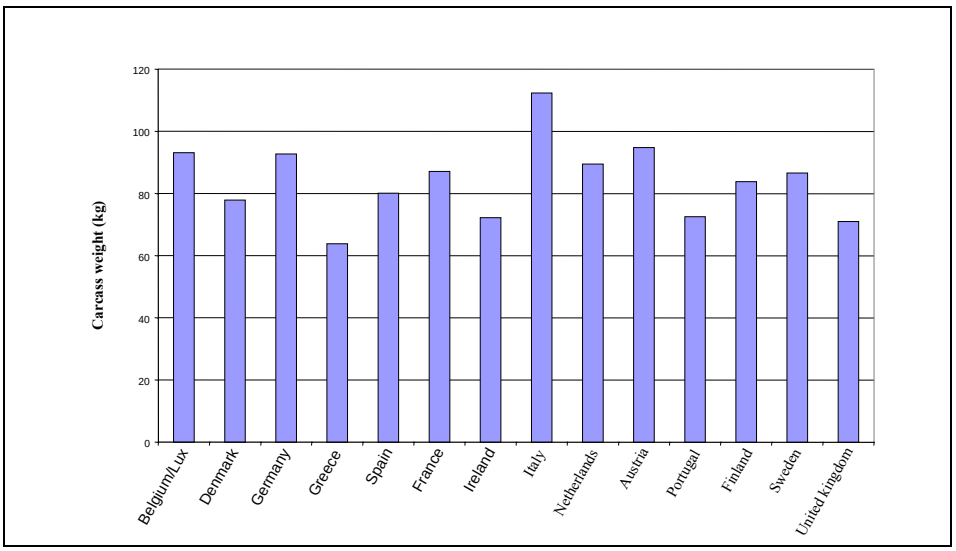


Figure 1.13: Carcase weight of slaughtered pigs for each Member State [153, Eurostat, 2001]

Comparing data on carcase weight and live weight, allows in general an average ratio to be derived where the carcase weight is approximately 75 % of live weight. As an expected 204 million pigs were slaughtered in 2000 with an estimated average live weight of 100 kg, this means that the indigenous pig slaughterings have amounted to an estimated 15.3 million tonnes of carcase weight. The major producer of pork is Germany (20 %), followed by Spain (17 %), France (13 %), Denmark (11 %) and the Netherlands (11 %). Together they produce more than 70 % of the EU-15 indigenous production.

Not all of this production is consumed in the Member States themselves. As a whole, the EU is a net exporter of pork, importing only a very small amount (Figure 1.14). Not every major producer is an exporter, for instance Germany is a major producer but still imported about twice as much as it exported in 1999.

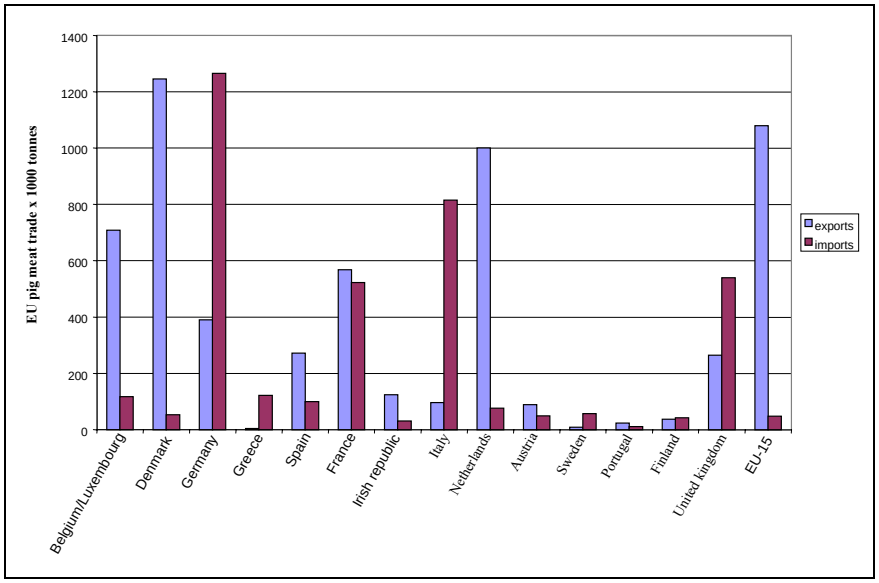


Figure 1.14: Pigmeat trade by European Member States
[Eurostat, 1999]

With varying live weights at the end of the finishing period, the period of time needed for rearing a pig also varies in the EU-15. Many factors influence this, such as the feeding, farm management and market demands requiring a certain quality pork. As an example, some production data are shown describing production in the UK.

Species	Characteristic	Unit	Level
Breeding	Offspring	pigs/sow/year	22
Weaners	Live weight range	kg	7 – 35
	Gain	g/day	469
	FCR	kg feed/kg live weight	1.75
Growers/finishers	Live weight range	kg	35 – onwards
	Gain	g/day	630
	FCR	kg feed/kg live weight	2.63

Table 1.5: General production levels pig farming UK
[131, FORUM, 2001]

On an EU-wide basis, the consumption of pig meat is higher than for any other meat. Over the past two years, competitive prices and plentiful supplies have driven consumption to new record levels. Per capita consumption in 2000 as a whole was forecast to be about 43.5 kg compared with 41.2 kg in 1997 [203, EC, 2001]. (See Figure 1.15).

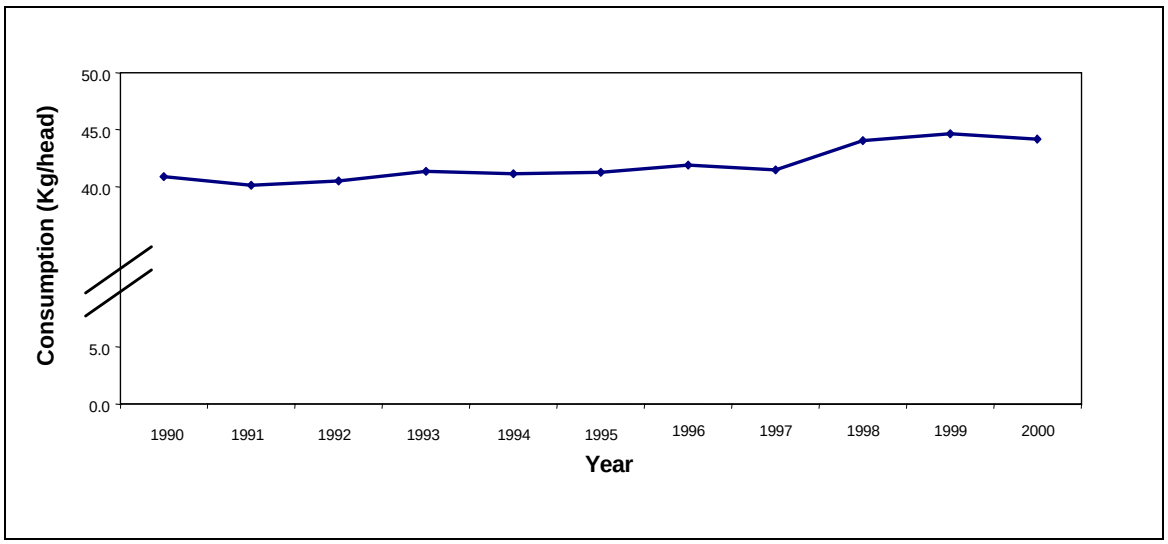


Figure 1.15: Consumption of pig meat per capita (kg/person) over time in Europe [153, Eurostat, 2001]

The highest per capita pig meat consumption both in terms of quantity and as a relative proportion of total meat consumption was recorded in 1999 in Denmark (65.8 kg/person of pig meat, compared to a total meat consumption of 117.8 kg/person). Similar levels of pig meat consumption per capita, although with slightly lower figures, are found in Germany, Spain and Austria. Spain has the highest overall consumption of meat in the EU, although it has been remarked that the annual 30 million tourists may contribute to this high amount. While Sweden and Finland have the lowest overall meat consumption in the EU (72 and 69 kg/person respectively), Greece (32 %) and UK (23 %) have the lowest proportional consumption of pig meat. [203, EC, 2001]

1.3.3 Economics of the pig sector

The economics of pig production are largely dictated by the availability of feed and access to suitable markets. This has led to regional development of the industry, for example in the Po valley, where pig production has developed in association with cereal growing and dairy production, and due to the easy access to transport.

More recently, environmental constraints have led to a link between production and the availability of land for the irrigation of effluent. Denmark has a definite advantage over pig producers in the Netherlands and several other countries in that its pig population is spread across the entire country, and thereby it has a low density of pigs in relation to land area. The Danish farm system generally combines pig production with mixed farming; allowing effluent to be used in a manner that lessens the environmental hazard. The association with mixed farming also provides benefits in terms of feed costs. A similar situation exists in the concentrated pig production areas in Germany, where pig production is associated with mixed farms, again facilitating a control of the feed inputs and irrigation of the effluent.

Pig density in Spain as a whole is very low, but there is a concentration of intensive pig farming and other agricultural activity in the northern Autonomous Communities (e.g. in Cataluña). There are still many areas where manure can be applied without a potential risk of water pollution by nitrates. It has been stated that the application of animal manure to land is of great agronomic interest to Spain as, along with the savings on chemical fertilisers, it can also improve the structure and fertility of most Spanish soils and can contribute significantly to the fight against desertification. These favourable circumstances support the growth of the sector and even the setting up of foreign companies. [89, Spain, 2000]

Generally, pig production in the EU does not tend to show the level of vertical integration found in the poultry sector, for instance the breeding and finishing of pigs are often carried out in separate facilities. In recent years there has been a tendency towards a more integrated approach with an individual or company based control of feed supply, pig production and slaughtering capacities. There is also a trend that even in situations where breeding and finishing are undertaken on separate sites, these may be owned by a single producer. The most developed integrated production systems are in Denmark, under the guidance of the Federation of Danish Pig Producers and Slaughterhouses (Danske Slagterier).

Few data have yet been submitted on the economic situation and profitability of the pig farming industry. Profitability data are needed to allow the determination of BAT. For this the profitability per sector and per country would be necessary to allow for differences between MSs (see Annex 7.6) to be accounted for.

Pig farming is typically characterised by periods of relatively high profits alternating with periods of negative margins. For Europe as a whole, prices have dropped and the scope for investments at the farm level has become more limited. Many farmers have adopted an attitude of waiting in anticipation for better times. In some countries (such as the Netherlands and the Flemish Region of Belgium) environmental problems have led to calls for fewer pig places and many farms are expected to close down. An increasing debate in some MSs is expected to put intensive livestock farming in general, and pig production in particular, under more pressure and some structural changes in the pig production sector are expected in the coming years.

Where investments are made, there are a variety of reasons why farmers might decide to invest in environmental techniques. Often, national legislation pushes them towards the application of certain techniques, but also the requirements of the large grocery retailers can affect the choice and operation of production techniques. Increasing attention is being paid to animal welfare issues, such as the use of straw and access to an outdoor area. It should be borne in mind that techniques applied under the scope of "animal welfare" legislation are not always associated with the best environmental performance.

The financial terms under which commitments have to be made and under which new techniques are purchased by farmers vary largely between Member States and even between regions within Member States. Two clear examples were reported. The Finnish agri-environmental support programme [125, Finland, 2001] gives assistance to farmers if they participate in a special programme that requires them to take certain actions to reduce the impact of farming activities on the environment; these actions might involve making certain investments, or taking measures, for instance to reduce fertiliser use. In Finland it is also possible to get financial assistance for investments, for example to build new manure storage (Farm investment aid). This assistance can be direct financial assistance, or a loan by a credit institution with interest support, or a government loan at reduced interest. [188, Finland, 2001]

A regional programme was set up by Emilia-Romagna (Italy) to push farmers into investing in techniques for better manure management [127, Italy, 2001]. This programme adopted, for instance, flushing systems with canals, equipment for solid separation of pig slurry, tanks for pig slurry and cages for layers equipped with belt and forced drying.

1.4 Environmental issues of intensive poultry and pig farming

Environmental issues have only been on the agricultural agenda for a relatively short period of time. It was not until the eighties that the environmental impact of intensive livestock farming really became an issue, although there was already an awareness of the contamination of soil due to excess manure application and of odour increasingly becoming an issue due to an increasing population in the rural areas.

One of the major challenges in the modernisation of poultry and pig production is the need to balance the reduction or elimination of the polluting effects on the environment with increasing animal welfare demands, while at the same time maintaining a profitable business.

Potentially, agricultural activities on intensive poultry and pig farms can contribute to a number of environmental phenomena:

- acidification (NH_3, SO_2, NO_x)
- eutrophication (N, P)
- reduction of ozone-layer (CH_3Br)
- increase of greenhouse effect (CO_2, CH_4, N_2O)
- desiccation (groundwater use)
- local disturbance (odour, noise)
- diffuse spreading of heavy metals and pesticides.

Increasing knowledge of the different sources responsible for these environmental phenomena has increased the attention paid to a number of environmental aspects associated with the intensive rearing of poultry and pigs. The key environmental aspect of intensive livestock production is related to the natural living processes, i.e. that the animals metabolise feed and excrete nearly all the nutrients via manure. The quality and composition of the manure and the way it is stored and handled are the main factors determining the emission levels of intensive livestock production.

From an environmental point of view, the efficiency with which pigs convert feed for maintenance, growth speed and breeding is important. The pigs' requirements will vary during different stages of their life, e.g. during the rearing and growth periods or during different stages of their reproductive life. To be sure that their nutritional requirements are always met, it has become customary to feed nutrients at levels in excess of the animals' requirements. At the same time, emissions of N into the environment can be observed which are partly due to this imbalance. The process of N consumption, utilisation and losses in the production of slaughter pigs is quite well understood (see Figure 1.17).

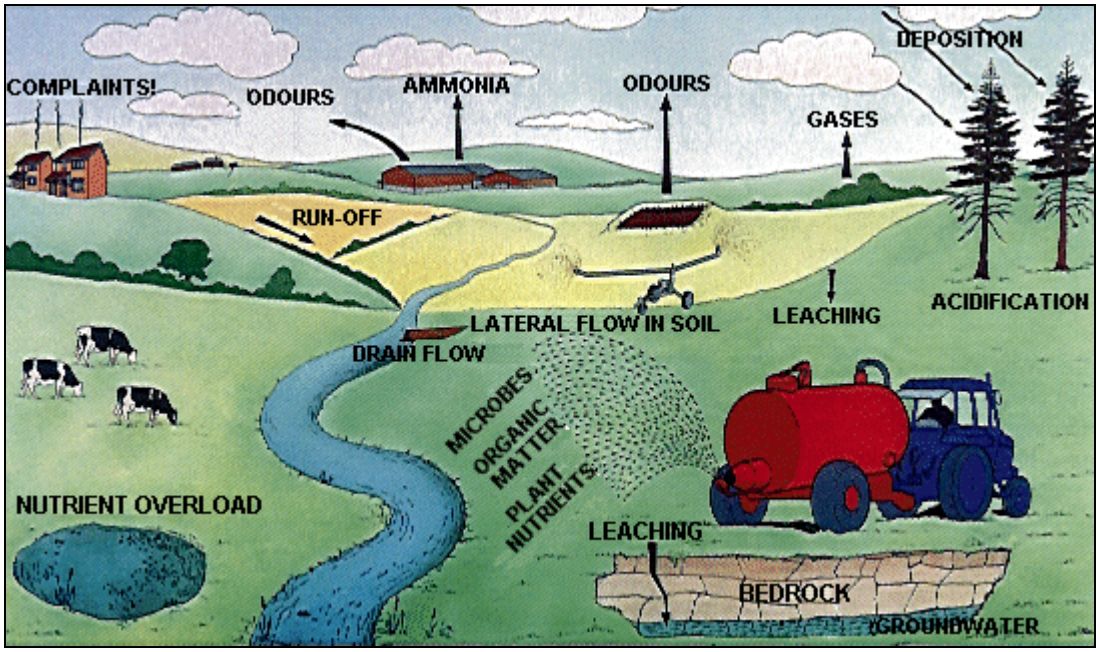


Figure 1.16: Illustration of environmental aspects related to intensive livestock farming [152, Pahl, 1999]

With research having started only relatively recently, many aspects are not known or quantified yet. Emissions are often diffuse and very difficult to measure. Models have been and still are being developed to allow accurate estimations of emissions to be made where direct measurements are not possible. Also, a number of aspects have only just been identified, where focus still is on emissions of ammonia (NH_3) and on emissions of N and P to soil, groundwater and surface water.

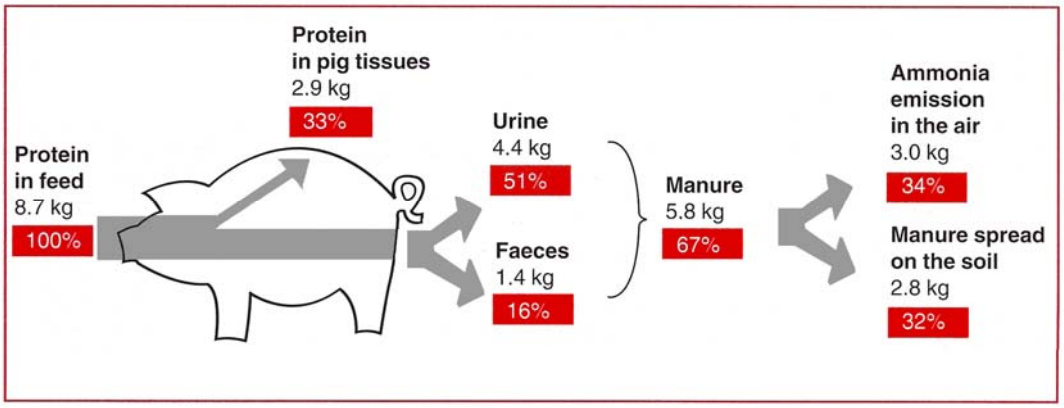


Figure 1.17: Consumption, utilisation and losses of protein in the production of a slaughter pig with a final live weight of 108 kg
[99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]

1.4.1 Emissions to air

Air	Production system
Ammonia (NH_3)	Animal housing, storage of manure and landspreading of manure
Methane (CH_4)	Animal housing, storage of manure and manure treatment
Nitrous oxide (N_2O)	Animal housing, manure storage and landspreading
NO_x	Heaters in buildings and small combustion installations
Carbon dioxide (CO_2)	Animal housing, energy used for heating and transport on farm, burning of waste
Odour (e.g. H_2S)	Animal housing, storage of manure, landspreading of manure
Dust	Milling and grinding of feed, feed storage, housing of animals, solid manure storage and application
Dark smoke/CO	Burning of waste

Table 1.6: Emissions to air from intensive livestock production systems

N-related emissions

Most attention has been paid to the emission of ammonia from animal housing, as it is considered an important compound for the acidification of soils and water. A technical expert group is specifically working on the abatement of emissions of ammonia under the framework of the UNECE programme on long-range transboundary air pollution [9, UNECE, 1999].

Ammonia gas (NH_3) has a sharp and pungent odour and in higher concentrations can irritate the eyes, throat and mucous membranes in humans and farm animals. It slowly rises from the manure and spreads through the building and is eventually removed by the ventilation system. Factors such as the temperature, ventilation rate, humidity, stocking rate, litter quality and feed

composition (crude protein) can all affect the ammonia levels. Factors that influence the rate of ammonia emission are presented in Table 1.7. For example in pig slurry, urea nitrogen represents more than 95 % of the total nitrogen in pig urine. As a result of microbial urease activity, this urea can rapidly be converted into volatile ammonia.

High ammonia levels also affect working conditions for the farmer and in many MSs workplace regulations set upper limits for the acceptable ammonia concentration in working environments.

Processes	Nitrogen components and appearance	Affecting Factors
1. Faeces production	Uric acid / urea (70 %) + undigested proteins (30 %)	Animal and feed
2. Degradation	Ammonia/ammonium in manure	Process conditions (manure): T, pH, A_w
3. Volatilisation	Ammonia in air	Process conditions and local climate
4. Ventilation	Ammonia in poultry house	Local climate (air): T, r.h., air velocity
5. Emission	Ammonia in environment	Air cleaning
Note: T: temperature, pH: acidity, A_w: water activity, r.h.: relative humidity		

Table 1.7: Schematic overview of processes and factors involved in ammonia release from animal houses

The generation of gaseous substances in the animal housing also influences the indoor air quality and can affect the animals' health and create unhealthy working conditions for the farmer.

Other gases

Much less is known about the emissions of the other gases, but some research is currently being carried out, in particular on methane and nitrous oxide. Increased levels of nitrous oxide can be expected from aerated liquid manure treatment processes, as well as with solid manure methods. The level of carbon dioxide resulting from respiration of the animals is proportional to the heat production of the animal. The carbon dioxide can accumulate in broiler houses if they are not properly ventilated.

Soil microbial processes (denitrification) produce nitrous oxide (N_2O) and nitrogen gas (N_2). Nitrous oxide is one of the gases responsible for the 'greenhouse effect', whilst nitrogen gas is harmless to the environment. Both can be produced from the breakdown of nitrate in the soil, whether derived from manure, inorganic fertilisers or the soil itself, but the presence of manure encourages this process.

Odour

Odour is a local problem but is an issue that is becoming increasingly important as the livestock industry expands and as ever increasing numbers of rural residential developments are built in traditional farming areas, bringing residential areas closer to livestock farms. The increase in farm neighbours is expected to lead to increased attention to odour as an environmental issue.

Odour can be emitted by stationary sources such as storage, and can also be an important emission during landspreading, depending on the spreading technique applied. Its impact increases with farm size. Dust emitted from farms contributes to odour transport. In areas with a high density of pig production, plumes from one farm can potentially transfer diseases to other farms.

Odour emissions especially from large poultry farms, can give rise to problems with neighbours. Emissions of odour are related to many different compounds such as, mercaptans, H_2S, skatole, thiocresol, thiophenol and ammonia [173, Spain, 2001].

Dust

Dust has not been reported as an important environmental issue in the surroundings of a farm, but it may cause some nuisance during dry or windy weather. Inside the animal house, dust is known under certain circumstances to be a contaminant that can affect both the respiration of the animals and the farmer, such as in broiler houses with high litter contents.

As an example, emissions of respirable dust (small dust particles) from deep litter systems (half litter, half slatted floor) and cage systems were estimated at 2.3 and 0.14 mg/h per hen respectively, based on measurements in commercial houses. Litter systems clearly give higher concentrations of respirable dust within the housing (1.25 and 0.07 mg/m^3 respectively). The differences can be explained in combination with the higher level of activity shown by hens in non-cage systems.

1.4.2 Emissions to soil, groundwater and surface water

Emissions from slurry storage facilities that contaminate soil and ground- or surface water occur because of inadequate facilities or operational failures and should be considered accidental rather than structural. Adequate equipment, frequent monitoring and proper operation can prevent leakage and spillage from slurry storage facilities.

Emissions to surface water can occur from a direct discharge of the waste water arising on a farm. Little quantified information is available on these emissions to surface water. Waste water arising from household and agricultural activities might also be mixed with slurry to be applied onto land, although mixing is not allowed in many MSs.

Waste water discharged directly into surface water can come from various sources but, normally only direct emissions from slurry treatment systems such as the lagoon systems are permitted. Emissions to surface water from these sources contain N and P, but increased levels of BOD may also occur; in particular in dirty water collected from the farmyard and from manure collection areas.

However, from all the sources, landspreading is the key activity responsible for the emissions of a number of components to soil, groundwater and surface water (and air, see Section 1.4.1). Although manure treatment techniques are available, the application of manure onto land is still the most favoured technique. Manure can be a good fertiliser, but where it is applied in excess to soil capacity and crop requirements it is a major agricultural source of emissions.

Soil and groundwater	Production system
Nitrogenous compounds	Landspreading and manure storage
Phosphorus	
K and Na	
(Heavy) metals	
Antibiotics	

Table 1.8: Main emissions to soil and groundwater from intensive livestock production systems

Most attention has been given to the emission of **nitrogen** and **phosphorus**, but other elements, such as potassium, nitrite, NH_4^+, micro-organisms, (heavy) metals, antibiotics, metabolics and other pharmaceuticals may end up in manure and their emissions may cause effects in the long run.

Contamination of waters due to nitrates, phosphates pathogens (particularly faecal coliforms and *Salmonella*) or heavy metals is the main concern. Excess application to land has also been associated with an accumulation of copper in soils, but EU legislation in 1984 significantly reduced the level of copper allowed in pig feeds, thereby reducing the potential for soil contamination when manure is correctly applied. While improved design and management can lead to elimination of potential pollution sources on site, the existing spatial density of pig production in the EU raises particular concern with regard to the availability and suitability of land for spreading pig slurry. Increased environmental regulation of spreading of manure has sought to address this problem. Indeed, in the Netherlands and the Flemish region of Belgium exports of surplus manure are now occurring.

Nitrogen

For nitrogen, the various emission routes are well illustrated in Figure 1.18. Through these reactions, losses of 25 – 30 % of nitrogen as excreted in pig slurry have been reported. Depending on the weather and soil conditions, this can be 20 – 100 % of the ammoniacal nitrogen if slurry is surface spread. The ammonia emission rate tends to be relatively high in the first few hours after application and decreases rapidly during the day of application. It is important to note that the ammonia release is not only an unwanted air emission, but also a reduction of the fertilising quality of the applied manure.

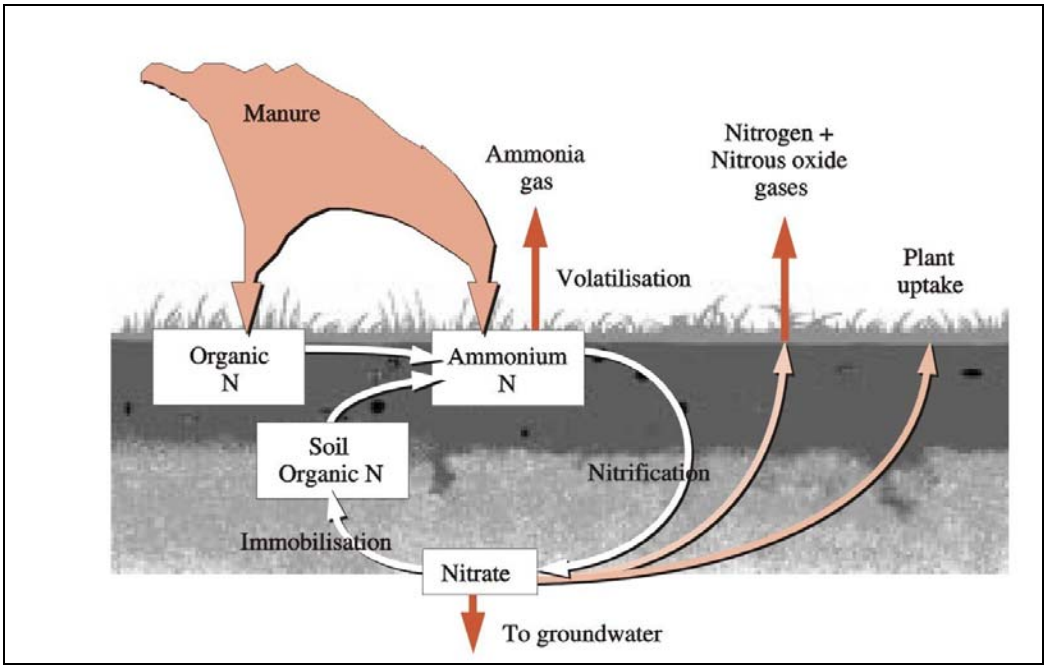


Figure 1.18: Nitrogen cycle showing the main transformations and losses to the environment [50, MAFF, 1999]

Pollution from agriculture, and in particular nitrogen pollution, has been identified through research evidence as posing a risk to the quality of European soil and surface and marine waters. The risks relate to the high level of nitrates found in drinking water, eutrophication of surface water (in synergy with phosphorus) and coastal waters and acidification of soils and waters. (Eutrophication involves excessive algal growth, and can lead to potential adverse effects on aquatic biodiversity or human uses of water)

The objective of the EU Nitrates Directive 91/676/EEC is to reduce these risks via a reduction and limitation of nitrogen application per hectare of arable land. Members States are obliged to identify zones, that drain into waters vulnerable to pollution from nitrogen compounds and that require special protection; i.e. the Nitrate Vulnerable Zones. In these zones landspreading is

restricted to a maximum level of 170 kg N/ha per year. In 2000, the combined area of all Nitrate Vulnerable Zones covered 38 % of the total EU-15 land area [205, EC, 2001].

Fewer problems arise from landspreading in areas where sufficient land appropriate for application is available for the amount of manure that is produced. Intensive livestock production and related nitrogen pollution are concentrated in different countries and in various regions in the EU. Nitrogen surpluses are observed to be most critical on pig and poultry farms.

Phosphorus

Phosphorus (P) is an essential element in agriculture and plays an important role in all forms of life. In natural (i.e. unfarmed) systems, P is recycled to soil in litter and natural and vegetative residues, where it remains. In such ecosystems P is fairly efficiently recycled. However, in agricultural systems P is removed in the crop or the animal product and further P has to be imported to sustain productivity. As only part of the P is taken up by the soil (5 – 10 %) large amounts are applied in excess of what is needed, in addition to which increasing amounts of P-containing manure are added.

The importance of manure as a source of phosphorus has increased to the point at which it is estimated that 50 % of the input to EU surface waters from leaching and penetration into soil can be attributed to the application of animal manure. [150, SCOPE, 1997].

Concentrations of 20 – 30 micrograms P/l in lakes or slow rivers can cause water eutrophication, with the danger of a growth of toxic blue algae (cyanophytes) in fresh water, which are P limited [209, Environment DG, 2002]

1.4.3 Other emissions

Noise

Intensive livestock farming can generate other emissions such as noise and emissions of bioaerosols. Like odour, is of local problem, and disturbances can be kept to a minimum by properly planning activities. The relevance of this problem may increase with expanding farms and with the growth in rural residential developments in traditional farming areas.

Bioaerosols

Bioaerosols are important for the role they can play in the spread of diseases. The type of feed and feeding technique can influence the concentration and emission of bioaerosols. The feeding of pellets or mealy feed mixes via liquid feed systems and through the addition of feed fats, or oils in the case of dry feed systems, can reduce dust development. Mealy feed mixes are better when combined with oils as binding agents. Liquid feed installations are regarded as desirable. A dry feed system may only be implemented on the basis of automatic slop / raw slop feeders. The high quality of the raw materials can be ensured through dry harvesting and storage. This will then avoid, in particular, microbial and fungal contamination.

Regular cleaning of the housing equipment and all the housing surfaces will remove dust deposits. This regime is assisted by the all-in/all-out rotation method, as following the removal of all the livestock careful cleaning and disinfecting of the housing is necessary.

As a general rule, in non-litter housings less dust occurs than in the case of litter-based housings. In litter-based housings, care must be taken to keep the litter, clean and dry, under all circumstances, and free of mould/fungus. Low air velocities in the floor area can reduce the dust content in the air.

2 APPLIED PRODUCTION SYSTEMS AND TECHNIQUES

This chapter describes the major activities and production systems found in intensive poultry and pig production, including the materials and equipment used and the techniques applied. It attempts to present the techniques that are generally applied throughout Europe and to create a background for the environmental data presented in Chapter 3. It also describes those techniques that can serve as a reference or benchmark for the environmental performances of the reduction techniques presented in Chapter 4.

This chapter does not seek to give an exhaustive description of all existing practices, nor can it give a description of all combinations of techniques that may be found on IPPC-farms. Because of historical developments and climatic and geophysical differences, farms will vary in the kind of activities that are applied, as well as in the way in which these activities are carried out. Nevertheless, it should give the reader a general understanding of the common production systems and techniques applied in Europe in the production of poultry products and pig meat.

2.1 Introduction

Livestock production is concerned with the processing of feed into a form that is suitable for human consumption. The objective is to reach a high feed utilisation as well as to use production methods that do not cause emissions that are harmful to the environment or to people. In general, the production systems do not require highly complex equipment and installations, but they increasingly require a high level of expertise to properly manage all the activities and to balance the production aims with the animals' welfare.

Intensive livestock farms which have animal numbers within the IPPC size range are generally characterised by a high a degree of specialisation and organisation. Central to all activities is the rearing, growing and finishing of animals for meat and/or egg production. The essential part of all activities is the animal housing system. This system (see Sections 2.2 and 2.3) includes the following elements:

- the way the animals are stocked (cages, crates, free)
- the system to remove and store (internally) the produced manure
- the equipment used to control and maintain the indoor climate
- the equipment used to feed and water the animals.

Other essential elements of the farming system are:

- the storage of feed and feed additives
- the storage of manure in a separate facility
- the storage of carcases
- the storage of other residues
- the loading and unloading of animals.

Additionally, on egg-producing farms, the selection and packaging of eggs is quite common.

A number of activities can be part of the farming system, but these vary between farms for reasons such as the availability of land, farming tradition, or commercial interest. The following activities or techniques may be encountered on an intensive livestock farm:

- the application of manure on land
- the on-farm treatment of manure
- an installation for milling and grinding of feed
- an installation for the treatment of waste water
- an installation for the incineration of residues such as carcases.

Schematically, this can be illustrated as in Figure 2.1.

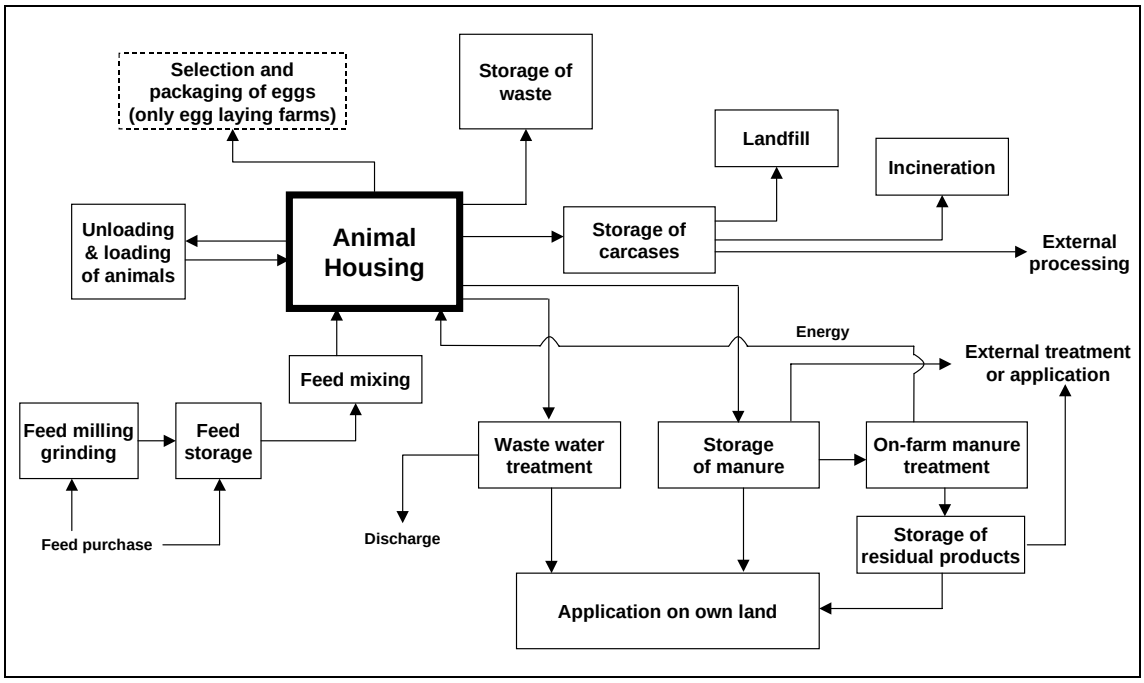


Figure 2.1: General scheme of activities on intensive livestock farms

2.2 Poultry production

2.2.1 Production of eggs

For commercial egg production, laying breeds are used that result from selection and breeding programmes that optimise their genetic potential for high egg production. Usually, they have small bodies that make them undesirable as meat producers. The smaller bodies benefit these breeds because very few nutrients are wasted in producing great body mass. Instead, they direct more of their dietary nutrients into egg-production. The egg producing breeds are further divided into birds that produce white shelled eggs or brown shelled eggs.

Laying birds kept in the commonly used laying cages have one laying period of about 12 – 15 months measured from the end of the growing period (around 16 – 20 weeks). The laying period can be extended if forced moulting is initiated between the 8th and 12th month of lay. This takes advantage of a second laying period that can add at least another seven months on the end of the forced moulting-period, taking the laying up to 80 weeks. [124, Germany, 2001]. In non-cage systems, the laying period lasts from about 20 weeks to 15 months, but no forced moulting is initiated.

The number of birds per surface area varies between housing systems. Where the commonly used cage systems allow a stocking density, depending on tier arrangement, of up to 30 – 40 birds/m^2 (corresponding to the available ground area) and severely restrict the birds in their freedom of movement, applied alternative systems have much lower densities of 7 birds/m^2 (littered floor) to 12 – 13 birds/m^2 (enriched cage). The limited space and the lack of structural design elements in the commonly used cages limit species-typical behavioural patterns and lead to damaged plumage, toe deformation and abnormal behaviour (cannibalism). However, cannibalism due to a lack of space can also be expected to occur in the enriched cage as well [194, Austria, 2001].

Most laying hens are still kept in batteries using cage systems, however, from January 2003, European legislation (Directive 1999/74/EC) will not allow the commonly used battery systems in new installations and by January 2012 these housing systems will have to be phased out completely. This means that from January 2012 only enriched cages will be allowed.

However, there are several studies and negotiations currently being undertaken to analyse the disadvantages of the installations defined by the above-mentioned Directive, and which take into account, amongst others, the health and environmental impact of the various systems. Depending on the results of these studies and negotiations it will be decided (in 2005) whether Directive 1999/74/EC will be reviewed. Until this decision is taken, uncertainty remains on the future requirements for cage-systems.

Currently an increasing number of non-cage systems in which the hens can walk around freely, such as free-range, semi-intensive, deep litter, barn and aviary are applied. From January 2002 the definitions of these systems will be changed by Directive 1999/74/EC into free-range and barn systems, where the term 'free-range' is used for housing systems in which the hens also have continuous daytime access to open-air runs. However, in the following sections the traditional terms are still used to describe the different non-cage systems, in order to avoid the terms barn and free-range being used out of the context of the above-mentioned Directive.

Design and management of non-cage systems is comparable with that of broiler systems (see Section 2.2.2).

2.2.1.1 Cage battery systems for laying hens

The battery systems can be described as a combination of the following elements:

- building construction
- cage design and placement and
- manure collection, removal and storage.

Intensive egg production usually takes place in closed buildings made of various materials (stone, wood, steel with sheet cladding). The building can be designed with or without a light system, but always with ventilation. The equipment in the housing can vary from hand operated systems to fully automated systems for indoor air quality control, manure removal and egg collection. Close to the housing or immediately attached are the feed storage facilities.

In cage systems, four major battery designs can be distinguished: flatdeck, stair-step, compact- and belt-battery (Figure 2.2). In addition to these, fully stepped designs are also available [183, NFU/NPA, 2001]. Constructions can have up to 8 levels or tiers and under current regulation this allows a stocking density of up to 30 – 40 birds per m^2, depending on the arrangement of the tiers. Rows of cages can be more than 50 m long, and with several corridors some of the modern large enterprises have buildings with 20000 to 30000 birds or more. Typical cages are 450 mm x 450 mm x 460 mm deep and house 3 to 6 birds. The cages are mostly made of steel wire and are equipped with installations for automatic watering (nipple drinkers) and automatic feeding (feed chain or carts) of the birds. Average occupancy of the housing is high (in the range of 311 – 364 days) with little time needed between laying cycles to clean the installation.

Cage floor inclination makes the eggs roll to the front side of the cages, where they are collected by hand or on a transport belt and removed for further selection and packaging. The bird droppings fall through the bottom of the cages at the back and are stored underneath or are removed by scrapers or belts. In general, flatdeck and stair-step cages need more space and require a larger investment per bird. Due to the way they are applied, these systems produce wetter manure and also account for a higher NH_3-emission than the other systems (concentrations 40 ppm in the cage area at low ventilation rates). No current application rates

for the different cage systems are known, but it is believed that most of the laying hens in Europe are kept in compact or belt battery cage systems.

The droppings of laying hens in battery systems are not mixed with other material and can be managed in different ways, for example in some housing systems, water is added to allow easier transport of the slurry. Essentially, two different ways of collection and storage can be distinguished:

- housing with (temporary) manure storage in the cage area:
  - non-aerated manure
  - aerated manure
- separated cage area and storage facility.

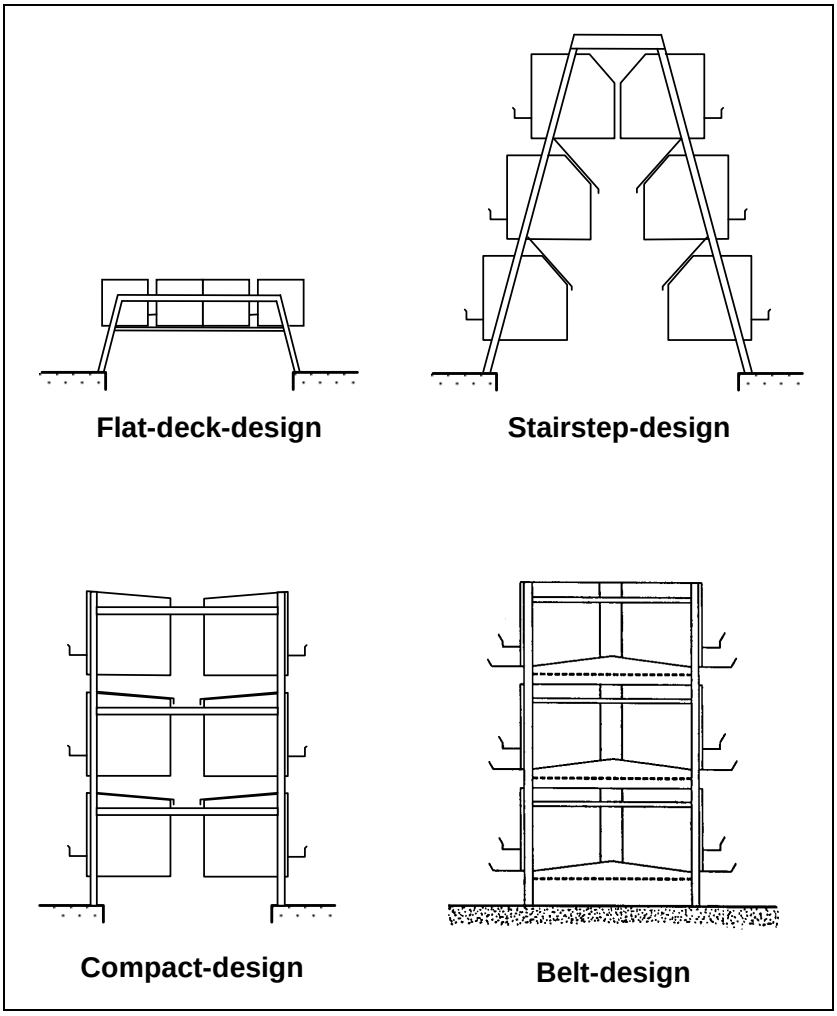


Figure 2.2: Four common battery designs for housing of laying hens [10, Netherlands, 1999] and [122, Netherlands, 2001]

The dry matter of fresh laying hen droppings is about 15 – 25 % and drying means that dm-content can increase to 45 – 50 %. Drying to a higher dm-content may be possible to reduce emissions even further, but this requires more energy. Normally, dried manure (45 – 50 %) is removed from the housing for immediate application or transportation, or is stored on-farm in a separate storage facility. In the storage, the dm-content can further increase to about 80 % by natural drying (composting or heating). During this process, emissions of ammonia and odour will occur.

Where fresh manure is removed from the layer housing to a separate closed or open storage, drying occurs entirely naturally or, in the case of deep-pit houses, it can be done by forced

ventilation of the storage area. It should be noted that with quick or immediate removal of the wet droppings, the emitting substance (at 15 – 25 % dm-content) has in fact been removed from the housing to the storage facility where further drying (and emission) takes place.

Amongst the many different combinations that exist, four commonly applied battery systems for laying hens in Europe can be distinguished:

- battery system with open manure storage under the cages
- deep-pit and canal houses
- stilt houses
- manure belt system with external storage.

2.2.1.1.1 Battery system with open manure storage under the cages

The layers are housed in cages in one or more tiers. The cages (flatdeck, stair-step or compact-battery) are equipped with plastic flaps or metal plates on which the droppings remain for a while. Depending on the design, droppings may fall into the manure pit by themselves or be removed by a scraper. The droppings (and the spilled water from the drinkers) are collected in a manure pit underneath the cages and, once a year or less frequently, are removed by a scraper or a front loader [26, LNV, 1994], [122, Netherlands, 2001].

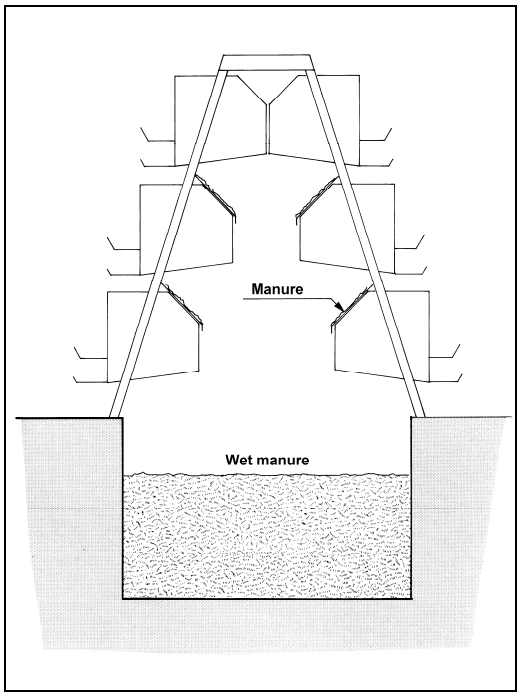


Figure 2.3: Example of open manure pit under a stair-step battery [10, Netherlands, 1999]

2.2.1.1.2 Battery systems with aerated open manure storage (deep-pit or high-rise systems and canal house)

The cages are positioned above the manure storage pit. The height of a deep-pit system measures between 180 and 250 cm. The canal house has a pit, which measures approximately 100 cm. The wet droppings fall in the pit and remain there for periods of up to a year or more.

In a deep-pit house as well as in a canal house, fans that are placed below the cages in the lower part of the building draw in ventilation air. The air is drawn into the building through the roof (open ridge system) and passes the cage area, where it is warmed up. The warm airstreams then

pass over the manure stored in the pit and leave the house. The manure that is stored in the pit is dried by this flow of warm air.

During storage, heating by fermentation occurs. This fermentation results in a high ammonia emission level. To get a good drying result the manure on the plates underneath the cages should be pre-dried for about 3 days. After 3 days the manure has a dry material content of about 35 – 40 %. [10, Netherlands, 1999]

In the past in the UK, a slat manure drying technique was applied to deep-pit houses with fully stepped and flatdeck systems. It left manure drying in steep sided cones for 6 months, after which the manure was dropped into the deep pit and the slats reset for the rest of the year. This technique may still be applied, but has largely fallen out of use with the demise of most fully stepped and flatdeck cages in deep-pit systems [119, Elson, 1998].

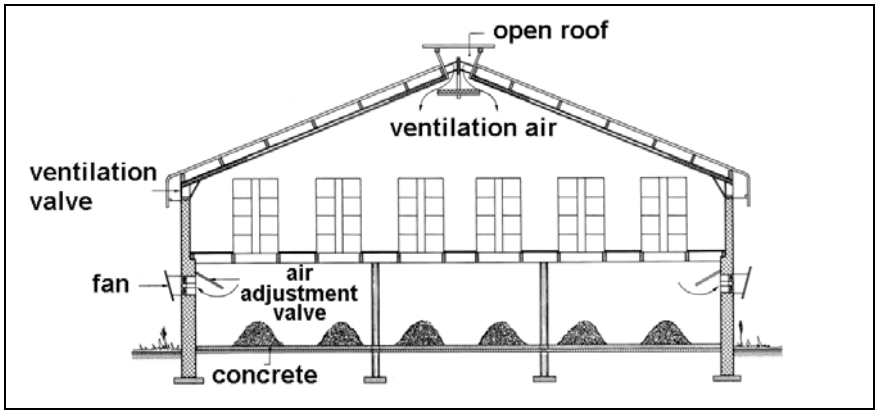


Figure 2.4: Deep-pit system for laying hens [10, Netherlands, 1999]

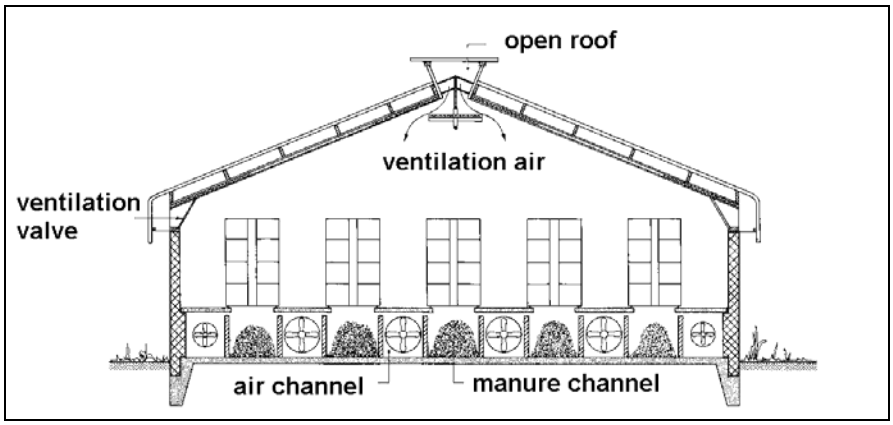


Figure 2.5: Example of a canal system for laying hens [10, Netherlands, 1999]

2.2.1.1.3 Stilt house system

A variation on the design of the deep-pit or high-rise system is the stilt house. It combines vertically tiered centre slot cages with scrapers under *all* tiers and an open deep-pit storage. The stilt technique employs a variable valve between the cage and the manure storage areas and has large openings in the manure store walls to enable the wind to pass through and assist drying. Thus, unlike the deep-pit system where manure storage and livestock areas are in the same place, in the stilt system they are separate. Therefore, manure can be removed from the store at any convenient time since it is out of sight and sound of the hens [119, Elson, 1998].

A stilt house can be considered similar to the deep-pit house in Figure 2.4, but without sidewalls.

2.2.1.1.4 Battery system with manure removal by way of scrapers to a closed storage

This system is a variation of the open storage system applying cages over a shallow open manure channel that is as wide as the cages. Manure produced by the birds drops on to a plastic flap or a plate under the cages. From here, the manure goes into the manure channel. The manure is removed on a regular basis (daily or weekly) and stored in a separate storage facility (pit or shed). The pit is usually made of concrete. Using a scraper, after several years the pit floor becomes rough and a film of manure remains on the floor, increasing the emissions of ammonia. Both the manure on the plastic flaps or plates and the manure film on the floor cause a lot of ammonia emissions [10, Netherlands, 1999], [26, LNV, 1994], [122, Netherlands, 2001].

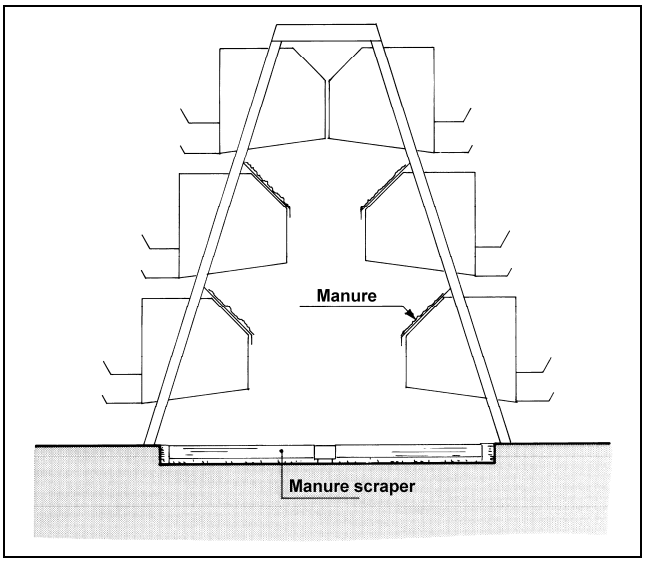


Figure 2.6: Example of open manure channel with scraper under a stair-step battery [10, Netherlands, 1999]

2.2.1.1.5 Manure-belt battery with frequent removal of manure to a closed storage with or without drying.

The manure-belt battery is commonly applied throughout Europe. In this system the laying hens' manure is collected on manure-belts below the cages and transported to a closed storage at least twice a week. The manure is collected on manure-belts that are situated under each tier (or cage level). At the end of the belt a cross conveyor transports the manure further to the external storage. The manure-belts are made of smooth, easy-to-clean polypropylene or trevira and no residue sticks to these belts. With modern reinforced belts, manure can be removed from very long runs of cages. Some drying takes place on the belts, especially in summer conditions, and manure may be held on the belts for up to a week.

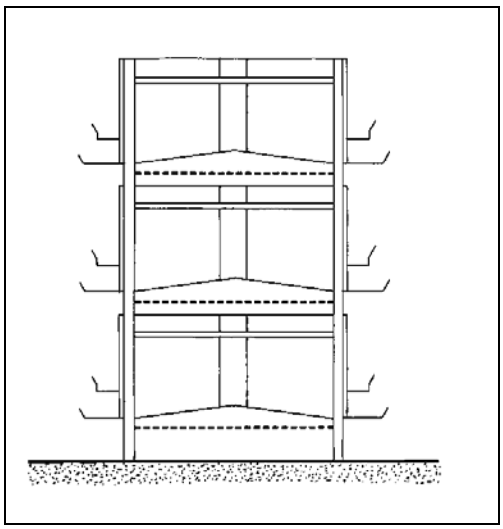


Figure 2.7: Example of a manure-belt battery (3 tiers) with a belt under each tier to remove manure to a closed storage
[10, Netherlands, 1999]

In improved belt systems, air is blown over the manure to achieve faster drying of the manure. The air is introduced just under each tier of cages, usually via rigid polypropylene ducts. Another benefit is the introduction of fresh cooling air immediately adjacent to the birds. Further improvements consist of the introduction of pre-warmed house air and/or the use of heat exchangers to pre-warm incoming outside air.

2.2.1.1.6 Enriched cage

A very recently developed housing regime for layer birds is the enriched cage. It should be used as a replacement for the hitherto commonly used cage systems: see Section 2.2.1 where the phasing out of the commonly used cage systems is described. Some minimum requirements have been established in the EU Directive including provisions, such as that: each cage must be equipped with perches, laying nest and a sand bath with litter material. [121, EC, 2001].

Depending upon the individual systems manufacturer, designs may differ in the number of birds per cage, the nest, the sand bath design and the arrangement within a cage. Generally, birds are kept in a groups of 40 and more [179, Netherlands, 2001]. Compared with the commonly used cage, it offers more space and is equipped with structural features to stimulate species-specific behaviour. In addition litter, sand, shavings, or other materials are used.

The presence of litter in the cage is one of the main factors that affects management, i.e. issues related to the type of litter material, the filling and removal of the litter surface (automated or not) and the risk of increased levels of dust in the building. There is also an increased risk that eggs that are laid in the litter material are removed with the manure. The selection of the litter material is very important, and depends on its cost, availability, use by birds, and easy removal and disposal. The amount and cost of litter for each laying hen per day is very variable and depends on the material used. It is expected that the litter material will increase the manure volume, so its value as a fertiliser may be affected, as will the processing of the manure after its removal from the building. These aspects can be very different depending on the type of litter material. [204, ASPHERU, 2002]

The cages are made of steel wire with horizontal front meshing or rods and solid partitions arranged in tiers of 3 and more. Manure is removed automatically via manure-belts (with or without belt aeration).

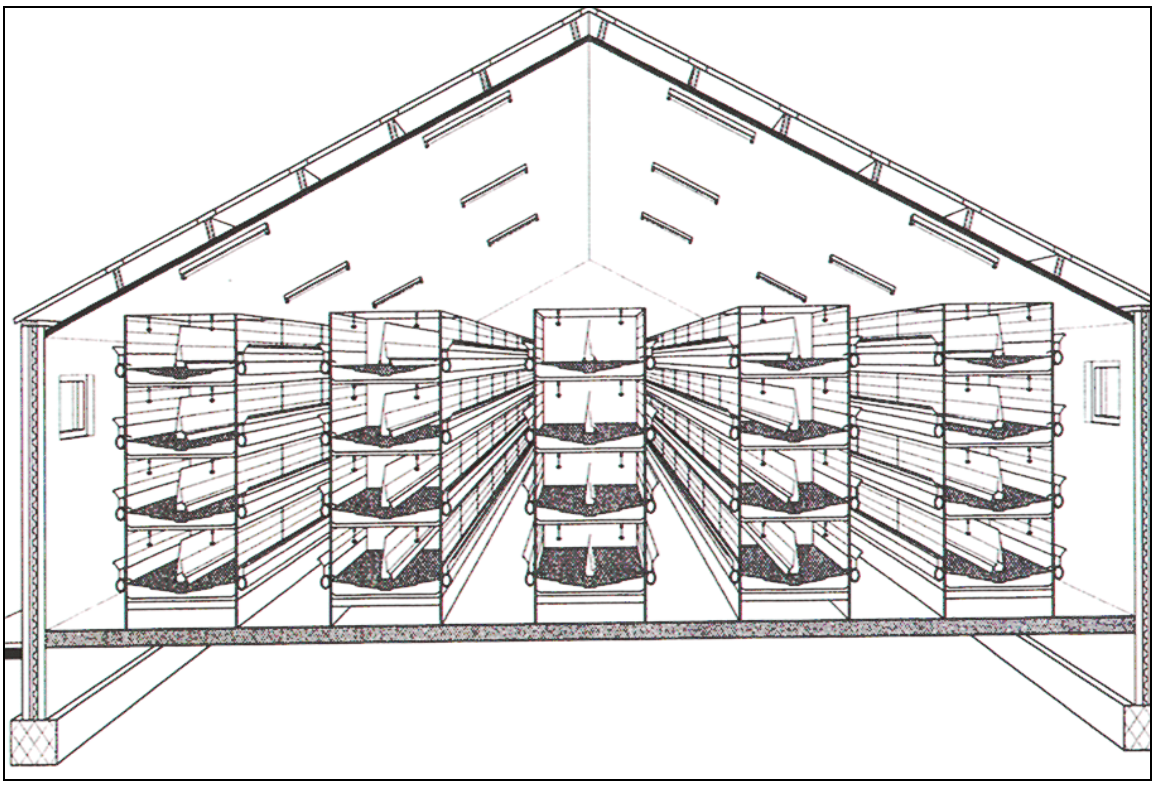


Figure 2.8: Schematic picture of a possible design of an enriched cage [128, Netherlands, 2000]

A typical emission is reported as being 0.035 kg NH_3 per bird place per year (NL). Ranges have been reported of 0.014 – 0.505 kg NH_3 per bird place per year (D) associated with a rate of approximately 160 grams fresh droppings (of 1.3 % N content) produced per bird per day. The reported dry matter content of the manure is 20 – 60 % depending on the system applied: manure-belt without drying 25 – 35 %, and the aerated belt 35 – 50 %.

The energy required for belt operation and ventilation is comparable to that of other (aerated) belt systems. The use of litter can cause more dust inside the housing. Materials such as sand, shavings or others needs to be disposed of.

Feeding and watering, lighting and ventilation of this system are very similar to the commonly used cage, but in addition 1 – 2 kg litter per birdplace per year is required.

This system is intentionally designed as an alternative to the commonly used cage systems. As such the application would not require substantial changes to the building, but it will require a full replacement of the cages in existing systems.

Total operational costs have been estimated at EUR 1.5 per bird per year (NL).

Nowadays enriched cages are implemented in only a few farms under commercial conditions, for example, in the Netherlands (reference year 2001) only 1 farm applies this system.

Reference literature: [122, Netherlands, 2001], [124, Germany, 2001] [180, ASEPRHU, 2001] [179, Netherlands, 2001] [204, ASPHERU, 2002]

2.2.1.2 Non-cage housing systems for laying hens

Laying hens are also kept in non-cage housing systems. What these housing systems all have in common is that the birds have more space or can move around more freely within the building. The housing construction in which the birds are kept is similar to that of the cage systems. Various designs are applied in different Member States, such as:

- the deep litter system
- the aviary system.

In Directive 1999/74/EC two non-cage systems are defined: the barn and the free-range system.

2.2.1.2.1 Deep litter system for laying hens

The layer house is a traditional building with respect to walls, roof and foundation. Thermally insulated poultry houses have forced ventilation; either windowless or with windows for natural daylight. Birds are kept in large groups with 2000 to 10000 bird places per housing facility.

The air is replaced and emitted passively by natural ventilation or by forced ventilation with negative pressure. In accordance with EU Egg Marketing Standards currently in effect, at least one third of the floor area (concrete floor) must be covered with bedding (chopped straw or wood shavings used as litter material) and two thirds arranged as droppings (manure) pit.

The pit is covered with slats that are mostly made of wood or artificial material (wire meshing or plastic lattice) and slightly raised. Laying nest, feed installation and the water supply are placed on the slats to keep the litter area dry. The manure is collected in a pit below the slats during the laying period (13 – 15 months). The pit is formed by the raised floor or can be sunk into the ground (Figure 2.9).

Automatic supply of feed and drinking water, with long troughs or automatic round feeders (feeder pans) and nipple drinkers or round drinkers are installed above the pit area. Droppings are removed from the pit at the end of a given laying period; or intermittently, with the aid of (aerated) manure-belts. At least one third of the used-air volume stream is drawn off via droppings pit. Individual or community nests are provided for laying; automatic egg collection is also possible. Lighting programmes to influence performance/rate of lay and crude protein-adapted feeding may be applied. [128, Netherlands, 2000], [124, Germany, 2001]

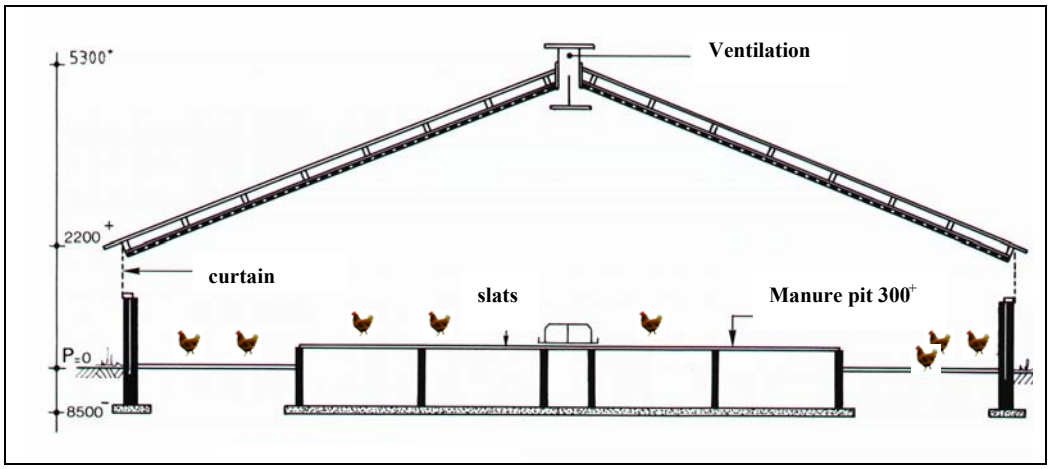


Figure 2.9: Schematic cross-section of traditional deep litter system for layers [128, Netherlands, 2000]

2.2.1.2.2 Aviary system (perchery)

This poultry house is a construction with thermal insulation and forced ventilation, either windowless, or with windows for natural daylight and artificial light for applying lighting programmes; houses can be combined with range and outside scratching area. Birds are kept in large groups and enjoy freedom of movement over the entire house area. Housing space is subdivided into different functional areas (feeding and drinking, sleeping and resting, scratch area, egg laying area). The birds can use several house levels that allow for higher stocking densities compared to the commonly used floor regime (deep litter). Droppings are removed via manure belts into containers, or into a manure pit, or otherwise collected in a manure pit. Litter is spread onto a fixed concrete area. Feed (mostly feed chains) and drinking water (nipple or cup drinkers) are automatically supplied. Laying nests (individual or community nest design) have manual or automatic egg collection.

Stocking density is maximised to 9 birds per usable m^2 or to 15.7 birds per ground surface (in m^2), with houses accommodating between 2000 and 20000 birds (bird places).

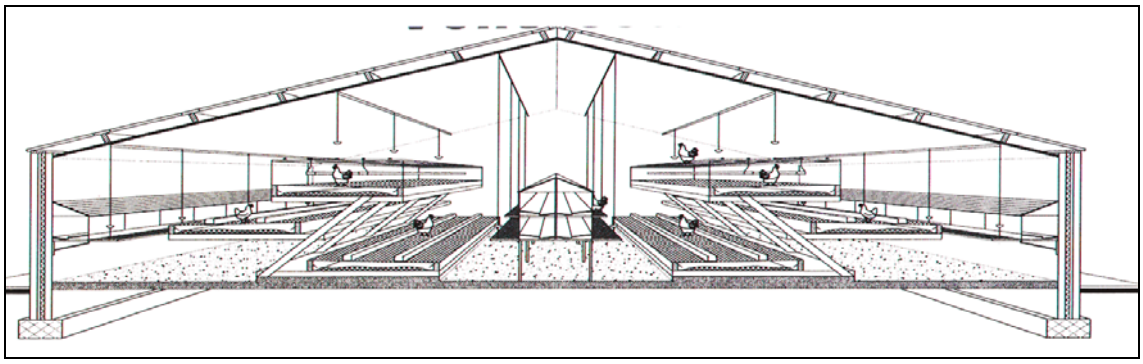


Figure 2.10: Schematic picture of an aviary system
[128, Netherlands, 2000]

2.2.2 Production of broiler meat

Broiler meat is produced by growing meat-type breeds of chicken, which in reality are hybrid varieties of combinations of many different breeds. The combinations of breeds are selected to produce a variety (strain) with meat characteristics that the producer desires most. Some breeds grow faster and larger while others emphasise traits like larger breast meat yield, more efficient feed conversion or more disease resistance. Strains are often named after the breeding companies that genetically develop them. Obviously, these strains are not as well suited to laying eggs as the laying breeds.

The traditional housing of intensive broiler production is a simple closed building construction of concrete or wood with natural light or windowless with a light system, thermally insulated and force-ventilated. Buildings are also used that are constructed with open sidewalls (windows with jalousie-type curtains); forced ventilation (negative pressure principle) is applied by way of fans and air inlet valves. Open houses must be located so that they are freely exposed to a natural stream of air and are positioned at a right angle to the prevailing wind direction. Additional ventilating fans operate via ridge slots, and gable openings may apply. This is intended to provide the in-house broiler area with extra air circulation during hot spells in summer. Mesh wire screens along upper sidewalls keep wild birds out.

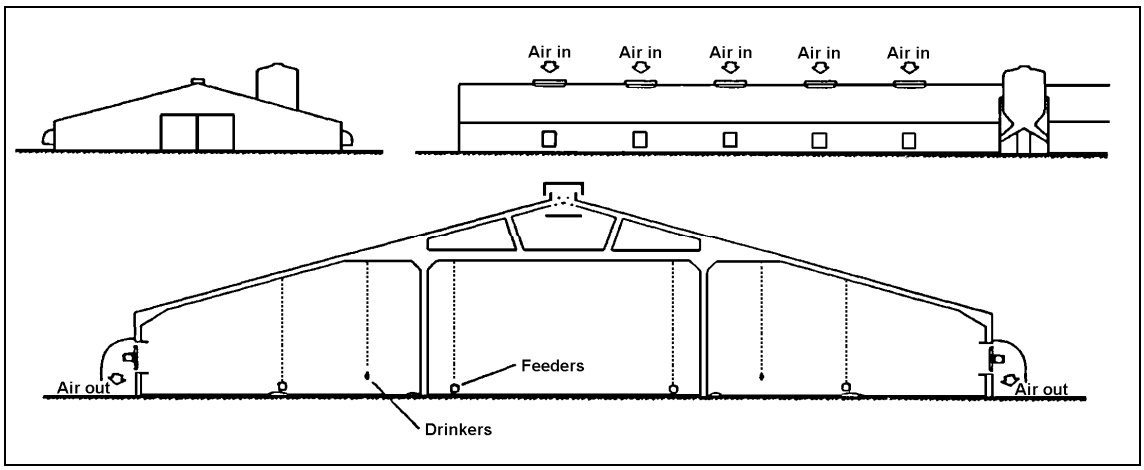


Figure 2.11: Example of schematic cross-section of a commonly applied broiler house [129, Silsoe Research Institute, 1997]

Closed buildings have oil- or gas-fired warm-air blowers for total room heating; radiant heaters are used for zonal heating in houses built for open-air ventilation. Artificial lighting and/or artificial/natural daylight combination lighting system are provided as required.

Broilers are kept on litter (chopped straw, wood shavings or shredded paper) spread over the entire house floor area which, in turn, is built as a solid concrete slab. Manure is removed at the end of each growing period. Automatic, height-adjustable feeding and drinking systems (mostly tube feeders with round feeder pans and nipple drinkers with drip water catch bowls) are applied. Crude protein-adapted feed is given. Broilers are kept at a stocking density of 18 to 24 birds per m^2. Stocking density is also measured in kg live weight/m^2 (e.g. in Finland), but this number is variable. New legislation is expected to limit the stocking density of broilers. Houses can stock between 20000 and 40000 birds.

2.2.3 Other poultry production sectors

2.2.3.1 Production of turkeys

Turkeys are kept for meat production and different production systems apply. It can be a two-age system (UK, Netherlands). The first period covers a breeding period for all birds up to 4 – 6 weeks. Than the stags (males) are shifted to a different housing. The breeding period is 19 – 20 weeks with an average slaughter weight for the stags of 14.5 kg (21 – 22 weeks) and for the hens of 7.5 kg (16 – 17 weeks) (see also Table 1.1). In Finland, four ages are distinguished relating to four different feeding rations, with stags being reared for 16 weeks and the hens for 12 weeks. The animals are kept in much higher densities at the start, when they are still small. During the growing period, the birds are thinned and after 22 weeks only a third of the birds may be left. For example in the UK, the hens are removed first and sold as oven ready birds. Stags are used for further processing.

2.2.3.1.1 Commonly applied housing systems

The commonly applied turkey housing is a traditional housing construction, which is very similar to the housing of broilers (Figure 2.11). Turkeys are housed in closed, thermally insulated buildings with forced ventilation, or (more frequently) in open (outdoor-climate) houses with open sidewalls and jalousie-type curtains (unrestricted natural ventilation). Forced ventilation (negative pressure) is applied by fans and inlet valves. Free open-air ventilation is created via automatically controlled jalousies or wall-mounted inlet valves. Open houses are aligned at right angles to the prevailing wind direction and located in such a way as to be exposed to natural airflow. Additional ventilation is applied via ridge slots and gable openings. Radiant gas heaters are applied for heating.

Precautions are put in place to protect against emergencies like power cuts, extreme weather conditions or fire, as per unit a large number of birds will always be at risk. During peak summertime temperatures, additional measures are taken to minimise heat stress on the birds (by providing for larger-volume air change, operating extra fans for bird comfort in open houses, water fogging or roof sprinkling)

Wire meshing in the upper sidewall section is applied to keep wild birds out. A floor regime is operated with litter material (chopped straw, wood shavings) spread over the entire house floor area (built of concrete) with layers up to 9 – 12 inches deep. Manure removal and cleaning of the house takes place at the end of each respective growing period. All litter is removed by an excavator or frontloader. Litter replenishment is applied as needed. Automatic height-adjustable round drinkers and feeders are applied during the growing/feeding period. Daylight length and light intensity can be controlled during brooding and, in closed houses, over the entire brooding/finishing period.

In the following Sections 2.2.3.1.2 and 2.2.3.1.3, possible variations to the commonly applied system are described.

2.2.3.1.2 Closed house system

In this system, wood shavings/sawdust are taken out of the turkey house nine times during the fattening period. This reduces ammonia emissions because the temperature of the litter, together with the droppings, will not increase. The turkey house is similar to the standard as described in Section 2.2.3.1.1. The manure is taken out by means of a tractor with a loading shovel, while the drinking and feeding systems are lifted out of the way.

At the start of the production period a thin layer of wood shavings/sawdust (4 cm) is spread evenly on the floor. After 35 days all the manure is taken out of the house. A fresh layer of 3 cm (instead of 4 cm) of wood shavings/sawdust is provided. This pattern is repeated, at different intervals, until the end of the fattening period, as follows: after 35, 21, 21, 14, 14, 14, 14, 14 and 14 days respectively a 4, 3, 3, 3, 3, 3, 5, 5, (end) cm layer of wood shavings/sawdust are applied. During manure removal the birds are quietly moving away from the shovel. Behind the shovel a system is constructed for spreading the wood shavings/sawdust.

The ammonia emission from this system is estimated at 0.340 kg NH_3 per turkey place per year, but more research is needed to validate this. For this, a new measuring system will be installed in a turkey house to provide NH_3 emission measurements twice a day.

Compared to the commonly used systems (Section 2.2.3.1.1), in which farmers mix the manure several times during the fattening period, no high-energy input is needed. Due to the high dry matter content, compared to the traditional systems, the handling of the manure (e.g. palletising) is easier and also requires less energy.

There is a lot more dust in the house, because of the dry manure and the spreading of a mixture of wood shavings and sawdust (up to 65 %). Farm workers should use face masks. It is clear that labour costs would rise. There is also a question over whether the frequent mucking-out of the housing could affect turkey growth performance.

This system is a management system and does not require any alterations to the housing system. It can be applied in new and existing houses. In existing houses, provisions only have to be made for (semi-) automatically lifting of the feeding and drinking systems.

The investment costs are slightly higher than that of the traditional system. With these systems a farmer also needs regular use of a tractor or a shovel. Labour costs will be increased with the frequent mucking-out. Investment costs are reported to be EUR 6.36 per bird place. Total operational costs are around EUR 0.91 per bird place per year.

In the Netherlands, 1 turkey house (10000 turkeys) is currently applying this system.

Reference literature: [128, Netherlands, 2000]. An application leaflet is available by Koudijs-Wouda (turkey feedmill organisation)/Agramatic/Bureau TES (These are respectively a turkey feed plant, Agriculture Design Office and Advisory service for NH_3 emissions)

2.2.3.1.3 Partially ventilated littered floor system

A partially ventilated floor is designed to reduce the emission of ammonia in a commonly used turkey housing. About 75 % of the total floor surface is littered and 25 % consists of a raised platform with slats. The raised platform is about 20 cm above the concrete floor and covered with a nylon cloth. On both the concrete floor and the nylon cloth there is a layer of wood shavings. A fan blows air through the raised floor and the wood shavings into the house.

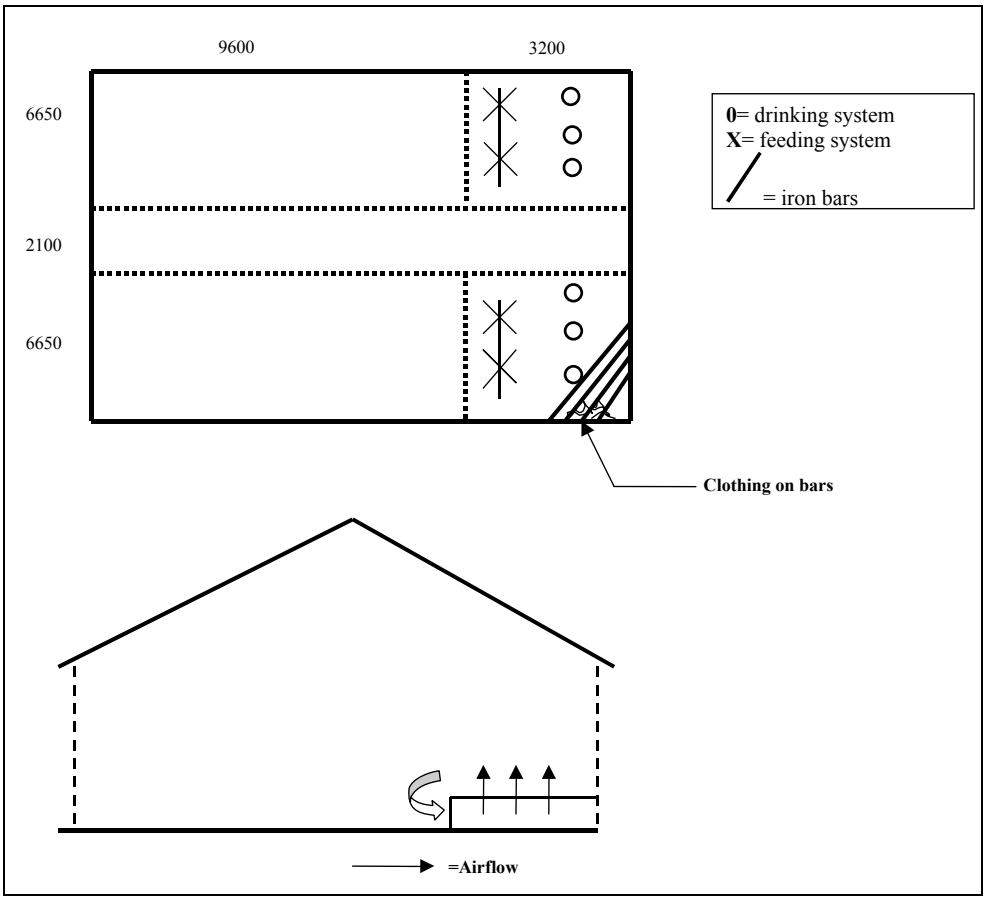


Figure 2.12: Schematic cross-section of the partially ventilated litter floor system for turkeys [128, Netherlands, 2000]

This system reduces ammonia emissions by 47 % compared with the reference system, i.e. reducing the emission to 0.360 kg NH_3 per turkey place per year. However, compared to traditional systems, a high energy input is required for ventilation. The measured dust concentrations are high, therefore it requires the use of a device for respiratory protection. Due to the high dry matter content, compared to the traditional systems, the handling of the manure (e.g. palletising) is easier and needs less energy.

The birds will feed and defecate on top of the platform, where the drinkers and feeders are placed. At the beginning of the trial 5 kg/m^2 woodshavings are spread on the concrete floor and 2 kg/m^2 on the platform. During the production cycle, the quality of the litter may require application of more woodshavings. The ammonia emission is reduced by drying some of the litter.

This system can be applied to new and existing houses, as they do not need much alteration. It is questionable whether it is applicable under animal welfare regulations. Considering the weight of the birds, application is considered to be difficult. Also, the cloths covering the slats tore during the trials, which caused sub-optimal air movement.

The extra investment costs will be higher than for the traditional systems and are estimated at EUR 6.36 per bird place (EUR 20 per kg NH_3). Annual operational costs are about EUR 2 per bird place per year (EUR 2.9 per kg NH_3).

In the Netherlands, there is only 1 farm applying this system [181, Netherlands, 2002].

Reference literature: [128, Netherlands, 2000] [181, Netherlands, 2002]

2.2.3.2 Production of ducks

Ducks are generally kept for meat production. There are numerous breeds on the market, but popular breeds for commercial meat production are Pekin and Barbary; Rouen and Muscovy are both Barbary breeds. Different breeds are used for egg-laying, although Pekins have a reasonable laying performance compared with the other meat types. The Muscovy ducks are the heavier types. Drakes are normally heavier than ducks. As with chickens, the meat types are more heavily built than the egg type birds (Table 2.1).

Ducks are kept in housing, although in some Member States outdoor rearing is also allowed. There are three main housing systems for fattening of ducks:

- fully littered, with a water system positioned above a gully
- partly slatted/partly litter
- fully slatted.

The commonly applied duck house is a traditional housing system and is similar to the broiler house (Figure 2.11). It has a concrete floor that is covered with litter. The house is equipped with a ventilation system (natural or mechanical) and, depending on the climatic conditions, heating is applied.

Meat type	Adult drake (kg)	Adult duck (kg)
Pekin	4.00 – 4.50	3.50 – 3.75
Muscovy	4.50 – 5.50	2.25 – 3.00
Rouen	4.50 – 5.00	3.50 – 4.10
Egg type		
Indian Runner	2.00 – 2.25	1.60 – 2.00
Khaki Campbell	2.25	2.00

Table 2.1: Range of weights of meat and egg production duck breeds [171, FEFANA, 2001]

Production cycles will vary between Member States. In Germany, the production cycle for duck meat production is divided into a growing period up to day 21 followed by a finishing period until day 47 – 49. Rearing and growing is done in separate stalls. Manure is removed and the stalls are cleaned and disinfected during a service period of about 5 to 7 days before they are stocked again. Stocking density is 20 kg live weight/m^2 accessible floor area in both phases, with accessible areas typically measuring 16 x 26 m for growing and 16 x 66 m for finishing. Thus, the growing stalls can house approximately 20000 young ducks and the finishing stalls about 6000 ducks (See fact sheets in [124, Germany, 2001]).

Commonly applied is the fully littered system using wheat or barley straw or wood chips. The layer is usually not too thick because the manure of ducks is much wetter than that of chicken broilers. Slats, if applied, are usually of plastic-coated wire, wood or synthetic material.

2.2.3.3 Production of guinea fowl

No specific information is available on the production of Guinea fowl in Europe. The general picture is that this sector is quite insignificant compared to the production of other poultry species described above. Commercial breeding and raising of guinea keets can be compared with that of turkeys. Guinea fowl is very different in its behaviour from chicken and needs a lot of space. Somewhat dated information from US breeders and from the US Department of Agriculture (USDA) shows that Guinea breeding stock is generally housed in free-range systems. During the laying period the breeders are kept confined in houses equipped with wire floored sun porches. It is an open question whether there are any farms in Europe rearing Guinea fowl intensively in such numbers as to be under the scope of IPPC.

2.2.4 Control of poultry housing climate

For all poultry species, housing systems are equipped to maintain the indoor climate, but for broilers in particular climate control has been studied extensively. Factors that are important for the climate in poultry housing in general are:

- indoor air temperature
- air composition and air velocity at animal level
- light intensity
- dust concentration
- stocking density
- insulation of the building.

Adjustment is usually done by controlling the temperature, ventilation and illumination. Minimum health standards and production levels impose requirements on the indoor climate of poultry houses.

2.2.4.1 Temperature control and ventilation

Temperature control: Temperatures in the poultry house are controlled by means of the following techniques:

- insulation of the walls
- local heating (deep litter systems) or space heating
- direct heating (infrared, gas/air heating, gas-convectors, hot air cannon)
- indirect heating (central heating-space, central heating-floor)
- cooling by spraying of the roof (practised in warmer climates and in summer).

Floors of housing are often made of concrete and are normally not further insulated. Partly insulated floors are sometimes applied (e.g. Finland). There is a potential loss of heat from the housing by radiation to the soil underneath, but this is small and has not been reported as having an effect on the animals' production.

Heating is sometimes applied through heat recovery from exhaust air, which is also used for manure drying. For layers, heating is hardly needed when the stocking density in the cages is high.

Generally, in winter, but also during the early stages of production (young birds) heating is applied to broilers. The capacity of the heating equipment is related to the number of birds in the shed and the volume of the shed. For example, in Portugal gas radiators with a capacity of 6000 kJ equal 650 new born birds per radiator and a capacity of 12500 kJ equals 800 new-born birds. Some typical temperatures for the housing of broilers are shown in Table 2.2. Movement is sometimes restricted when the birds are small to keep them near the brooders.

Ages (days)	Required heating (ºC)	Indoor environment temperature (ºC)	
	Source 1)	Source 1)	Source 2)
1 to 3	37 – 38	28	30 – 34
3 to 7	35	28	32
7 to 14	32	28	28 – 30
14 to 21	28	26	27
Adults	No heating	18 – 21	18 – 21

Table 2.2: Example of required indoor temperatures for broiler housing
Source 1): [92, Portugal, 1999], Source 2): [183, NFU/NPA, 2001]

In turkey housing, the required temperature is higher (32 ºC) at the beginning of the rearing period so heating may need to be applied. When the birds grow, the required ambient indoor-temperature is decreased to 12 – 14 ºC. The heating in the turkey housing is locally applied as more ventilation is needed in these systems and this results in higher energy consumption. On a number of farms in the Netherlands recirculation of the air is practised, combining natural and mechanical ventilation. By operating valves, the airflow can be adjusted in such a way that the air is mixed properly and less energy is needed for heating.

Ventilation: Poultry housing can be naturally and/or force-ventilated depending on the climatic conditions and the birds' requirements. The building can be designed to force the ventilation air stream across or longitudinally through the building or from an open ridge in the roof downwards via fans below the cages. For both natural and forced ventilation systems, the prevailing wind direction may influence the positioning of the building so as to enhance the required control of the ventilation airflow as well as to reduce emissions to sensitive areas in the vicinity of the enterprise. Where low outdoor temperatures occur, heating equipment may be installed to maintain the required temperature inside the building.

Ventilation is important for the birds' health and will therefore affect production levels. It is applied when cooling is required and for maintaining the composition of the indoor air at the required levels. For example, for the composition of air in broiler housing, in Belgium the limit values concentrations as shown in Table 2.3 are advised, but these values vary between MSs.

Parameter	Limit value
CO_2	0.20 – 0.30 vol-%
CO	0.01 vol-%
NH_3	25 ppm
H_2S	20 ppm
SO_2	5 ppm

Table 2.3: Advisable limit values for different gaseous substances in the indoor air in broiler housing applied in Belgium
[33, Provincie Antwerpen, 1999]

For layers housed in battery cages, ventilation ranges from 5 – 12 m^3 per bird per hour in summer (depending on the climate zone) and 0.5 – 0.6 m^3 per bird per hour in winter [124, Germany, 2001].

Ventilation systems can be divided into natural and mechanical systems. Natural systems comprise of openings in the ridges of the roof. Minimum outlet sizes are 2.5 cm^2/m^3 of housing volume with a required inlet of 2.5 cm^2/m^3 on each side of the building. With natural systems, the design of the building is important to enhance ventilation. If width and height are not properly matched, ventilation may be insufficient and may give raised levels of odour inside the housing.

Mechanical systems operate with negative pressure and a net inlet of 2 cm^2/m^3 of housing volume. They are more expensive, but give better control of the indoor climate. Different designs are applied, such as:

- roof ventilation
- ridge-parallel ventilation
- side ventilation.

For example in the UK, approximately 40 % of broiler houses may have the ventilation on the roof. Another 50 % have reverse-flow ventilation and 10 % have cross-flow ventilation. Long flow ventilation is an emerging technique, but no further information is made available. In general, broiler-housing facilities are equipped with thermometers at various places to control indoor air temperatures.

For broilers, generally, a maximum ventilation capacity of about 3.6 m^3 per kg live weight is applied in the design of ventilation systems. The air speed at bird level varies with temperature and speed levels of 0.1 to 0.3 m/s have been reported [92, Portugal, 1999]. The ventilation capacity changes with the outside air temperature and relative humidity (RH) and with the age and live weight of the bird (CO_2, water and heat requirements).

The relationship between ventilation needs and the different variables were found to be as follows: with an outside air temperature of 15 °C and a RH of 60 % the ventilation was determined by the CO_2 balance in the first three days, by the water balance in the period up to 28 days and after this by the heat balance. With lower outside air temperatures, CO_2-balance and water balance become more important. From a temperature of 15 °C the heat balance becomes more important in combination with lower RH and heavier chickens. It was concluded that a minimum ventilation requirement for broilers should be set at 1 m^3 per kg live weight, to be on the safe side [33, Provincie Antwerpen, 1999].

Frequency-converter: [177, Netherlands, 2002] In practice, most of the ventilators are powered by a 230-Volt triac controller. One disadvantage of this controller is that a triac-powered ventilator working at low speed leads to energy losses, which leads to a higher energy consumption per cubic metre of air replacement. Another type of controller which can be used to power a ventilator is a frequency-converter, where the ventilators can work at low speed without any decrease in energy efficiency. Up until now the most used system to ventilate a pig house was a system with 1 (or more) fans in each compartment. These fans, provided with a 230 Volt AC motor, are speed adjusted by a simple fan-controller or a climate-computer based on a triac controller.

With the frequency-converter system, as with the conventional system, fans are used in each compartment. Only the fans are different (3*400 Volt AC) and can be adjusted with a frequency controller.

The main benefit of this system over the conventional system is the lower energy consumption. The frequency-converter system can be used in all types of pigs' houses and also in poultry houses. One of the benefits of the system is that all the compartments can be adjusted between

5 % and 100 % ventilation, regardless of the influences of the weather (e.g. even in windy weather). A measuring fan is installed below the fans. The fans in all the compartments are linked with one frequency-converter. The highest demanding compartment controls the power output of the frequency controller of all the fans. The valve, constructed under the fan, of the highest demanding fan is opened to maximum. The other compartments do not need that amount of air, so the other valves close till the measuring fan has reached the RPM calculated by the climate control for that compartment.

This way of smothering is the same as that used with the conventional system with the 230 Volt motor. But, the energy loss through smothering by the frequency-converter system is minimal.

The specific qualifications for controlling the 3*400 Volt motor by the frequency-converter are:

- power-consumption (watt) from a fan controlled by a frequency-converter is reduced to the 3 exponent of the percentage from the normal RPM.
- a great benefit is obtained by adjusting the normal 50 Hz back to a lower frequency. The normal triac-controller reduces the voltage but not the frequency
- very high torque (=power) is delivered to the axle of the fan.

Energy consumption: For example, for a fan with ø 500 mm and 1400 RPM, the power used at the maximum speed is 450 Watts. The power-consumption of a 230 Volt fan at 50 % RPM controlled by the triac-controller uses ± 70 % of 450 Watts, and thus only ± 315 Watts.

The power-consumption of a 3*400 Volt fan at 50 % RPM, controlled by the frequency-converter, is: 0.5 x 0.5 x 0.5 = 12.5 % of 450 Watts = ± 56 Watts. At 80 % and 25 % RPM this is:

- 80 % RPM = 0.8 x 0.8 x 0.8 = 0.512 x 100 % = 51.2 % x 450 Watts = 230 Watts
- 25 % RPM = 0.25 x 0.25 x 0.25 = 0.015 x 100 % = 1.5 % x 450 Watts = 7 Watts

Usually the fans do not work at 100 % RPM. At most times of the year the fans work at a lower RPM. For example, during the winter period the fans seldom work above 25 % RPM. With this RPM the power used is only 7 Watts instead of 112 Watts, using a triac controlled system in combination with a measuring fan. A conventional system without measuring fans cannot even work at that low a level, i.e. of 25 % of the maximum RPM. That means more ventilation of heated air during cold periods and therefore additional energy losses.

The Institute for Applied Research in the Netherlands tested this frequency-converter system for one year. Conclusion: the power reduction achievable by using a frequency-converter system was up to 69 % compared to the 230 Volt motors with the conventional system.

Another benefit of using the frequency-converter is that the fans have a longer lifetime, mainly because there is no extra heat production. Moreover triac controlled systems cause the fans to be jerky, depending upon the revolutions per minute, in contrast to a frequency-converter system, which works more regularly.

Investments costs: The investments costs of the frequency-converter system are quite similar to a conventional system.

2.2.4.2 Illumination

Poultry housing may use only artificial light or may allow natural light to enter (sometimes called ‘daylight’ housing). Laying activity and laying rate can be influenced by the use of artificial lighting.

Illumination is also important for poultry production. Different light schemes are applied with alternating periods of light and darkness. An example is shown in Table 2.4.

Age (days)	Duration (hours light/hours dark)	Intensity at ground level (lux)
1 to 3	24/24	30 – 50
3 and above	24/24 or 24/23 or 1/3	Progressive reduction to 5 – 10

Table 2.4: Example of light requirements for poultry production as practised in Portugal [92, Portugal, 1999]

In turkey housing, illumination is particularly important during the first few days, after which it can be reduced. Light schemes vary from continuous to 14 – 16 hours a day.

2.2.5 Poultry feeding and watering

2.2.5.1 Poultry feed formulation

Feeding is very important, as the quality of feed determines the quality of the product. In particular broiler growth (reaching required weight in only 5 to 8 weeks) depends largely on feed quality. The way feed is obtained varies from purchasing of ready-to-use feed mixtures to the on-farm milling and preparation of the required mixtures, which are often stored in silos adjacent to the birds' housing.

Formulation of poultry feed is very important to meet the requirements of the animals and the production aims and to ensure the right level of energy and essential nutrients, such as amino acids, minerals and vitamins. Feed formulation and the addition of feed substances are regulated on a European level. For each feed substance additive, the relevant directives indicate the maximum dosage, for which species it is applicable, the appropriate age of the animal and whether a withdrawal period has to be observed.

The composition of poultry feed varies considerably – also between MSs –, as it is a mixture of different ingredients, such as:

- cereals and their residuals
- seeds and their residuals
- soya beans and pulses
- bulbs, tubers and roots or root crops
- products of animal origin (e.g. fish meal, meat and bone meal and milk products).

In Spain, for example, pork lard is added to the feed because of the lack of the enzyme lactase, but milk products are not included. And in the UK, 'bulbs, tubers and roots or root crops' are not fed to poultry and neither is bone meal.

The inclusion of the last category of components has now been called into serious question, where there are indications that this practice (feeding processed animal proteins) may have been an important cause of the development of BSE. See also Commission Decision 2000/766/EC. [201, Portugal, 2001]

Elements can be added to poultry feed for different reasons. There are substances that:

1. added in small amounts, can have a positive effect on growth, by increasing the gained weight and improving the feed conversion ratio (FCR). Others (e.g. antibiotics) can have a regulating effect on potential harmful gut flora [201, Portugal, 2001]
2. raise the quality of the feed (e.g. vitamins)
3. have a quality-raising effect on feed, e.g. so called technological additives, such as those that can improve the pressing of feed into granules
4. balance the protein quality of the feed, therefore improving the protein/N conversion (pure amino acids).

Formulating feeds can require the use of linear programming to obtain the required mixtures. All species need sufficient amino acids, but layers in particular require sufficient Ca to produce the eggshell. P is important for its role in the storage of Ca in the bones and will either be fed as a supplement or made more readily available by, for example, feeding phytase. Other minerals and trace elements in the feeds can be more or less controlled as well: Na, K, Cl, I, Fe, Cu, Mn, Se and Zn.

Essential amino acids for poultry are supplied, as their metabolism cannot supply them. They are: arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine (+cystine), phenylalanine (+tyrosine), threonine, tryptophan and valine. Cystine is not an essential amino acid, but methionine can only be made from cystine and thus they are always linked. As a result of the current ingredients in poultry feed, the most frequent amino acid deficiencies detected in feed mix are sulphur amino acids (methionine and cystine) and lysine. Another quoted deficiency is typically threonine. [171, FEFANA, 2001]

Other elements are not usually added, as they are already sufficiently available in the feed: S and F. Vitamins are not produced by the animals themselves, or are produced in insufficient quantities, and are therefore added to the daily ration. Vitamins are often part of a premix with minerals.

In several MSs the use of antibiotics in feed is under discussion. In several countries feeding without antibiotics is carried out, such as in Sweden, Finland and the UK (only poultry feed), as these have a total ban on the use of all feed antibiotics (including the ones authorised in the EU). See also Section 2.3.3.1 on the use of antibiotics in pig feed.

Apart from the feed formulation, to feed closer to the requirements of the birds, also different types of feeding are given during production cycles. For the different categories, the following number of feeds are most commonly applied:

- layers 2-phase (feeding up to laying, during laying)
- broilers 3-phase (early weeks growing, finishing)
- turkeys 4 - 6 phase (more types for stags than for hens)

Layers can also have a 6-phase feeding, 3 phases up to laying and 3 phases during laying, or 2 to 3 phases up to laying and 1 or 2 phases during laying. [183, NFU/NPA, 2001] [201, Portugal, 2001].

2.2.5.2 Feeding systems

Feeding practices depend on the type of production and bird species. Feed is given in mashed form, crumbs or pellets.

Layers are generally fed ad libitum [183, NFU/NPA, 2001] [173, Spain, 2001]. Meat species, such as broilers and turkeys, are also fed ad libitum. Hand feeding is still applied, but in large enterprises, modern feeding systems are applied that reduce spillage of feed and allow accurate (phase) feeding.

Common feeding systems are:

- chain feed conveyor
- auger conveyor
- feeding pans and
- moving feed hopper.

Chain feed conveyors move feed from storage through the feeding gutter. It is possible to influence the feeding pattern, spilling and rationing by adjusting the velocity of the conveyor. Chain feed conveyors are common in floor systems and are also applied in cage systems.

In the auger conveyor, feed is pushed or pulled through the feeding gutter by a spiral. Spillage is low. Application is common in floor systems and aviary systems.

Feeding pans or bowls are connected with the supply via the transport system. The diameter varies from 300 to 400 mm. Feed is transported by a spiral, chain or a steel rod with small scrapers. The system is designed with a lifting device. They are applied in floor systems (e.g. broilers, turkeys and ducks). In the case of bowls, one bowl feeds approximately 65 – 70 birds. For feeding of turkeys, feeding pans are used in the earlier life-stage, but at a later stage feeding barrels (50 – 60 kg) are also used. Feed is supplied in large buckets or square feeding troughs. Tube feeding systems are increasingly applied to reduce spillage.

A feed hopper is a moving system applied in battery systems. It moves alongside the cages on wheels or a rail and is equipped with a funnel shaped hopper. Moved by hand or electrically, this system fills the feeding trays or gutters.

2.2.5.3 Drinking water supply systems

For all poultry species water has to be available without restriction. Techniques applying restricted watering have been tried, but for welfare reasons this practice is no longer allowed. Various drinking systems are applied. Design and control of the drinking system aims to provide sufficient water at all times and to prevent spillage at the same time and further wetting of the manure. There are basically three systems [26, LNV, 1994]:

- nipple drinkers
  - high capacity nipple drinkers (80 – 90 ml/min)
  - low capacity nipple drinkers (30 – 50 ml/min)
- round drinkers
- water troughs.

Nipple drinkers have various designs. Usually they are made of a combination of plastic and steel. The nipples are placed underneath the water supply pipe. High capacity nipple drinkers have the advantage that the animal quickly receives a proper amount of water, but has the disadvantage of leaking water during drinking. To catch this leakage, little cups are installed underneath the nipples. The low capacity nipple drinkers do not show the problem of leaking water, but it takes more time for an animal to drink enough water. In aviary systems the drinking hen may block the path of the hens on their way to the nest, and subsequently the eggs can end up in the litter instead of in the nest. [206, Netherlands, 2002]

In floor housing, the nipple drinker system can be installed in such a way that it can be lifted out (for example for cleaning, mucking out). It works with low pressure. A pressure control system is installed at the beginning of each pipe, with a water gauge to measure the consumption.

Round drinkers are made of strong plastic and have different designs depending on the type of bird or the system they are applied to. They are usually attached to a winched line and can be pulled up. They work on low pressure and are easily adjustable.

Water troughs are placed on or below the water supply pipe. There are two designs that either automatically have water in the cup or that supply water when a metal strip is touched.

In most layer housing systems automatic watering systems are applied using nipple drinkers. In the Netherlands 90 % of the water supply systems for layers are nipple drinkers and 10 % are round drinkers [206, Netherlands, 2002].

Drinker system for layers	Number of animals per system			
	Cage system	Enriched cage	Floor system	Aviary system
Nipple drinker (birds/nipple)	2 – 6	5 1)	4 – 6 1)	10
Round drinker (birds/drinker) 2)	-	-	125	-
Water trough (birds/trough)	-	-	80 – 100	-
1) nipple drinkers with cup design *2) round drinkers are also used in other systems to a much lesser extent*				

Table 2.5: Applied number of animals per drinker system in different cages [124, Germany, 2001]

However, minimum standards on drinking systems for the protection of laying hens are laid down in Directive 1999/74/EC.

In broiler houses watering points are installed in many places. A commonly used system consists of round drinkers and nipples drinkers. The round drinker design gives every bird easy access to water and aims at minimum spillage to prevent wetting the litter. With cups, 40 animals are served and with drinking nipples 12 – 15 animals per nipple is applied.

In the UK nipple drinkers are more commonly applied to broilers than round drinkers, but in the Netherlands only 10 % of the water supply systems for broilers are nipple drinkers and 90 % are round drinkers. [183, NFU/NPA, 2001] [206, Netherlands, 2002]

Drinking water for turkeys is supplied using round drinkers, bell drinkers or water troughs. Round drinkers and troughs can differ in size according to the stage of production (smaller or larger birds). Nipple drinkers are generally not applied, as turkeys do not use these effectively.

2.3 Pig production

2.3.1 Pig housing and manure collection

The information exchange on the intensive rearing of poultry and pigs confirmed the conclusions of an inventory of European pig housing systems. This inventory, drawn up in 1997, highlighted that there are large differences in pig housing systems between countries as well as within countries [31, EAAP, 1998]. Factors that are considered to be responsible for this variation are:

- climatic conditions
- legislation and socio-economic issues
- economic value of pig sector and profit
- farm structure and ownership
- research
- resources
- traditions.

It is expected that this variation will slowly disappear with increased requirements laid down by directives concerning animal health and welfare, as well as with increased market demands and public concern about the food production chain.

In intensive pig production, different designs apply to different stages of production. The different groups that can be distinguished require different conditions (temperature and management). The following housing systems for sows and pigs can be distinguished:

- housing systems for mating sows
- housing systems for gestating sows
- individual housing systems for lactating sows
- housing systems for weaned piglets (from weaning up to 25 – 30 kg LW)
- housing systems for growers-finishers (from 25 – 30 kg up to 90 – 160 kg of LW).

Intensive pig production applies the all-in/all-out (or batch) system. Also, in order to protect the pigs from infectious diseases, production animals that are brought from outside into a piglet or combined pig production unit may be put in quarantine for a minimum required period (e.g. 30 days, Finland). Manure obtained from this section is usually removed directly to the manure store and not through a manure channel in the pig house. This housing system is not separately addressed in this section.

For all systems, variations in flooring consist of the application of fully-slatted (FS), partly-slatted (PS) or solid (concrete) floors (SCF) and the use of straw or other litter. Slats can be made of concrete, iron or plastic and have different shapes (e.g. triangular). The area of open surface is approximately 20 – 30 % of that of the slatted surface.

In the systems housing sows (without offspring), a distinction is also made between group and individual housing, whereas weaners and growers-finishers are always housed in a group.

Systems for removing manure and urine are related to flooring system, varying from deep pits with a long storage period to shallow pits and manure channels through which the slurry is removed frequently by gravity and valves or by flushing with a liquid.

A further distinction can be made between housing that is naturally ventilated and housing in which the climate is controlled by heating and/or cooling and by forced ventilation with fans.

The housing construction itself shows a variation comparable to that of the flooring systems. Houses can be constructed of durable material and brick-built to withstand cold temperatures, but much lighter material and open constructions are also used. In some Member States artificial heating is commonly applied to all classes of stock including dry sows. From a study comparing the differences between housing systems in the Netherlands and the UK, it is clear that such differences in application do not have to be linked to differences in climatic conditions.

In the following sections technical descriptions are presented of the commonly applied housing systems for sows, weaners and growers-finishers. The environmental performances and other characteristics are described and evaluated in Chapter 4. The overview aims to be representative for the currently applied techniques, but could never be exhaustive given the observed variation in systems and their adapted designs. Information has been used that can be found [10, Netherlands, 1999], [11, Italy, 1999], [31, EAAP, 1998], [59, Italy, 1999], [70, K.U. Laboratorium voor Agrarische Bouwkunde, 1999], [87, Denmark, 2000], [89, Spain, 2000], [120, ADAS, 1999], [121, EC, 2001], [122, Netherlands, 2001], [123, Belgium, 2001], [124, Germany, 2001] and [125, Finland, 2001].

2.3.1.1 Housing systems for mating and gestating sows

Sows are housed in different systems depending on the phase of the reproduction cycle they are in. Mating sows are kept in systems which facilitate easy contact between boar(s) and sows. After mating, the sows are usually moved to a separate part of the housing for their gestating period.

In [31, EAAP, 1998] the following observations were made on the housing of sows. Mating and gestating sows are housed individually or in groups. Each method has its advantages and disadvantages to both the animal and the farmer. The differences between individual and group housing are in:

- animal behaviour
- health
- labour intensity.

Individual housing systems generally score better on health and labour intensity. For example, individually housed sows are limited in their movement, but they are easier to control and there is more tranquillity in the stall, which has a positive affect on the mating and in the early stages of gestation [31, EAAP, 1998]. It is also easier to feed the sows in individual housing, where competition does not a play a role. However, group housing seems to be better for reproduction.

The pattern of application of systems in Europe is similar for both mating and gestating sows:

- mating sows – 74 % individual against 26 % group-housed
- gestating sows – 70 % individual against 30 % group-housed.

In the UK, most **mating** sows (85 %) are group-housed and have access to straw (> 55 %), as a result of British welfare legislation requiring all sows to be loose-housed from weaning to farrowing by 1999. In Member States producing for the UK market (e.g. Denmark) an increasing proportion of group-housing systems can be observed. Denmark has not prohibited individual confinement of sows in mating units, because several Danish studies have indicated that group housing between weaning and 4 weeks post-weaning might increase the risk of embryo loss. As a consequence the number of live-born piglets/litter is reduced compared to individual housing.

In most other countries individual housing, i.e. stalls, is increasingly applied for mating sows.

Group-housing of **gestating** sows is tending to increase overall in those countries which have prohibited the use of stalls and tethers. Tether systems are rapidly decreasing in all countries and no tethering will be allowed from 31 December 2005 onwards [132, EC, 1991]. This system will therefore not be considered in the overview of applied sow housing techniques.

In the UK, the majority (80 %) of gestating sows are also group-housed and have access to straw (60 %) for the reasons mentioned above. In Germany, Ireland and Portugal loose-housing systems for gestating sows are increasing even though these countries have not banned confinement systems for sows, but here market, welfare and costs of production play a role.

In general, sow housing in Spain and France is dominated by stalls and in Spain, France, Greece and Italy these systems are used increasingly. In Italy, in a minority of cases, gestating sows are kept in individual stalls for the total pregnancy period. The majority of sows are kept in stalls for up to 30 days and are then moved to group pens after the pregnancy is confirmed.

The use of straw in the group-housing of sows is still limited, but is expected to increase under the influence of animal welfare considerations and because of indications that fibre might reduce aggression in sows housed in a group.

2.3.1.1.1 Individual housing with a fully or partly-slatted floor for mating and gestating sows

This way of housing mating and gestating sows is very common. The crates measure about 2 m x 0.60 – 0.65 m and the rear end is equipped with concrete slats over a deep pit in which slurry and cleaning waters are stored. Feeding systems and drinkers are placed at the front end.

A central slatted alley runs between the rows of crates and a concrete-floored gangway runs on either side of the crates for feeding. In the mating house, there will be pens for housing the boars (Figure 2.13). These pens are absent in the housing section for gestating sows.

Slurry is collected under the slats and stored in a deep or a shallow pit. The slurry removal rate depends on the pit size. Natural or mechanical ventilation is applied and sometimes a heating system.

The picture shows a common design, but various other designs (with partly-slatted floors (PSF)) are applied to enhance intensive contact between boar and sows. Also, the sows may face the central alley with the troughs placed on the inner side and the slatted area will be at the side corridors.

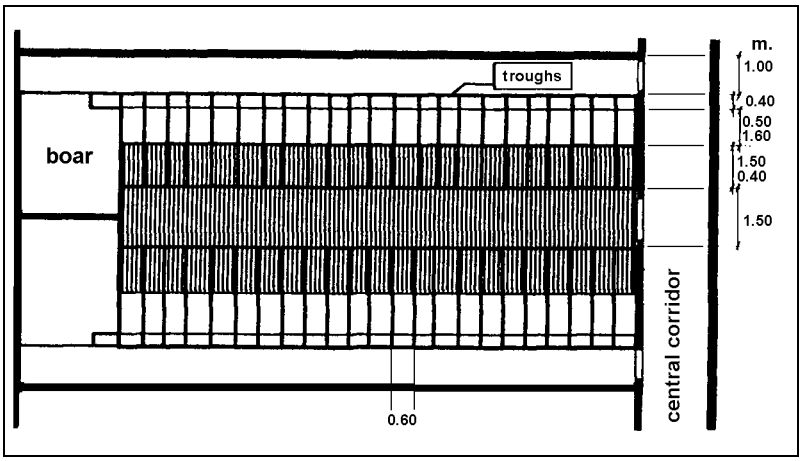


Figure 2.13: Schematic overview of a housing design for mating sows on a partly-slatted floor [31, EAAP, 1998]

2.3.1.1.2 Sow crates with a solid floor for mating and gestating sows

In this system mating and gestating sows are housed on concrete floors in a similar way to the design with the PSF, but there is a difference in the design applied to the floor and the removal of manure. Again, feeding and watering are applied at the front of the crate. In the central alley there is a drain-system for removal of urine. Mucking-out of manure and straw (where that is applied) is done frequently.

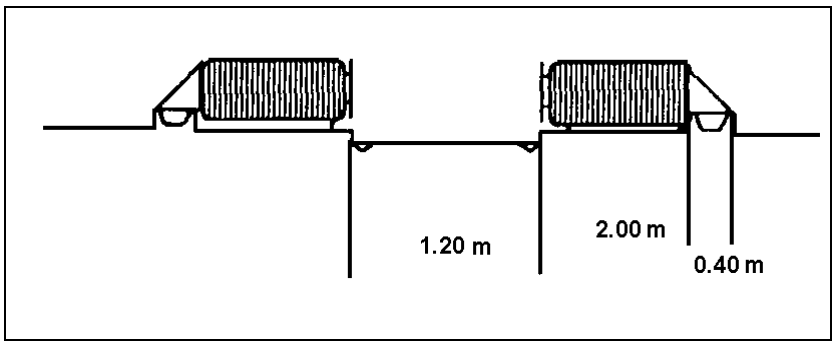


Figure 2.14: Floor design for sow crates with a solid concrete floor for mating and gestating sows [31, EAAP, 1998]

In these systems ventilation is natural when straw is applied and mechanical in insulated buildings where no straw is used.

2.3.1.1.3 Group housing with or without straw for gestating sows

Two basic designs for group housing of mating and gestating sows are applied. One system has a solid concrete floor with deep litter and the other design has slatted floors at the dunging area and the feeding stalls. The solid part is (almost) completely bedded by a layer of straw or other ligno-cellulosic materials to absorb urine and incorporate faeces. Solid manure is obtained and has to be frequently removed in order to avoid the litter becoming too moist. A frequency of removal of 1 – 4 times a year has been reported but this depends on the litter type, the depth of the bedded area and on general farm management. The frequency of complete litter removal can be higher in Italy, e.g. up to 6 – 8 times. In addition, partial removal of the moistened litter can be carried out weekly. In the case of one cleaning per year, it is spread directly onto the field. With more cleanings the litter is generally stored, such as in a field clamp.

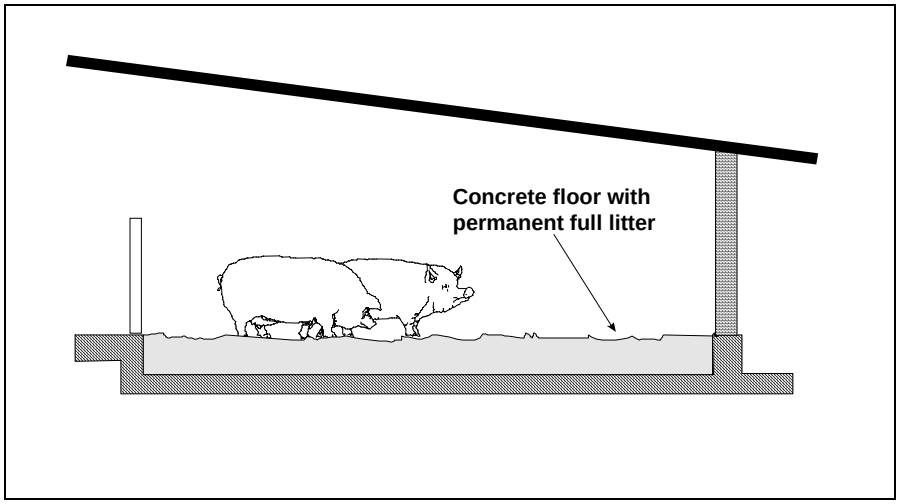


Figure 2.15: Example of group-housing for gestating sows on a solid concrete floor with full litter [185, Italy, 2001]

For the ventilation of this housing the same principle applies as for the individual housing of sows. With the application of straw, heating is generally not applied as, at low temperatures, the sows are able to compensate by hiding in the deep litter. The design of this system can vary and can contain various functional areas. An example is shown in Figure 2.16.

Manure handling with this system has been described as follows. In units where bedding is used exclusively for rooting, the amount of litter will be so limited that all the manure is handled in the form of slurry. In units with slatted floor in the dunging area, the manure is cleaned daily using underslat scrapers. In units with solid floor the manure is cleaned either daily with scrapers or 2 – 3 times a week using a tractor-mounted tyre scraper. In units with deep litter in the lying area, the litter is removed 1 – 2 times annually.

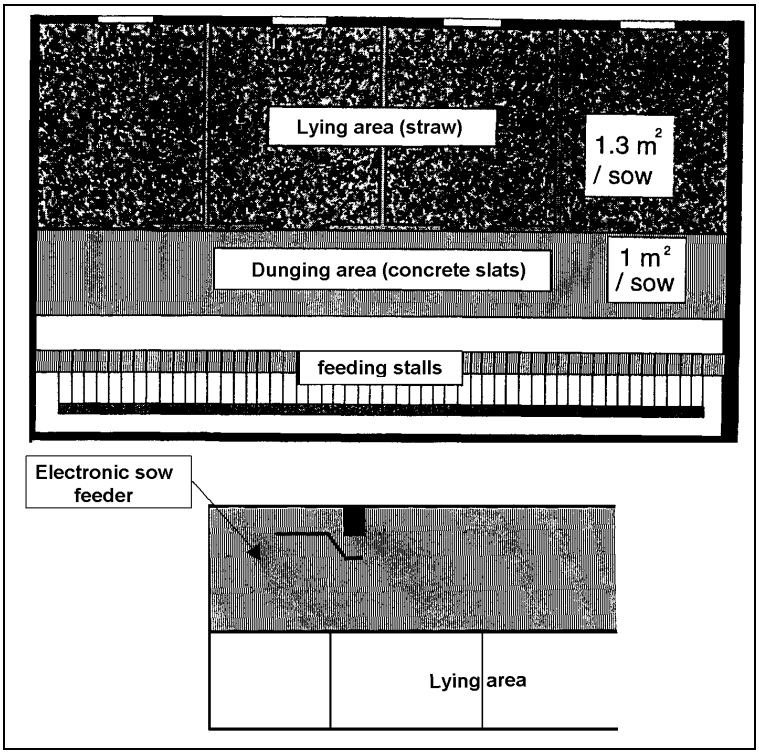


Figure 2.16: Example of a housing system with several functional areas for gestating sows [87, Denmark, 2000]

2.3.1.2 Housing systems for farrowing sows

Shortly before farrowing (about 1 week), gestating sows are moved to farrowing pens. There are different designs of farrowing pens. A common design has partly- or fully-slatted floors and generally no straw. The sows are often confined in their movement, but loose housing is also applied. For example, straw-based and loose housing can be found in the UK. Fully-slatted is applied widely as it is considered to be more hygienic and labour efficient than partly-slatted or solid floors. On the other hand, Danish information indicates that partly-slatted systems are more energy efficient and a gradual increase in partly-slatted systems is being observed. In Austria, the fully-slatted floor systems are in decline [194, Austria, 2001].

General features of farrowing compartments are:

- applied minimum room temperature of 18 °C
- temperature for the sows 16 – 18 °C
- temperature for the piglets about 33 °C
- low airflow, in particular in the piglet area.

2.3.1.2.1 Housing for farrowing sows with confined movement

A cross-section of a typical pen system for farrowing sows is shown in Figure 2.18. Farrowing pen sections generally contain not more than 10 – 12 sows (pens). Pen sizes measure 4 to 5 m^2.

Piglets are housed in these systems until weaning after which they are sold or reared in rearing pens (weaner housing). The floor can be fully or partly slatted. Slats made of plastic or plastic-coated metal are increasingly used instead of concrete, as they are considered to be more comfortable.

The slurry is stored under the slatted floor of the crates either in a shallow pit (0.8 m.), in which case it is removed frequently via a central system in the building, or in a deep pit, from where it is removed only at the end of the lactating period or less frequently.

There is a specific area for the piglets, usually positioned in the central alley (for easier observation) between the pens. This area is generally not slatted and is heated during the first days after birth by using a lamp or by warming the floor or both. The sow is limited in her movement to prevent her from crushing the piglets.

Figure 2.17: Farrowing pen design with a fully-slatted floor (the Netherlands)

Forced or natural ventilation is applied in such a way that the airflow will not disturb the climate at floor level (around sow and pigs). In modern closed housing, fully automatic climate control is applied, thereby maintaining the temperature and humidity in the farrowing section at a constant level.

The position of the sow is often as pictured in Figure 2.18, but the crates are also put the other way around with the sows facing the alley. In practice, some farmers have observed that this position makes the sows more relaxed, as they can more easily notice movements in the alley, whereas in the other position they cannot turn, which makes them more restless.

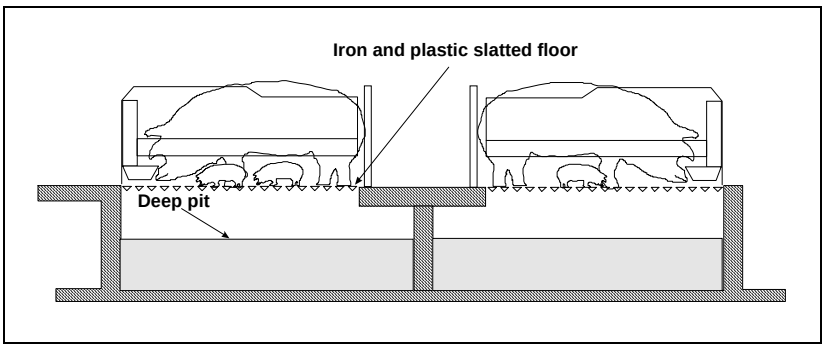


Figure 2.18: Example of confined housing of farrowing sows on a fully-slatted floor with a storage pit underneath
[185, Italy, 2001]

2.3.1.2.2 Housing of farrowing sows allowing sow movement

Farrowing sows are housed without being confined in their movement in systems with partly-slatted floors. A separate lying area for the piglets prevents them from being crushed by the sow. This pen is sometimes used to raise the piglets from weaning until about 25 – 30 kg LW. This design requires more space than the design with restricted sow movement and needs more frequent cleaning. Number of pens or sows per compartment is generally less than 10.

Material for the floor system and heating and ventilation requirements for sow and piglets are the same for this system. With free sow housing, the walls of the pen are slightly higher than for the pen with restricted movement.

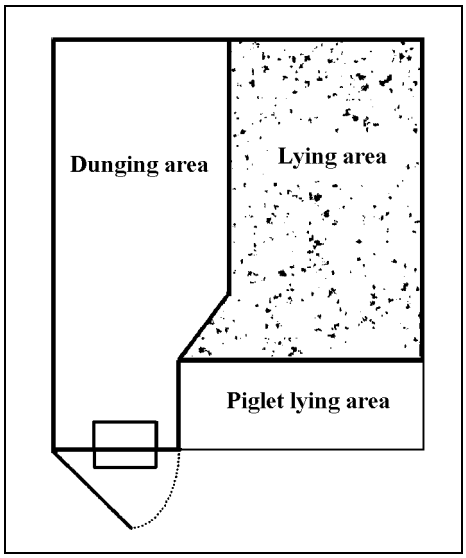


Figure 2.19: Example of an applied plan for a farrowing pen (partly-slatted floor) without restricted sow movement
[31, EAAP, 1998]

2.3.1.3 Housing systems for weaners

Pigs are weaned at approximately 4 weeks (range 3 to 6 weeks), after which they are kept in small groups of the same litter (8 – 12 pigs per pen) up to 30 kg LW (range 25 – 35). However, in the UK the pigs are kept in larger groups. The majority of animals are housed in pens or cages with fully-slatted flooring. Earlier, farrowing pens were frequently used for weaned pigs, but this housing method is apparently being used less and less, except in Greece. The piglets

would remain in the pen (see Figure 2.17) after the sow had been taken to another unit and the crate had been removed. The use of pens specifically designed for the rearing of weaned pigs is, however, more common and is increasing, because it offers better environmental control and management than the older systems.

The tendency is that systems with partly-slatted flooring are decreasing in popularity while fully-slatted flooring systems are increasingly becoming popular, except in Denmark, Belgium and the Netherlands. In Denmark systems with a covered lying area and two-thirds solid floor have become increasingly popular in recent years. Research indicates that this system is more energy efficient than commonly used heated nurseries. Moreover, pen fouling is not a problem, which is one of the main reasons why pig producers tend to select fully-slatted flooring over partly-slatted flooring. In Belgium and the Netherlands there are strong incentives to reduce ammonia emissions and research has indicated that increasing the amount of solid floor (or reducing the slatted) might reduce emissions. Farmers are therefore rewarded for installing such systems [31, EAAP, 1998].

A large proportion (40 %) of the weaners in the UK are housed in relatively cheap straw-based systems, which may be explained by the mild climatic conditions and a tradition of using low-cost housing systems. Straw-based systems are also popular in Denmark and France. In both countries large amounts of straw are available and pig production is normally tied in with crop production (cereals) following a long tradition of using straw from crops in animal production.

Housing of weaners on fully- or partly-slatted floors is very similar to the housing of growers/finishers (Figure 2.20).

The housing is equipped with mechanical ventilation, either negative pressure or balanced pressures type. Ventilation is dimensioned at an output of maximum 40 m^3/h per place. Auxiliary heating is used in the form of electric fan heaters or a central heating plant with heating pipes.

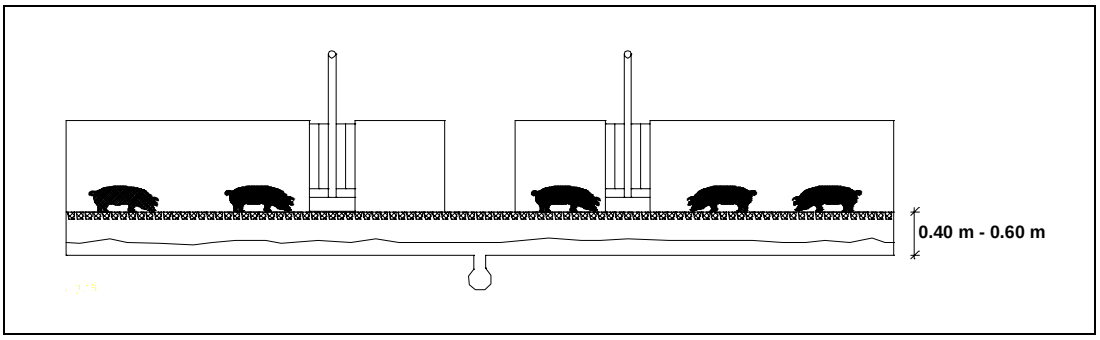


Figure 2.20: Cross-section of rearing unit with fully-slatted floor and plastic or metal slats [87, Denmark, 2000]

Manure is handled in the form of slurry and is drained mainly through a pipe discharge plant where the individual sections of the manure channels are emptied via plugs in the pipes. The channels can also be drained via gates. The channels are cleaned after the removal of each group of pigs, often in connection with the cleaning of the pens, i.e. at intervals of 6 – 8 weeks.

In the partly-slatted design a covered lying area is applied which can be removed or lifted, once the pigs have grown and need more ventilation.

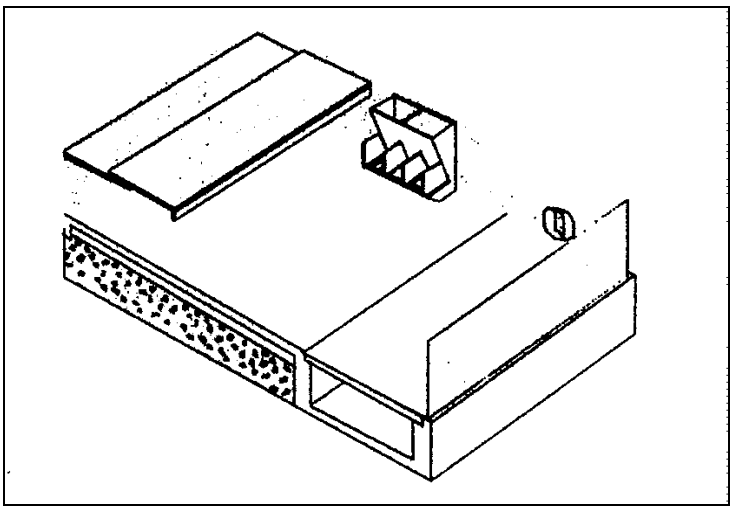


Figure 2.21: Schematic picture of a weaner pen with a partly-slatted floor (1/3) and a cover above the lying area
[31, EAAP, 1998]

A special design is the housing of weaners in flat decks [133, Peirson/Brade, 2001]. Flat decks were initially developed in the late 1960s and early 1970s as a specialised housing system to provide controlled environment housing for piglets, weaned at 3 to 4 weeks of age, through to 15 – 20 kg live weight. The concept has been extended and is also used to provide second stage housing from about 15 – 20 kg through to weights of up to 50 or 60 kg when pigs make their final move into finishing pens. The thermally insulated buildings used are often of a pre-fabricated sandwich construction with external wood or panel cladding, thermal insulation and panelled internal cladding. The internal layouts and structures have also been installed inside more permanent buildings.

Flat decks are built around a batch system so that each room is stocked on an "all in – all out" basis with piglets from a batch of sows farrowed in the same week. Early designs were based on small group sizes – around 10 pigs per pen – but pen group sizes have tended to increase in recent years.

The original concept was based on fully-slatted pen floors suspended over slurry channels (or tanks) and pens down one or both sides of a feed/access passage. Fully-slatted flooring was seen as an important hygiene/health feature because it separates piglets from their faeces and urine. Floors were originally "weldmesh" or expanded metal. More recently plastic flooring has been used. The pen floor level was originally raised (in comparison to that of the passage floor), but more recent designs have passages and pen floors at the same level.

Ventilation is almost exclusively provided by extractor fans. Typically, air is drawn into each room through inlets in one end of the room from an access passageway common to a group of flat deck rooms. Inlet air is preheated, as necessary, by automatically controlled heaters. Extractor fans, normally situated in the opposite wall, are intended to create air movements across the room, and radiant heaters above the pens (or underfloor heating) provide additional temperature/comfort control.

Feed is normally provided as dry pellets or meal offered in ad-lib hoppers on the front (passage) side of each pen. Slurry is removed from the below-slat channels or tanks at the end of each stocking batch. Pens are power-washed between batches.

Room temperatures are maintained at 28 – 30 ºC for the first few days after weaning and are then reduced as the piglets grow. Occupation is usually 4 – 5 weeks in the first-stage pens, and by the end of this period temperatures would have been reduced to 20 – 22 ºC.

Many features of flat decks have evolved and been developed over the years. Now the term flat deck is often used to loosely describe almost all slurry-based weaner-housing systems, many of which bear little resemblance to the original concept. Some farmers have provided solid floored lying areas to help improve pig comfort and welfare. Underfloor heating has become a more common feature. Group sizes have tended to increase and the system is slowly evolving into a "nursery" room system with groups of up to around 100 pigs in a group in a partially solid-floored pen (around one third of the floor area solid) and no access passageways.

2.3.1.4 Housing of growers-finishers

From an average LW of 30 kg (25 – 35 kg) pigs are moved to separate sections to be grown and finished for slaughter. It is not uncommon to house growers (e.g. up to 60 kg) and finishers (from 60 kg onwards) in separate sections, but the housing facilities are very much the same. The housing systems used for growers-finishers can be compared with weaner houses (Section 2.3.1.3), except that most grower/finishers are kept in systems with little or no straw. Partly- and fully-slatted flooring are equally common, but there is a trend towards more fully-slatted flooring except in Belgium, Denmark, the Netherlands, and the UK.

The growing-finishing housing is a brick-built, open or closed, insulated construction for 100 to 200 pigs. It is usually divided into compartments for 10 – 15 pigs (small groups) or up to 24 pigs (large groups). The pens are arranged either with the aisle on one side or in a double row with the aisle in the centre. In the pens with a solid concrete floor, movable covers are used to cover the lying area, at least during the first stage of the growing period.

Feed distribution is usually automated and can be sensor-controlled. Liquid or dry feeding is applied ad-lib or restricted and multi-phase (adapted N and P content). Design of feeding troughs and drinkers depends on type of feeding.

2.3.1.4.1 Housing of growers-finishers on a fully-slatted floor

This housing system is very common for small (10 – 15 pigs) and large groups (up to 24) of growers-finishers. It is applied in closed, thermally insulated housing with mechanical ventilation and in houses with natural ventilation. Windows allow daylight in and electrical light is used. Auxiliary heating is applied only when necessary, as the pigs' body-heat is usually capable of satisfying the heat requirement.

The pen is fully slatted and has no physical separation of the lying, eating and dunging areas. The slats are made of concrete or (plastic coated) iron. Manure is trodden through and urine mixes with the manure or runs off through urine/liquid manure channels. The slurry is collected in a manure pit under the fully-slatted floor. Depending on the depth of the pit, it may provide for an extended storage period (high ammonia levels in the house) or it is emptied frequently and the slurry is stored in a separate storage facility. A frequently applied system has the individual sections connected by a central drain, into which they are emptied by lifting a plug or a gate in the pipe.

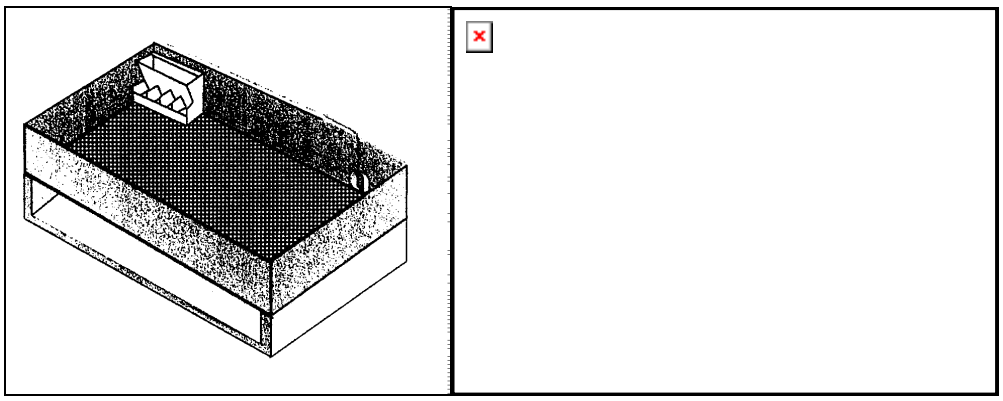


Figure 2.22: Example of a single growing-finishing pen with a fully-slatted floor and examples of two pen layout with different feeding systems
[31, EAAP, 1998]

2.3.1.4.2 Housing of growers/finishers on a partly-slatted floor

Partly-slatted floor systems are applied in similar buildings to those used for fully-slatted-floor systems. The floor is divided into a slatted and a solid/non-slatted section. There are basically two options: to have the solid concrete floor on one side or in the centre of the pen. The solid part can be flat, convex or slightly inclined (see description below).

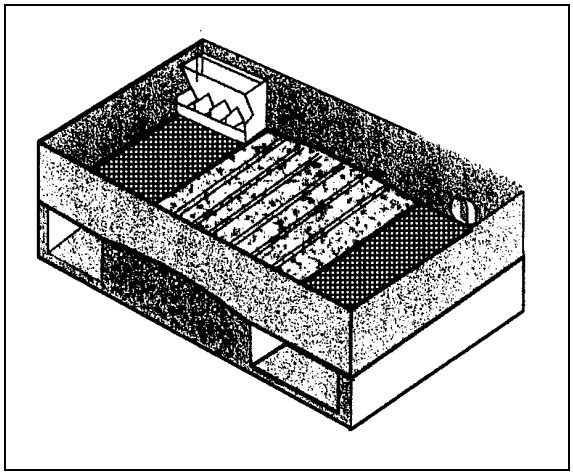


Figure 2.23: Pen design for growers-finishers with partly-slatted (convex) floor and solid area in the centre
[31, EAAP, 1998]

The solid part usually functions as a feeding and resting place and the slatted part is used for dunging. The slats are made of concrete or (plastic coated) iron. Manure is trodden through and urine mixes with the manure or runs off through urine/liquid manure channels. The slurry is collected in a manure pit under the fully-slatted floor. Depending on the depth of the pit, it may provide for an extended storage period (high ammonia levels in the house) or it is emptied frequently and the slurry is stored in a separate storage facility. A frequently applied system has the individual sections connected by a central drain, into which they are emptied by lifting a plug or a gate in the pipe.

Restricted straw is applied in the partly-slatted pen that is designed with a concrete floor and one slatted area (solid/slatted: 2:1). Straw is given in straw racks that are filled manually, and from which the pigs bring the straw in themselves. The solid floor has a slight incline and slurry and straw are moved towards the slats by the pigs' activity and therefore this system is also called straw-flow system. Manure is removed several times a day.

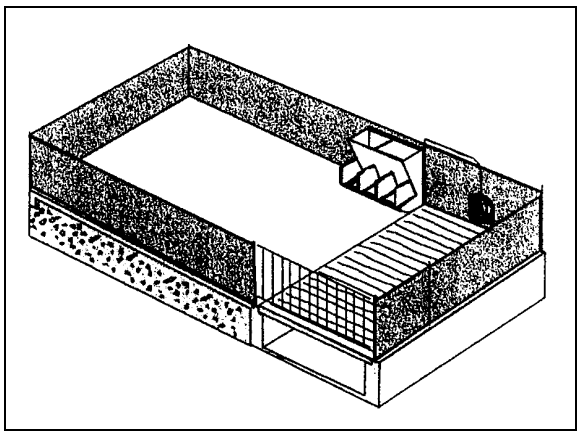


Figure 2.24: Design of a partly-slatted floor system with restricted straw use for growers-finishers [31, EAAP, 1998]

A partly-slatted design is applied in Italy with a solid concrete floor and an external slatted alley adjacent to a manure channel. In each pen, the pigs have their housing and feeding area inside the building, but an opening with a shutter allows them to reach the external dunging area with the slatted floor. The pig activity moves the manure through the slats into the manure channel, which is emptied once or twice a day with a scraper. The manure channel runs parallel to the pig building and is connected with a slurry storage facility. This system is also used for mating and gestating sows in group housing.

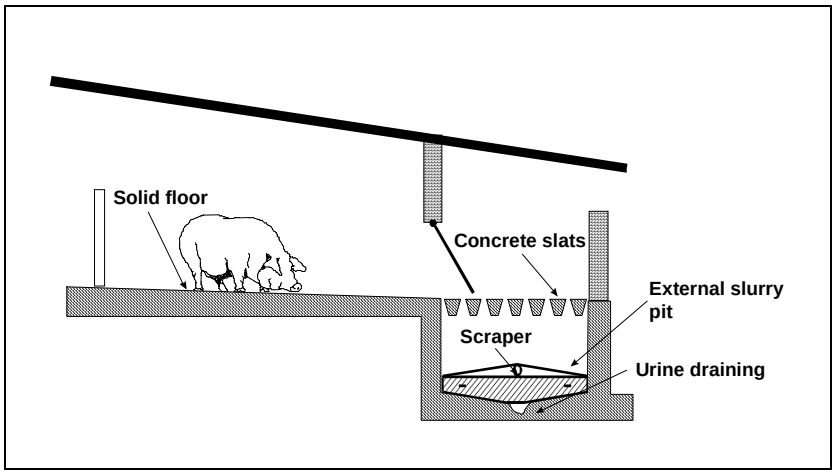


Figure 2.25: Solid concrete floor with slatted external alley and scraper underneath [59, Italy, 1999]

2.3.1.4.3 Housing of growers-finishers on a solid concrete floor and straw

In the housing systems for growers-finishers with a concrete floor, straw is applied in restricted amounts for reasons of animal welfare or by big-bale supply to serve as bedding. These systems are applied in closed buildings or in open-front houses. The open-front designs are equipped with wind barriers (netting or spaceboards), but also straw bales are used for insulation and protection against the wind.

Figure 2.26: Open front design using straw bales for protection (UK)

Pen designs can vary, but usually there is a lying area with straw and a feeding area, which may be elevated and accessible by steps. The lying area may be covered. The pens may be positioned on one side of the building or on either side of a central aisle. Dunging takes place in the littered area. Mucking-out and cleaning are usually done with a front-end loader after each batch. Group size may be 35 – 40.

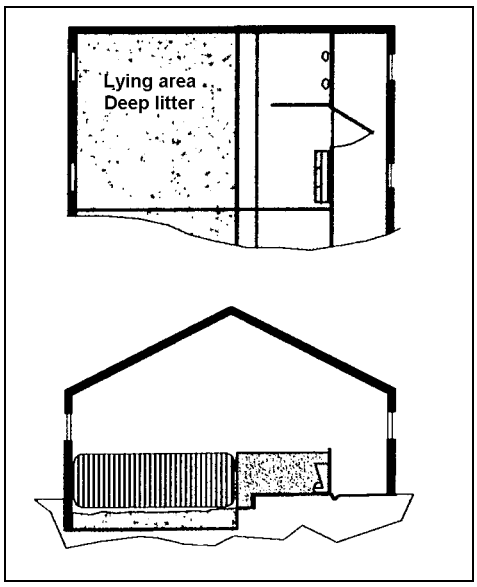


Figure 2.27: An example of a solid concrete floor system for growers-finishers [31, EAAP, 1998]

As with the partly-slatted design, a solid concrete floor system is applied in Italy with a littered external alley. The pen area inside is used for lying and feeding and has very little or no straw. The outside dunging area is littered and connected with a manure channel. Manure and straw are moved into the channel by the pigs' activity. Manure is removed once or twice daily by a drag chain or a scraper to an outside manure storage.

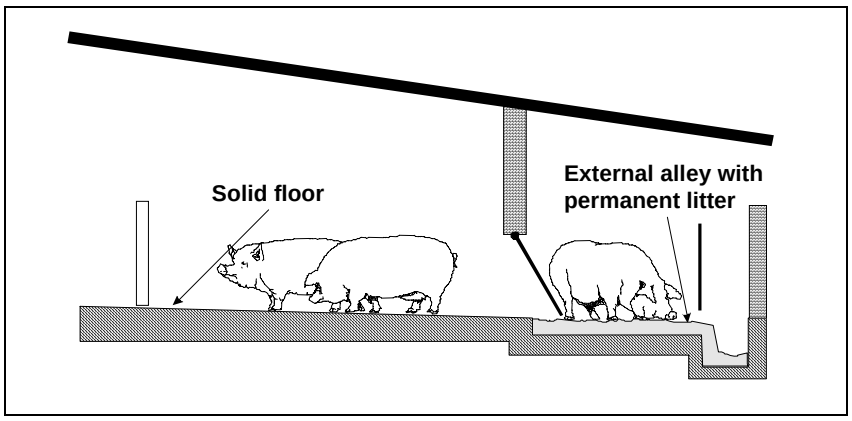


Figure 2.28: Solid concrete floor with external littered alley and manure channel [59, Italy, 1999]

2.3.2 Control of pig housing climate

The indoor climate in pig housing systems is important, as ammonia, combined with dust, is known to be a frequent cause of pig respiratory diseases, including atrophic rhinitis and enzootic pneumonia. Since stock workers can also be subject to respiratory health issues [98, FORUM, 1999], it is doubly important that pig housing be sufficiently ventilated.

Minimum (qualitative) requirements are laid down in Directive 91/630/EEC [132, EC, 1991] for the control of the pig housing climate. Temperature and humidity of air, dust levels, air circulation and gas concentrations must be below harmful levels. For example, the limit value concentrations shown in (Table 2.6) are advised, but these values vary between MSs. A good atmosphere in the house can be achieved by:

- insulation of the buildings
- heating
- ventilation.

Indoor environment factors	Level/occurrence
CO	Below measurable value
H_2S	Below measurable value
Relative humidity H	Pigs up to 25 kg : 60 – 80 % Pigs 25 kg upwards : 50 – 60 %
NH_3	Maximum 10 ppm
Air velocity	Farrowing pens and weaners: <0.15 m/s Mating and gestating sows: <0.20 m/s
CO_2	Max. 0.20 volume-%

Table 2.6: General indicative levels of indoor environment for pigs [27, IKC Veehouderij, 1993]

Performance of the applied systems is affected by:

- design and construction of the building
- position of the building in relation to wind directions and surrounding objects
- application of control systems
- age and production stage of the pigs in the housing.

2.3.2.1 Heating of pig housing

The need for temperature control in pig housing depends on climatic conditions, construction of the building and stage of production of the animals. In general, in colder climates or climates with periods of low temperatures, buildings are insulated and equipped with mechanical ventilation. In warmer regions (Mediterranean latitudes), high temperatures are a greater influence on welfare and productivity of adult pigs than low temperatures. Usually there is no need to install heating systems; animal body heat is generally sufficient to maintain welfare temperature within installations. In this context, climate control systems are mainly designed to guarantee good air circulation.

In some housing systems for sows and growers-finishers, large amounts of straw help the animals to maintain a comfortable temperature. However, the most important factors are live weight, age and production stage. Other factors that affect temperature requirements are:

- individual or group housing
- flooring system (fully- or partly slatted or solid floors)
- amount of feed (energy) the animals get.

Farrowing pen	Weaned pigs		Mating and gestating sows		Growers-finishers	
Room, 1st week up to 20 °C	7 kg	up to 25 °C	Mating	up to 20 °C	20 kg	up to 20 °C
	10 kg	up to 24 °C	Early gestation	up to 20 °C	30 kg	up to 18 °C
Piglet area, 1st days up to 30 °C	15 kg	up to 22 °C	Middle gestation	up to 18 °C	40 kg	up to 16 °C
	20 kg	up to 20 °C	End of gestation	up to 16 °C	50 kg	up to 15 °C
	25 kg	up to 18 °C				

Table 2.7: Example of applied temperature requirements for calculation of heating capacity in heated housing for different pig categories in healthy condition
[27, IKC Veehouderij, 1993]

Pig housing can be heated by various systems. Heating is applied as local heating or room heating. Local heating has the advantage that it is aimed at the place where it is most needed. Systems applied are:

- floors equipped with heating elements
- heating elements above the pig places radiating heat onto the animals as well as onto the floor surface.

Room ventilation is applied by two methods:

- by preheating: incoming air is preheated by leading the air through a central corridor to warm it to a minimum temperature, to reduce temperature fluctuations and to improve air movement in the housing area
- by post-heating: heating is applied to the air once it has entered the housing area, to reduce temperature fluctuations and to reduce heating cost.

Heating can be direct or indirect. Direct heating is accomplished by applying installations such as:

- gas heat radiators: infra-red, gas air heaters and gas-fuelled radiation convectors
- electric heat radiators: special light-bulbs or ceramic radiators
- electric floor heating: on matting or in the floor
- heaters/blowers.

Indirect heating can be compared to central heating in domestic applications. The installations applied can be:

- standard boilers (efficiency: 50 – 65 %)
- improved efficiency boilers (improved efficiency: 75 %)
- high efficiency boilers (high efficiency: 90 %).

Boilers can be open or closed design. Open designs use indoor air for the burning process. Closed designs draw air from outside the building and are particularly suitable for dusty areas.

2.3.2.2 Ventilation of pig housing

Ventilation systems vary from manually controlled natural systems to fully automated fan-based systems. The following basic systems are examples of commonly used ventilation systems:

- Mechanical systems:
  - exhaust ventilation
  - pressure ventilation
  - neutral ventilation.
- Natural systems
  - hand controlled ventilation
  - automatically controlled natural ventilation (ACNV).

With mechanical systems, the distribution of air can be accurately adjusted by means of valves, positioning of the fan(s) and diameter of the air inlets. Natural ventilation depends more on the natural fluctuations of the outside air temperature and on the wind. With fans, more even airflow in the housing can be achieved. This is important when considering the application with housing systems, as the interaction between the housing (flooring) system and the ventilation system affects the air currents and temperature gradients in the house. For example, partly-slatted floors may combine better with mechanical ventilation than with natural ventilation, whereas with fully-slatted floors, natural ventilation may be equally applied [120, ADAS, 1999].

The volume of the housing area and the openings of air inlet and outlet have to correspond to create the required ventilation rate at all times. Irrespective of the production stage and the ventilation system, a draught stream close to the animals must be avoided. Until recently, the majority of ventilation and heat supply systems were installed independently, but in new installations (e.g. in Denmark) it is common to apply integrated installations that match heating and ventilation requirements [87, Denmark, 2000].

Control and adjustment of ventilation are important and can be carried out in different ways. Electronic equipment is applied to measure the revolutions per minute. A measuring fan in a ventilation tube can be used to measure the air velocity in the tube, which is related to a certain pressure and revolution rate.

The following principal ventilation techniques can be applied in pig housing [27, IKC Veehouderij, 1993] [125, Finland, 2001].

Exhaust ventilation in pig housing is ventilation by running fans in the sidewalls or in the roof. Adjustable ventilation openings or windows allow fresh air to be drawn in. Fans exhaust air outside, usually through the ceiling at one or more points. This creates under-pressure, and creates fresh airflows into the building through inlets. Fresh air inlets are usually on the wall close to the ceiling or in the ceiling, so that the air flows from between the roof and the ceiling to the outlet. It is typical in an exhaust ventilation system for the air pressure inside the building

to be lower than outside. Exhaust ventilation works well when it is warm outside and it is therefore a very popular and appropriate system in countries with warmer climates. On growing-finishing pig farms, heating costs may be relatively low when exhaust ventilation is used, provided that it is properly adjusted.

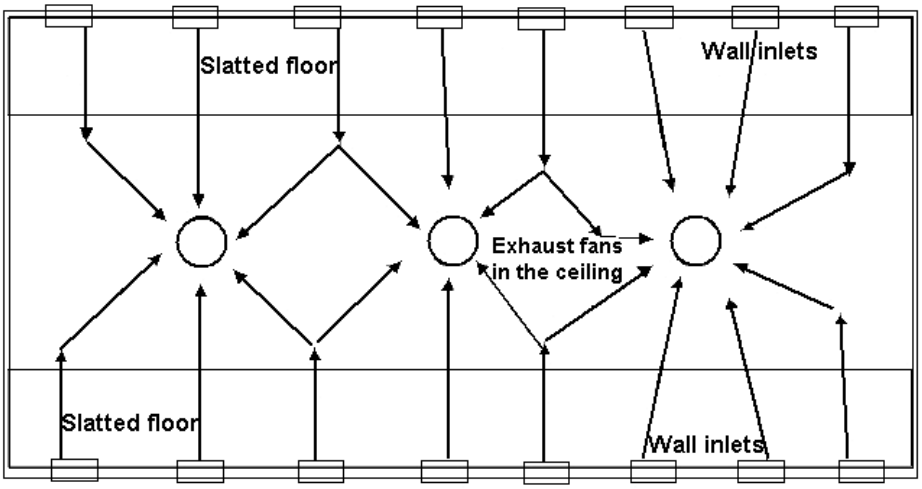


Figure 2.29: Schematic picture of airflow in an exhaust ventilation system [125, Finland, 2001]

In buildings with a pressure ventilation system, fans are used to blow air into the building, which means that the air pressure inside the building is higher than outside. Due to the difference in the pressure, air flows out of the building through outlets. When using pressure ventilation the air entering the building can be preheated, and thus part of the heating in the winter can be done by means of ventilation. The main problem in this system is that the airflow is quite uneven when only one blowing point is used. Airflow is rapid and the air is cold close to the fan, but the airflow slows down rapidly when moving further away from the fan. Blowing channels may be used to avoid this problem. Blowing channels are usually placed in the middle of the pig house.

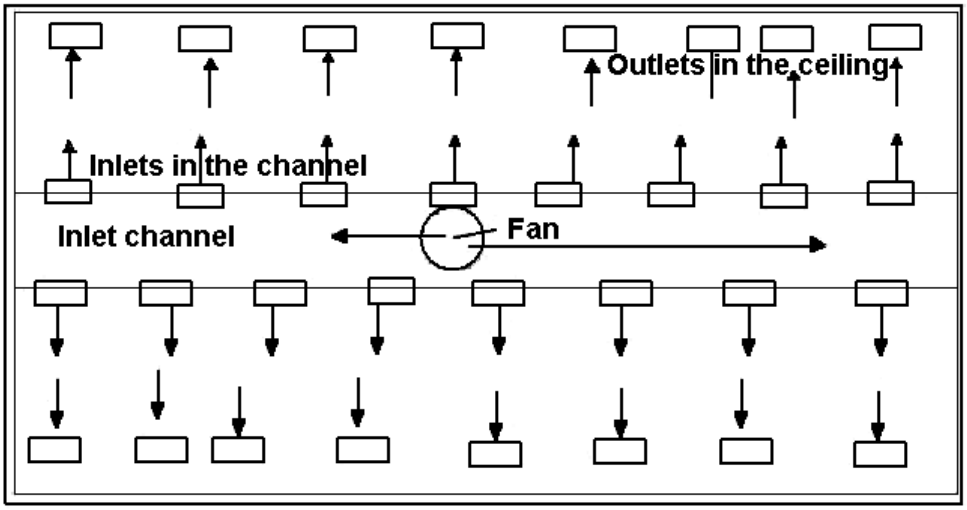


Figure 2.30: Schematic picture of airflow in a pressure ventilation system [125, Finland, 2001]

Air is blown into a channel, which spreads it through the building. The airflow, distribution and direction of the blow are controlled by means of nozzles. Sometimes humidity is a problem, which due to the higher pressure inside than outside leads to condensation on the surfaces of the channels when the air is not preheated. This is why pressure ventilation is not very common in colder climates. It can only be used in concrete buildings because the humidity can damage insulating materials and structural timbers.

A neutral ventilation system is a combination of the exhaust and pressure ventilation systems. As with exhaust ventilation, the exhaust air is drawn out of the building by means of a fan. However, the replacement air does not flow into the building because of negative pressure in the building, but air is drawn in through a channel. Thus, the difference between the air pressure inside and outside the building is much smaller than in the case of exhaust or pressure ventilation. In neutral ventilation, a heat exchanger can be used to reduce the need for additional heating. Neutral ventilation uses more energy than exhaust or pressure ventilation, because the air is drawn in and blown out. Investment costs are also higher, because twice as many blowers and blowing channels are needed as for the other systems.

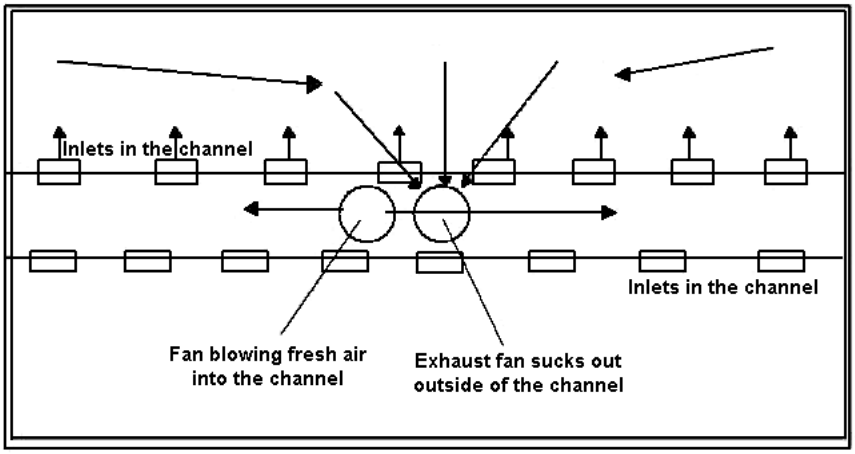


Figure 2.31: Schematic picture of airflow in a neutral ventilation system [125, Finland, 2001]

Natural ventilation systems are based on the difference in density and air pressure between warm air and cold air due to wind, temperature and the so-called "chimney effect" that cause warm air to rise and cold air to replace it. The "chimney effect" depends on the relation between opening and position of air inlets and outlets and the inclination of the roof (25º; 0.46 m per metre stall width). Obviously, design and construction of the building are very important with natural ventilation. As the effect is based on temperature differences, it is clear that the effect is largest when the ventilation requirement is at its lowest (in winter).

The naturally created negative pressure is relatively small, even in winter in Finland reportedly less than 20 Pa, and in summer may have to be assisted by exhaust pressure ventilation. Thus, combinations of ventilation systems are applied that work alternately depending on the indoor and outdoor air temperatures. In countries such as the Netherlands wind is the prevailing factor that influences natural ventilation.

Automatically adjustable valves in the air inlets can be applied to control natural ventilation (ACNV). Sensors at pig level send a signal to the system that adjusts the opening of the inlets and thus increases or reduces the airflow.

Ventilation by drawing air from the manure pit in slatted floor systems is also applied and is considered an efficient way to reduce concentrations of manure gases in the house. This system has specific requirements of length and diameters of the air channels.

Irrespective of design or principle applied, ventilation systems have to provide the required ventilation rate, which varies with the different production stages and the time of year. Air velocity around the animals must be kept below 0.15 – 0.20 m/s to avoid a sense of draught.

Mating and gestating sows have relatively low temperature requirements. In Spain and Italy, many farms apply only natural ventilation, with air entering from outside directly into the animal housing area. Nevertheless, in large installations, with a high density of animals, ventilation requirements are met by means of fan ventilation.

Extractor fans are commonly used, but e.g. in Spain there is a trend towards pressure ventilation systems linked to evaporative refrigeration (cooling systems), that enable not only ventilation but also air temperature reductions inside the building.

Throughout Europe, in farrowing and weaning houses it is common to control the indoor climate by operating automatic (sensor controlled) ventilation systems with heating of the air. The inlet of the air is usually via a central corridor (indirect) and the design of the ventilation system in the units is such that draught near the animals is avoided.

Extra local heating is applied to the piglets during their first weeks. Often, a heating lamp (gas or electric) is installed above the solid (non-slatted) lying area. The lying surface itself can also be heated by running hot water through tubes or a reservoir underneath the floor surface.

Weaners still have temperature requirements that require control of temperature and ventilation. Heating may be required during cold weather and the following heating systems are used: radiant heating-lamps, electric heating (thermal bedding with a resistance wire heating) and also hot water heating-systems (under the floor or through aerial tubes).

Heating of the housing of growing and finishing pigs is not common, as their body heat is usually sufficient to create a comfortable environment. In pens with growers, removable covers are sometimes applied to create a more comfortable lying area in the early weeks. The majority of houses for growers-finishers are naturally ventilated with air inlet directly into the pen area, but extractor fans are also used.

Some farms, located in zones where summer temperatures are extremely high, use mist evaporative cooling systems to decrease housing temperature.

2.3.2.3 Illumination of pig housing

Light requirements for pigs are laid down in Directive 91/630/EEC stating that pigs may never be permanently kept in the dark and need light comparable with normal daylight hours. Light must be available for good control of the animals and does not have a negative influence on pig production. Light can be artificial or natural entering through the windows, but additional electric light is normally applied.

Different lamps are used with different energy requirements Fluorescent light are up to seven times more efficient than filament bulbs, but they are also generally more expensive to buy. Lighting installations should conform with normalised standards for safe operation and must be water-resistant. Lights are installed in such a way that sufficient radiation (light level) is assured to allow the required maintenance and control activities.

2.3.3 Pig feeding and watering systems

2.3.3.1 Pig feed formulation

Feeding of pigs is aimed at supplying the required amount of net energy, essential amino acids, minerals, trace elements and vitamins for growth, fattening or reproduction. the composition and supply of pig feed is a key factor in the reduction of emissions to the environment from pig farming.

Pig feed formulation is a complex matter, combining many different components in the most economical way. Different factors influence the composition of a feed. Components used for feed formulation are determined by the location. For example in Spain, cereals are more commonly used inland, whereas in the coastal zones cereals may be partially replaced by cassava. It is now common that different feeds are applied enabling formulation closer to the requirements of the pig. For example, 2-phase feeding is applied for sows and 3-phase for finishers. This section can only give a short overview of the essential elements that are combined in pig feed.

An important feature of a feed is its energy content and in particular the amount of energy that is really available to the pig, the net energy. The net energy of a feed indicates the maximum amount of energy that can be stored as fat tissue and is expressed in MJ/kg.

Essential amino acids for pigs are supplied, as their metabolism cannot supply them. They are: arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine (+cystine), phenylalanine (+tyrosine), threonine, tryptophan and valine. Concerning the two sulphur containing amino acids, methionine and cystine, the last one is not essential, but as methionine is a precursor of cystine (two molecules of cystine produce one molecule of methionine), they are always linked. The first limiting amino acids are: lysine, methionine (+ cystine), threonine and tryptophan. To prevent deficiency, pig feed has to meet minimum requirements by selecting the right components or by adding synthetic amino acids. [172, Denmark, 2001] [201, Portugal, 2001]

The pigs' requirement for minerals and trace elements is a complex matter, even more so due to the interactions between them. Their doses in feeds are measured in g/kg (minerals) or mg/kg (trace elements). The most important are Ca and (digestible) P for bone tissue. Ca is also important for lactation and P is important for the energy system. Often their functionalities are related and so therefore attention must be given to their ratio. The minimum requirements vary for the different production stages or purposes. For early growth (including weaners) and lactation, more Ca and P is required than for growing and finishing. Mg, K, Na and Cl are usually given at levels sufficient to meet the requirements.

The requirements of trace elements are defined as minimum and maximum levels, as the elements are toxic above certain concentrations.

Important trace elements are Fe, Zn, Mn, Cu, Se and I. The requirements can usually be met, but Fe is given by injection to suckling piglets. Copper and zinc can be added to the feed ration of pigs in a quantity higher than the actual production needs in order to make use of the pharmacological effects and the positive effects on production performance (auxinic effect). However, European and national rules have been adopted, for example in Italy, regarding additives in feeds, which places limits on the addition of copper and zinc in order to reduce the quantity of these two metals in animal slurry.

Vitamins are organic substances that are important for many physiological processes, but can usually not (or not sufficiently) be provided by the pig itself and therefore have to be added to the pig's feed. There are two types of vitamins:

- fat soluble vitamins: A, D, E, K
- water soluble vitamins: B, H (Biotin) and C.

Vitamins A, D, E and K are supplied on a regular basis, but B-vitamins, H and C are supplied daily, as the animal can not store them (except B12). There are minimum requirements for the concentration of vitamins in pig feed, but the requirements of pigs are affected by many factors such as stress, disease and genetic variation. To meet the varying requirements, feed producers apply a safety margin, which means that usually more vitamins are supplied than necessary.

Other substances might be added to pig feed to improve:

- production levels (growth, FCR): e.g. antibiotics and growth promoting substances
- quality of feed: e.g. vitamins and trace elements
- technological characteristics of feed (taste, structure).

Organic acids and acid salts can be added for their effect on digestibility and to allow a better use of the feed energy.

Enzymes are substances that enhance chemical reactions of the pigs' digestive processes. By improving digestibility, they increase the availability of nutrients and improve the efficiency of metabolic processes [201, Portugal, 2001].

Most concern about the environmental importance of feed additives in intensive animal production, is related to the use of the antibiotics, and the potential risk of the development of drug-resistant bacteria. Their application is therefore strongly regulated and registration of these substances is organised at a European level. Authorised antibiotics and growth promoters might be used through the entire growing period, as they are not considered to leave any residues in the body as their metabolites do not cross the intestinal barrier [201, Portugal, 2001].

A report has been drafted on the aspects of the use of antibiotics in the animal production sector by the European Commission, [36, EC, 1999] and summarised in a note by Dijkmans [32, Vito, 1999]. It reports that the resistance of disease-spreading bacteria against a wide range of antibiotics is a growing problem in human medical science. The growing resistance is caused by the increased application of antibiotics in human health science, in veterinary science, and as a feed additive in animal breeding and even for plant protection.

Due to the use of antibiotics in feed, antibiotic resistant micro-organisms might develop in the gastro-intestinal tract of animals. Potentially these resistant bacteria can infest humans on or in the vicinity of the farm. The genetic material (DNA) can be taken up by other bacterial human pathogens. Potential routes for infection of humans are the consumption of contaminated meat or water, or food contaminated by manure. There may also be a risk of infection of people living near the farm.

In several countries, feeding without antibiotics is carried out, such as in Sweden, which has a total ban on all feed antibiotics (including the ones authorised in the EU) and in Denmark which has a total ban on the use of antibiotics in pig feed. In other MSs proposals are under discussion for the total ban on the use of antibiotics. The true effects of antibiotics on FCRs and on manure production are not agreed internationally. Similarly the environmental effects of antimicrobials are also unknown, e.g. such as the resistance of soil and water, and the consequences for soil and water ecology. Antibiotics still might be administered directly to animals in all MSs, even although they are not used in feeds [183, NFU/NPA, 2001].

2.3.3.2 Feeding systems

There are no uniform systems practised across the whole of Europe for pig feeding. Feeding systems can be linked with the feeding practice and feeding practice is normally linked with pig production type. For example in the UK, there are weaner producers who produce pigs of 30 kg from their own sows, fatteners who buy the 30 kg pigs and finish them at about 90 kg and

breeder-feeders who have their own sows, breed their own piglets and finish them at about 90 kg. [131, FORUM, 2001].

The design of the feeding installation depends on the structure of the pig feed. Liquid feeding is most common, but for example in Spain dry feeding is applied in 98 % of the farms, and mixtures are also applied. Regimes are ad libitum or restricted. For example in Italy the following variation applies [127, Italy, 2001]:

- on mating/gestating sows: 80 % of farms operate liquid feeding; the other 20 %, dry feeding
- farrowing sows and weaning piglets are (it is assumed) given dry feed
- growing/finishing pigs are liquid-fed on 80 % of farms, 5 % are fed with wetted feed, feed supplied as dry plus drinkers on 5 %, and dry-fed on 15 %.

As far as feeding systems are concerned, descriptions were given in [27, IKC Veehouderij, 1993] and [125, Finland, 2001]. The feeding system consists of the following parts:

- the feeding trough
- the storage facility
- the preparation
- the transport system
- the dosage system.

Feeding can vary from fully hand-operated to fully mechanised and automated systems. Troughs of different designs are used and provisions are made to prevent pigs lying in the trough. Feed is often delivered dry and mixed with water. Different dry feeds are purchased to allow a mixture close to the required nutrient content. Dry feed is usually transferred from the storage to the mixing machines by augers.

Liquid feeders consist of a mixing container, where the feed is mixed with water, and tubes to distribute it to the animals. The rationing of the mixture can be done automatically based on weighing the exact amounts or can be computer controlled, mixing according to the feeding plan and substituting feed when necessary. Liquid feeding can also be operated manually by weighing and mixing the required amounts.

In some loose housing for mating and gestating sows, feeding machines consist of a central feeding station detecting a label around the neck of the sow. The machine identifies the animal and supplies the required amount. The amount and supply are adjusted to allow the sow to eat as much and as often as it needs.

Distribution varies with the type of feed. Dry feed can be transported by a feeding cart or mechanically through tubes or spiral feeders in the same way as liquid feed. Liquid feed is pressed through a plastic tube system, in which the pressure is built up by the pumping system. There are centrifugal pumps, which can pump large amounts and can achieve about 3 bar. Displacement pumps have a lower capacity, but are less limited by pressure build up in the system.

The choice of feeding system is important as it can influence daily weight gain, FCR and percentage feed loss [124, Germany, 2001].

Feeding system	Daily weight gains g/day	Feed conversion kg/kg	Losses %
Dry feeding	681	3.05	3.23
Automatic mash dispenser	696	3.03	3.62
Liquid feeding	657	3.07	3.64

Table 2.8: Effect of feeding system on weight gain, FCR and feed losses [124, Germany, 2001]

2.3.3.3 Drinking water supply systems

For the supply of drinking water, a great variety of drinker systems are available. Drinking water can be obtained from deep wells or from the public supply system. The quality of the water is the same as that for human consumption. In some MSs, installations have a main reservoir with a large capacity and with possibilities for disinfecting treatment; inside each house or sector there may be smaller reservoirs to allow water distribution together with medicines and/or vitamins. Different water supply systems are used, such as pipettes, shells or canals [130, Portugal, 2001].

Drinking water can be distributed to the animals in different ways:

- by nipple drinkers in the trough
- by nipple drinkers in a cup
- by a biting nipple
- by filling the trough.

By pressing a nipple with its nose, the pig can make water run into the trough or the cup. Minimum requirement capacities vary from 0.75 – 1.0 litres per minute for piglets and 1.0 - 4.0 litres per minute for sows.

A biting nipple gives water when the pig sucks on it and opens a valve. The water will not run into a trough or cup. The capacity of the bite nipple is 0.5 – 1.5 litres per minute.

Watering the animals by filling the trough can vary between a simple tap to a computerised dosing system measuring exactly the required volume.

2.4 Processing and storage of animal feed

Many on-farm activities involve the processing and storage of feed. Many farmers obtain feed from external producers. It can be readily used or needs only very limited processing. On the other hand, some large enterprises produce the major part of the basic ingredients themselves and purchase some additives to produce the feed mixtures.

Processing of feedstuff consists of grinding or crushing and mixing. Mixing the feedstuffs to obtain a liquid feed is often done shortly before feeding the animals, as this liquid cannot be stored for a long period of time. Grinding and crushing are time-consuming and require a lot of energy. Other energy-consuming parts of the installation are the mixing equipment and the conveyor belts or air pressure generators used to transport the feed.

Feed processing and feed storage facilities are usually located as close as possible to the animal housing. Feed produced on the farm is usually stored in silos or sheds as dry cereals; gas emissions are then limited to the emission of carbon dioxide from respiration.

Industrial feed can be wet or dry. If dry it is often pelleted or granulated to allow easier handling. Dry feed is transported in tanker lorries and unloaded straight into closed silos, therefore dust emissions are usually not a problem.

There are many different designs of silos and materials used. They can be flat at the bottom to stand on the ground or conical, resting on a supporting construction. Sizes and storage capacities are numerous. Nowadays, they are often made of polyester or similar material and the inside is made as smooth as possible to prevent residues sticking to the wall. For liquid feed, materials (resins) are applied to resist low pH products or high temperatures.

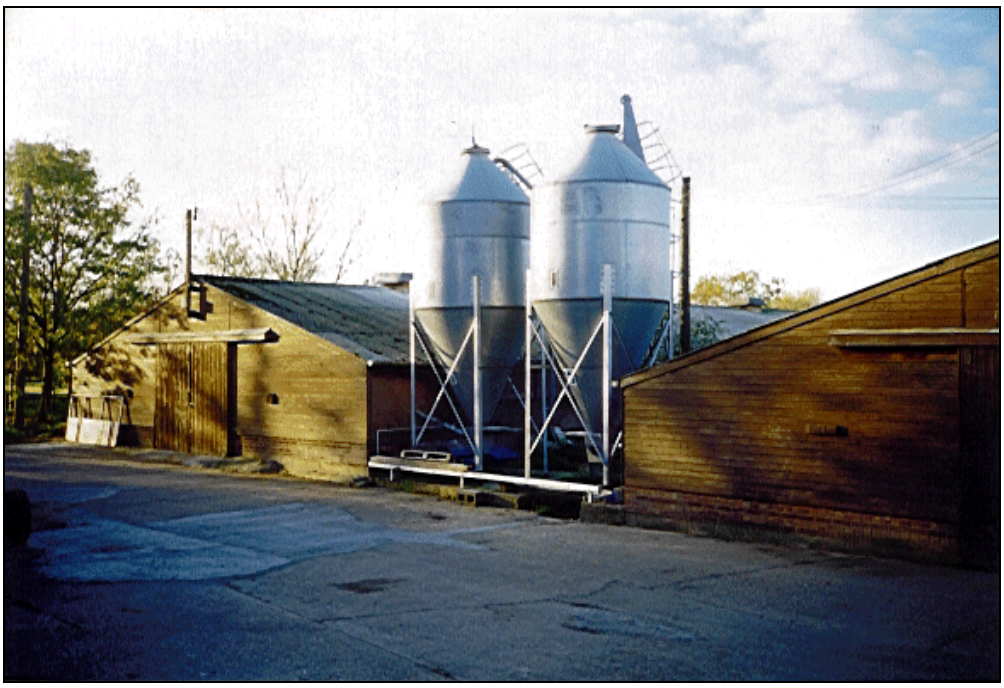


Figure 2.32: Example of silos built close to the broiler houses (UK)

Silos are usually a single construction, but (Italian) designs are on the market that can be transported in parts and assembled in the farmyard. Silos are usually equipped with a manhole for internal inspection and a device for air venting or relieving overpressure during filling. Equipment is also applied for aeration and stirring of the contents (especially soya) and to allow smooth transport of the feed out of the silo.

2.5 Collection and storage of manure

Manure is an organic material, which supplies organic matter to soil, together with plant nutrients (in relatively small concentrations compared to the mineral fertilisers). It is collected and stored either as liquid ***slurry*** or as a ***solid manure***. Manure from intensive livestock is not necessarily stored on-farm and particular care is taken in broiler units, because of the risk of spreading disease.

Slurry consists of excreta produced by livestock in a yard or a building mixed with rainwater and wash water and, in some cases, with waste bedding and feed. Slurry may be pumped or discharged by gravity.

Solid manure includes farmyard manure (FYM) and consists of material from covered straw yards, excreta with a lot of straw in it, or solids from a mechanical slurry separator. Most poultry systems produce solid manure, which can generally be stacked. Pig manure is often handled as slurry.

Slurry can be stored for long periods of time in a storage facility under the animal house, but in general inside storage is temporary and manure is regularly removed to an outside storage facility in the farmyard for further processing. Storage facilities usually have a minimum capacity to guarantee sufficient storage until further manure handling is possible or allowed (Table 2.9). For slurry storage in particular, the required capacity has to allow for minimum freeboard and for rainfall, depending on the type of slurry storage applied. The capacity depends on the climate in relation with the periods in which the application to land is not possible or not allowed in relation with the size of the farm (animal numbers) and the amount of slurry produced and is expressed in months rather than in m^3. A commonly used storage period is 6 months and large slurry tanks can easily contain 2000 m^3 or more.

EU Member State	External manure storage capacity [1] (months)	Climate
Belgium	4 – 6	Atlantic/Continental
Luxembourg	5	Atlantic/Continental
Denmark	6 – 9	Atlantic
Finland	12 (except for deep litter)	Boreal
France	3, 4 and (Brittany) 6	Atlantic
Germany	6	Continental
Austria	4	Continental
Greece	4	Mediterranean
Ireland	6	Atlantic
Italy	3 (solid manure) 5 (slurry)	Mediterranean
Portugal	3 – 4	Mediterranean
Spain	3 or more	Mediterranean
Sweden	8 – 10	Boreal
the Netherlands	6 (pig slurry) length of cycle indoors for poultry	Atlantic
UK	4 – 6	Atlantic
1) deep litter of loose-housed poultry systems is considered as storage space		

Table 2.9: Times of storage of poultry and pig manure in a number of MSs [191, EC, 1999]

Manure can have a relatively high dm-content (dried poultry manure and litter-based manure) or can be a mixture of manure, urine and cleaning water called slurry. Facilities for the storage of manures are normally designed and operated in such a way that the substances they contain cannot escape.

The design and the material to be used often have to be chosen in accordance with specifications and technical requirements laid down in guidance notes or in national or regional regulations (e.g. Germany, UK, Belgium). The regulations are often based on water regulations and their objective is to prevent any contamination of ground- or surface water. They also include provisions for maintenance and inspection and procedures to follow in case of an escape of liquid manure which could pose a risk of damage to water resources.

Spatial planning of manure storage on-farm is regulated for protection of water sources and to protect sensitive objects in the vicinity of the farm against odour. Regulations prescribe minimum distances, depending on the number of animals and on site-specific features, such as prevailing wind direction and the type of neighbouring objects.

The following types of manure storage systems are commonly applied:

- storage for solid and litter-based manure
- slurry tanks
- earth-banked stores or lagoons.

2.5.1 Poultry manure

Most ***solid manure*** is produced in buildings and may be stored in the same building until cleared out after the production cycle, i.e.:

- approximately annually for laying hens in deep pit and deep litter systems
- every 6 weeks or so for broilers (table chickens)
- every 16 to 20 weeks for turkeys, and every 50 days for ducks.

For example, in the Netherlands the majority (89 %) of layer and poults houses have a storage capacity of 1 week, 10 % have a capacity of 1 year and 1 % of up to 3 years (deep pit systems).

Some (laying hen) egg production systems allow for more frequent, almost daily removal of manure. For free range systems, birds have access to the outside environment and some droppings will be deposited in fields.

Laying hens produce droppings with typical moisture contents of 80 – 85 %, reducing to around 70 – 75 % with regular daily mucking out. The initial moisture content is likely to be mainly influenced by nutrition, whilst the drying rate is affected by the external climate, house environment, ventilation and the manure handling system. Some systems enable manure to be dried to lower moisture contents in order to reduce ammonia emissions. Some laying hens use a litter-based system similar to broilers. In-house manure collection and storage systems are described in Section 2.2.1.

Broilers (table chickens) are typically bedded on wood shavings, sawdust or straw which, when combined with bird droppings, produces a fairly dry (around 60 % dry matter) friable manure, often referred to as poultry litter. Sometimes shredded paper is used as a bedding material. Poultry litter quality is affected by temperature and by ventilation, drinker type and management, feeder type and management, stocking density, nutrition and bird health. Systems are described in Section 2.2.2.

Turkeys are typically bedded on wood shavings to about 75 mm depth, which produces a litter of around 60 % dry matter, similar to broiler litter. Systems are described in Section 2.2.3.

Ducks are normally bedded on straw applying highest amounts in finishing accommodation. A lot of water is spilled and this results in a litter relatively low in dry matter (around 30 % dry matter). Systems are described in Section 2.2.3.

2.5.2 Pig manure

Slurry may be stored beneath fully-slatted or partly-slatted floors of livestock buildings. The storage period can be quite short but may extend to several weeks, depending on design. In-house manure collection and storage systems are described in Section 2.3. Where further storage is required, slurry is usually sluiced by gravity or pumped to collection pits and/or directly to slurry stores. In some cases a slurry tanker is used.

Where significant quantities of straw are used for bedding, ***solid manure*** is created which may be removed from buildings regularly (every 1, 2 or 3 days) or (in deep-strawed buildings) after

batches of pigs are moved every few weeks. Solid manure and FYM are typically stored in concrete yards or on field sites ready for spreading to land.

Many pig farms produce both ***slurry*** and ***solid manure***. There is a tendency to collect the excreta and urine separately to reduce ammonia emissions from housing (see Chapter 4). They may be mixed again in storage if further treatment of the slurry and/or the solid manure is not required [201, Portugal, 2001].

2.5.3 Storage systems for solid and litter based manure (FYM)

Solid and litter-based manures are normally transported by frontloader or (chain) belt systems and stored on an impermeable concrete floor in the open or in closed barns. The store can be equipped with side walls to prevent slurry or rainwater leaking away. These constructions are often attached to an effluent tank to store the liquid fraction separately. The tank may be emptied regularly or the contents may be moved to a slurry store. Double storey constructions are also applied that allow the liquid fraction of manure and rainwater to drain into a basin underneath the manure storage area (Figure 2.33).

Figure 2.33: Storage of littered manure with separate containment of the liquid fraction (Italy)

Temporary field heaps are created prior to field application. They may remain in place for a few days or up to several months and should be sited where there is no risk of run-off entering watercourses or groundwater.

Only one Member State (*Finland: General Agricultural Environment Protection Scheme under their Agri-Environment Programme to which about 90 % of farmers belong*) currently requires farmers to provide a cover for such heaps.

2.5.4 Storage systems for slurry

2.5.4.1 Slurry storage in tanks

Slurries are pumped from the slurry pit or slurry channel inside the housing to an external slurry storage. Slurry is transported via a pipeline or by means of a slurry tank, and can be stored in slurry tanks above or below ground.

Slurry storage systems consist of collection and transfer facilities. Collection facilities are structural-technical facilities (channels, drains, pits, pipes, slide gates) for the collection and piping of liquid manure, slurry and other effluents, including the pumping station. Valves and sliding gates are important devices to control (back)flow. Although single valve designs are still common, double valve (sliding gate) designs are recommended for safety reasons.

The structural-technical facilities intended for homogenisation and transfer of liquid manure and slurry are called transfer facilities.

Below-ground tanks and reception pits are often used to store small amounts of slurry and can act as reception pits to collect slurry before it is pumped to a larger slurry store. They are usually square constructions built from rendered reinforced blocks, reinforced concrete made on site, ready-made concrete panels, steel panels or glass fibre-reinforced plastic (GRP). With blocks or bricks, extra attention is paid to the impermeability by applying elastic coating or lining. Occasionally, larger stores are constructed with reinforced concrete or block-work, or concrete panels; they may be above ground or partly below ground, and are often rectangular in shape. Below-ground tanks made of reinforced concrete elements with capacities up to 3000 m^3 are the most common storage for slurry in cold regions like Finland [188, Finland, 2001].

Aboveground circular stores are normally made from curved steel panels or concrete sections. Steel panels are coated to protect them against corrosion, usually by coating them with paint or a ceramic layer. Some concrete panel stores may be partly below ground. Normally all stores are built on a properly designed reinforced concrete base. In all tank designs, the thickness of the base plate and the suitability of the seal at the joint of the wall and the tank base are very important features to prevent slurry from leaking away. A typical system has a reception pit with a grid cover next to the main store. A pump is used to transfer slurry to the main store; the pump can be fitted with an extra outlet to allow slurry mixing in the reception pit. Aboveground slurry tanks are filled via a pipe with an opening above or below the slurry surface. Prior to discharge or filling, liquid manure is normally thoroughly mixed with hydraulic or pneumatic stirring systems to agitate sediment and floating matter and to obtain even distribution of the nutrients. Slurry mixing can be carried out using propellers, either mounted through the side of the store or suspended from a gantry over the top of the store. Stirring can cause sudden releases of large quantities of noxious gases and proper ventilation is required, particularly if done in housing.

The main store may have a valve outlet to allow emptying back to the reception pit, or alternatively it can be emptied using a pump located in the store (Figure 2.34).

Slurry tanks can be open or may be covered with a natural or artificial layer of floating matter (such as granulated materials, straw chaff or floating membrane) or with a firm cover (such as a canvas or concrete roof) to keep rainwater out and to reduce emissions.

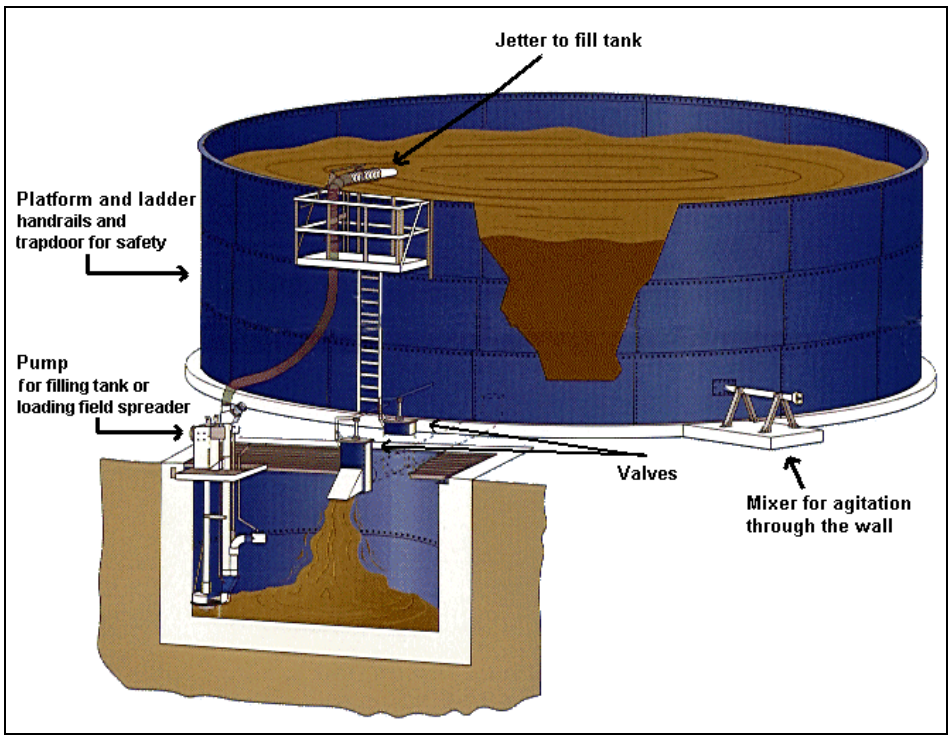


Figure 2.34: Example of aboveground slurry tank with belowground receiving pit [166, Tank manufacturer, 2000]

2.5.4.2 Slurry storage in earth-banked stores or lagoons

Earth-banked walls or lagoons are commonly applied in many MSs to store slurry for extended periods of time. Their design varies from simple ponds without any provisions to relatively well monitored storage facilities with thick plastic sheets (e.g. polythene or butyl rubber) on the bottom, protecting the soil underneath. The capacity of a lagoon depends on the slurry production of the enterprise and the operational requirements. There are no specific measures characterising a typical lagoon when it is constructed only for storage purposes [201, Portugal, 2001]. Slurry can be mixed using pumps or propellers.

The soil used to construct an earth-banked store must have special properties to ensure stability and low permeability, which usually means a high clay content. These stores are built below, above or partly-below/partly-above ground level. Earth-banked stores also include a minimum allowance for freeboard (Figure 2.35).

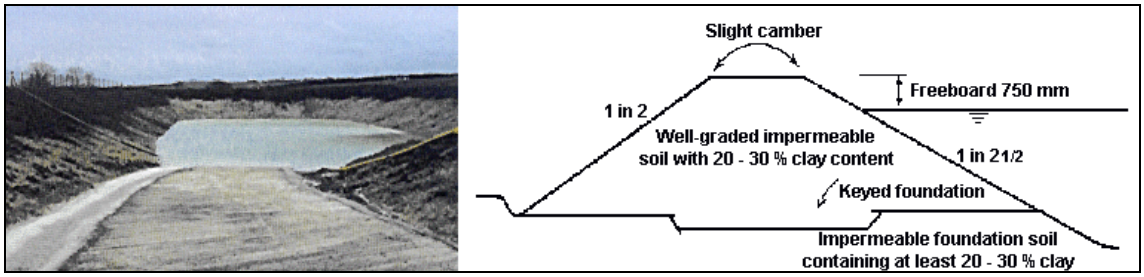


Figure 2.35: Example of earth-banked slurry store and design features [141, ADAS, 2000]

Slurry is transported by pipelines or with a vacuum tank and for this earth-banked stores can be equipped with an access ramp. The earth-banked store is often fenced off to prevent accidents.

On some farms (e.g. in Italy and Portugal) a multiple earth-banked store or lagoon system is used. In Portugal, these systems are normally designed and operated to comply with treatment requirements. Nevertheless, as the slurries have to remain in these systems for a considerable period of time, the lagoons can also serve as storage [201, Portugal, 2001]. In each store slurry is held for a certain period of time for aerobic or anaerobic degradation. Finally, slurry is removed from the last slurry store for further processing. Transport between the different stores can be mechanically or by gravity, using the natural height differences of the site.

2.5.4.3 Slurry storage in flexible bags

For the short-term storage of relatively small amounts of slurry, flexible bags are used. They may be moved from site to site (when empty). Larger bags may be sited more permanently in earthworks to provide longer-term storage. Such stores are filled and emptied by pump and the larger stores can be provided with mixer units.

2.6 On-farm manure processing

[17, ETSU, 1998], [125, Finland, 2001], [144, UK, 2000]

A number of manure treatment systems are applied, although the majority of farms in the EU are able to manage manure without recourse to the techniques listed below. Some treatments are carried out in combination. Other novel processes may still be subject to research and development or are used on only a very few farms. In some areas manure treatment is centrally organised and manure is collected from a number of farms for treatment in a communal treatment facility.

Manure treatment prior to or instead of landspreading may be performed for the following reasons:

1. to recover the residual energy (biogas) in the manure
2. to reduce odour emissions during storage and/or landspreading
3. to decrease the nitrogen content of the manure to prevent groundwater and surface water pollution as a result of landspreading and to reduce odour
4. to allow easy and safe transportation to distant regions or to other sites for application in other processes.

The latter two systems are implemented in regions with a nutrient surplus.

1. Using the energy value of manure: Organic compounds are converted to methane by the anaerobic biological digestion of manure. Methane can be recovered and used as a fuel at the farm or in the neighbourhood

2. Reduce odour emissions during storage and/or landspreading: Manure may give rise to odour nuisance during or after storage. This can in some instances be reduced by aerobic or anaerobic treatment or by additives. [174, Belgium, 2001]

3. Reduction of nitrogen content of manure: Nitrogen compounds in manure (organic, ammonium, nitrites and nitrates) can be converted to the environmentally neutral nitrogen gas (N_2). Techniques to reduce nitrogen content of manure are:

- incineration: oxidises nitrogen compounds to nitrogen gas
- biological denitrification: bacteria convert organic and ammonium nitrogen to nitrates and nitrites (nitrification) and further still to nitrogen gas (denitrification)
- chemical oxidation: supplementing manure with oxidising chemicals and increasing the temperature and pressure also results in the oxidation of nitrogen compounds

4. Processing of manure for marketing of manure compounds and/or easy and safe transportation: The water content and volume of the manure are reduced. In addition, pathogenic micro-organisms present in the manure can be inactivated (this prevents spreading of livestock pathogens to other regions), and odour emission is reduced. Sometimes different manure compounds are separated for market reasons. The following techniques are often used:

- filtration: separation of solid (most of the P) and liquid (most of the N) fractions
- ammonia stripping: after pH adjustment, NH_3 is stripped from the manure fluid and captured
- membrane filtration: after pre-filtration, reverse osmosis is used to separate nitrogen and phosphorus salts from water
- chemical precipitation: addition of MgO and H_3PO_4 results in the precipitation of magnesium ammonium phosphate
- evaporation: liquid manure is heated or depressurised, vapours are condensed and further treated
- drying: solid manure is dried by ambient air or animal body heat (see also Section 4.5), by burning fossil fuels or by burning biogas from manure fermentation
- lime treatment: increasing the pH results in the separation of NH_3, an increase in temperature and a volume reduction
- composting: the volume of the solid pig manure fraction or poultry manure is reduced and many pathogens are inactivated by biological degradation of organic material. (Compost of poultry litter is, for example, used in the mushroom industry in Ireland)
- pelletising: dried manure may be converted to fertiliser pellets.

In the following sections some of the treatment techniques are discussed in more detail.

2.6.1 Mechanical separators

Mechanical separation is used on some pig farms to convert raw slurry into separated fibre/solids (ca. 10 % by volume) and a separated liquid (ca. 90 % by volume). A wedge wire run-down screen or vibrating screen produces solids of about 8 – 10 % dry matter. Separators, which press and squeeze slurry against a fabric belt or perforated stainless steel screen, produce solids ranging from 18 – 30 % dry matter. Other techniques are sedimentation, centrifugation or membranes. Occasionally, separation is enhanced by the use of chemical flocculants. Generally, the liquids produced by mechanical separation are more easily managed during storage and handling than raw slurry. (Separation is practised in many countries, but especially in Italy where, in some regions, there is a requirement to separate pig slurry).

Composting can be applied afterwards to enhance the value of the solid product. Aerobic treatment can be applied to further reduce nitrogen surplus in the remaining liquid fraction or this fraction is applied to land without further treatment.

2.6.2 Aerobic treatment of liquid manure

On some pig farms, aerobic treatment is used to reduce odour emissions from pig slurry and, in some cases, to reduce its nitrogen content. Liquid manure is composted by means of aeration (liquid composting) or by mixing it with an adequate amount of litter. The mixture can then be composted in a stack or drum. In aeration, aerobic treatment is used to improve the properties of liquid manure without drying and solidifying the manure. Manure contains large quantities of nutrients for plants and micro-organisms, as well as microbes that are capable of utilising these nutrients. The air conducted into liquid manure starts aerobic decomposition, which produces heat, and as a result of the aeration bacteria and fungi which use oxygen in their metabolism multiply. The main products from the activity of micro-organisms are carbon dioxide, water and heat.

Designs are site-specific and take into account loading rate and the time treated slurry needs to be stored before being applied to land. Such systems may include the use of mechanical separators. (France, particularly Brittany, has some treatment plants for reducing N and P, while many countries have a few examples of aerobic treatment for reducing odour e.g. Germany, Italy, Portugal and the UK). Aeration is also applied to prepare slurry for it to be used to flush gutters, tubes or canals under slatted floors.

2.6.3 Aerobic treatment of solid manure (composting)

Composting of solid manure is a form of aerobic treatment which can occur naturally in farmyard manure heaps. High porosity (30 – 50 %) is required for sufficient aeration. Temperatures in the compost heap are between 50 and 70 ºC and kill most of the pathogens. Compost with a dry matter of up to 85 % can be produced.

Suitability for application depends on the structure of the manure, but requires a minimum dry matter content of 20 %. Typical FYM heaps do not satisfy the requirements for thorough composting. With controlled application, manure is composted in stacks of a size that suits the aerobic conditions and the use of machinery. Best results are obtained by using well-chopped straw and solid manure in the right proportions and by controlling temperature and moisture content in long narrow 'windrows'. Composting can also be performed in a barn (e.g. pre-dried poultry manure). Specific systems have been developed that consist of a combination of tanks with aeration and stirring equipment to enhance the fermentation process and containers or boxes for further fermentation and drying.

Properly composted solid manure significantly reduces the volume of material spread to land and the amount of odour released. For easier handling, pelletising is applied in addition to composting.

2.6.4 Anaerobic treatment

Anaerobic digestion is used on some pig farms to reduce odour emissions from slurry. The process is carried out in a biogas reactor in the absence of oxygen. Processes can vary with temperature, process management, operating time and substrate mixing. In practice, the mesophilic process (at 33 – 45 °C) is most common. The thermophilic process is applied in large reactors.

The final products of digestion are biogas (approximately 50 – 75 % methane and 30 – 40 % carbon dioxide) and a stabilised treated slurry. The biogas can be used for heating, or for generating electricity. Application may include the use of mechanical separators, usually after digestion.

2.6.5 Anaerobic lagoons

This treatment is applied for pig slurry in warmer climates (e.g. Greece and Portugal). In Greece all pig slurry must be treated to comply with certain legal conditions, whereas in Portugal legal conditions only apply to discharges to watercourses). The treatment system may involve mechanical separation of the solids and subsequent separate treatment of solids and liquids. The liquid is put in a settling basin or lagoon, and overflows or is pumped into the anaerobic lagoon system (often 3 to 5 earth-banked structures). The lagoons serve as a storage for waste water as well as for the biological treatment. Designs are site-specific: for example, in Italy, covers are used to collect biogas.

2.6.6 Pig manure additives

[196, Spain, 2002]

Under the generic denomination of manure additives are a group of products made up of different compounds that interact with the manure, changing its characteristics and properties. These products are applied to the pig manure in the pits, and the following effects are described to different degrees in the label of every product:

1. a reduction in the emission of several gaseous compounds (NH_3 and H_2S)
2. a reduction of unpleasant odours
3. a change in the physical properties of the manure to make easier its use
4. an increase in the fertilising value of the manure
5. a stabilisation of pathogen micro-organisms.

Usually, the items 2 and 3 are the main reasons for their use at a farm level. Below the techniques 1 – 5 are detailed.

1. additives for reducing the emission of several gaseous compounds: The decrease in gaseous emissions achieved through its use (mainly NH_3 and H_2S) is one of the most interesting yet controversial points. Its has been well documented that up to 90 % of the N produced by the pigs is as urea. When the urease produced by faecal micro-organisms comes into contact with urea, the following reaction occurs:

$$CO(NH_2)_2 + 3\ H_2O \rightarrow 2\ NH_4 + HCO_3^- + OH^-$$

This reaction is highly influenced by temperature and pH, for example, under 10 °C or at a pH below 6.5 the reaction stops.

2. additives for reducing unpleasant odours: Odour results from the mix of different compounds under anaerobic conditions. More than 200 substances involved have been identified, such as:

- volatile fatty acids
- alcohols (indol, skatole, p-cresol, etc)
- H_2S and derivatives
- ammonia
- other N compounds (amines and mercaptans).

There is a huge variation in the proportion and concentration of every substance depending on the type of farm, nutrition and nutritional management, and climatic conditions. This could explain why in many instances the effectiveness of these compounds against odours could not be proven under farm conditions.

3. additives for changing the physical properties of the manure: The objective of the additive is to make the manure easier to handle. These additives are probably the most used and their effects are well known. Their use results in an increase in manure flowing, an elimination of superficial crusts, a reduction of solved and suspended solids and a reduction in the stratification of the manure. However, these effects were not demonstrated in every comparable case.

Their application might make the cleaning of the manure pits easier, and thereby might shorten the cleaning time required and allow a saving in water and energy consumption. Moreover, since the manure is more homogeneous, it eases the manure's agricultural use (better dosing).

4. additives for increasing the fertilising value of the manure: This effect is in fact derived from the reduction in NH_3 emissions, thereby keeping this N retained in the manure (in many cases through the increased synthesis of the microbial cells, giving higher levels of organic N).

5. additives for stabilising pathogens micro-organisms: There are many different micro-organisms in manure, part of these contribute to the gaseous emissions and odours. It is also possible to find faecal coliforms and Salmonella and other pig pathogens, virus, eggs of flies and nematoda in the manure.

Usually, the longer the storage period the higher the decrease in pathogens, because of the different requirements of temperature and pH. The pH decreases within the first month of storage (from 7.5 to 6.5 because the microbial synthesis of volatile fatty acids) which has a negative effect on pathogens survival. Some of the manure additives have been designed to control them, especially the eggs of flies.

Types of manure additives

- **masking and neutralising agents:** These are a mix of aromatic compounds (heliotropin, vanillin) that work by masking the manure odour. The agent is easily destroyed by manure micro-organisms. Its actual efficacy is questionable.

- **adsorbers:** There are a large number of substances that have demonstrated an ability to adsorb ammonia. Some types of zeolites called clinoptilolites have shown the best effect, being added either to the manure or to feed on ammonia emission. They are also able to improve soil structure and have the added benefit that they are not toxic or hazardous. Peat gives similar results and is also sometimes used.

- **urease inhibitors:** These compounds stop the reaction described earlier preventing urea from being transformed into ammonia. There are three main types of urease inhibitor:

  1. phosphoramides: applied directly to the soil. Show a good effect. They work better in acid soils, but could affect soil micro-organisms
  2. yucca extracts (Y. schidigera): many trials have been done to assess its potential but the available information is controversial, showing good results in some cases, but no effect at all in other cases
  3. straw: considered as an adsorbant in many references. However besides the absorbing effect, it also increases the C:N ratio. Its use is controversial because in many other works it shows an increase in ammonia emissions.

- **pH regulators:** there are two main types:

  1. acid regulators: usually inorganic acids (phosphoric, hydrochloric, sulphuric). In general they show good effects but their costs are very high and the substances themselves are dangerous. Their use is not recommended at farm level
  2. Ca and Mg salts: these salts interact with manure carbonate, decreasing the pH. They could increase the fertilising value of the manure but could also increase the salinity of the soil (chlorides). They are used sometimes, but mainly in combination with other additives.

- **oxidising agents:** Their effects are through:

  - oxidation of the odour compounds
  - providing oxygen to aerobic bacteria
  - inactivating the anaerobic bacteria that generate odorous compounds.

The most active are strong oxidising agents such as hydrogen peroxide, potassium permanganate or sodium hypochloride. They are hazardous and not recommended for farm use. Some of them (formaldehyde) could be carcinogens. Ozone application has demonstrated its efficacy but operational costs are very high.

- **flocculants:** are mineral compounds (ferric or ferrous chloride and others) or organic polymers. Phosphorus is highly decreased but their use generates waste that is difficult to manage

- **disinfectants and antimicrobials:** chemical compounds that inhibit the activity of the micro-organisms involved in odour generation. They are expensive to use and with sustained use an increase in dosing is needed

- **biological agents:** these can be divided into:

1. enzymes: their use is to liquefy solids. They are not hazardous. The actual effect depends strongly on the type of enzyme, the substrate and a proper mixing
2. bacteria:
   - exogenous strains: they have to compete with natural strains which makes getting good results more difficult. Their use is better in anaerobic pits or lagoons to reduce the organic matter producing CH_4 (sowing of methanogens bacteria is more efficient and sensitive to pH and temperature). High efficacy but frequent re-sowing has to be carried out
   - promote natural strains: this is based on adding carbonate substrates (increased C:N ratio). Its effect is based on the use of ammonia as a nutrient, but they need a sufficient source of C to develop an efficient synthesis process, changing ammonia on the organic N of cell tissue. Re-sowing has to be carried out too, to avoid reverting to the starting point. They are not hazardous and no significant cross-media effects have been reported.

Overall efficacy of manure additives and farm use: Nowadays there are many manure additives in the market, but the efficacy has not been demonstrated in every case. One of the main problems is the lack of standard techniques to test and analyse the results. Another problem with their use is that many trials have only been developed under experimental conditions in laboratories and not on-farm, where big variations in nutrition, the management of nutrition, pH and temperature can be found. Besides this, there is also sometimes a huge volume of manure to be mixed with the additive in a pit or lagoon, and the results achieved often depend a lot more on the mixing efficiency than on the lack of efficacy of the additive. Improving the flow characteristics seems to be strongly related with a good mixing.

The efficacy of every compound is highly dependent on the correct dosing, right timing and a good mixing. In some cases a small effect has been observed of an increase in the fertilising value, but this effect is related to the type of crop, the time of application and dosing.

It has to be highlighted that in many cases the effects on human or animal health or other environmental effects by using additives are not known and this, of course, limits their applicability.

2.6.7 Impregnation with peat

Liquid manure can be converted into solid manure by mixing it with peat. There are mixers for this purpose, which makes this method quite usable in practice. Straw or sawdust can also be used as litter material, but Finnish work has shown that peat absorbs water and ammonia more efficiently, and also prevents the growth of harmful microbes. This method has been recommended especially on farms in Finland, where the storage capacity of the liquid manure tank is not adequate to accommodate all the liquid manure produced but where building a new tank is not considered profitable. Peat manure is good soil improvement material for soil that is poor in humus. Liquid manure mixed with peat produces fewer odours than liquid manure alone, here the carefully mixed liquid manure is pumped into a machine which mixes liquid manure with peat into litter manure.

2.7 Manure application techniques

A range of equipment and techniques are used to spread slurry and solid manure to land. These are described in the following sections. Currently much of the slurry is applied to land using machinery which broadcasts the material across the width of spread by throwing it into the air. In some countries (e.g. the Netherlands) the use of band spreaders and injectors for slurry is required to reduce emissions. Solid manures are broadcast after being chopped or shredded into smaller pieces. Sometimes manure is incorporated into soil by ploughing, discing or using other suitable cultivation equipment. Contractors are often used for manure spreading and manure is not always spread on the producer's own land.

Nitrate from agricultural land is the main source of nitrate in rivers and aquifers in Western Europe. High levels of nitrate in certain waters have given rise to environmental and health concerns which are reflected in the EC Nitrate Directive (91/676/EEC), which is aimed at reducing nitrate pollution from agriculture. MSs are required to designate Nitrate Vulnerable Zones and draw measures under an 'Action Programme'. The measures include nitrogen limits for organic manures, closed periods when some manures (high in available N) cannot be spread to grassland and arable land (on sandy and shallow soils), and the identification of other situations when manures should not be applied. In Ireland P-load is used as a limiting factor as well.

Many countries have other legislation governing the landspreading of manures to try and balance the amounts applied with the nutrient requirements of the crop (e.g. the Netherlands - Minerals Accounting System, Denmark - compulsory annual fertiliser plans; and Ireland - nutrient management plans required under Integrated Pollution Control licensing for pig and poultry units). In some cases this is for specific regions but variations can occur (Belgium, Germany and Italy). In many countries manure spreading is not allowed during certain periods in the autumn and winter seasons. Some countries (e.g. Italy, Portugal and Finland) have specific limits on livestock densities expressed in livestock units per hectare.

Landspreading is further regulated by limiting it to certain periods of the year or to maximising it in other periods, e.g. manure application is usually at its maximum in the autumn period after harvesting. In some cases landspreading in spring can be advisable.

In other countries and areas where landspreading is not controlled by specific legislation, reliance is placed on advice, often in published guidelines such as 'Codes of Good Practice' (the UK).

If properly applied, landspreading of manure has benefits in terms of saving mineral fertiliser, improving arid soil conditions as a consequence of the addition of organic matter, and in reducing soil erosion. It is complex to control and regulate manure application, as on many occasions the farmer who has an intensive livestock enterprise may not own the receiving land. However, landspreading is environmentally important because of its potential for odour and ammonia emission during spreading and for emissions of nitrogen and phosphate to soil, groundwater and surface water. Energy consumption of the spreading equipment could also be considered. Application techniques and equipment, which are detailed in the following sections, vary depending on:

- type of manure (slurry or dry manure)
- land use
- structure of the soil.

2.7.1 Slurry transport systems

There are four main types of slurry transport systems used in Europe and that can be used in combination with different slurry distribution systems. The features of these transport systems are set out in Table 2.10 and listed below:

2.7.1.1 Vacuum tanker

- the slurry is sucked into the tanker by using an air pump to evacuate the air from the tank to create a vacuum; the tanker is emptied using the air pump to pressurise the tanker, thereby forcing the slurry out
- can be used for most slurry transport jobs; versatile applicability.

2.7.1.2 Pumped tanker

- the slurry is pumped into and from the tanker using a slurry pump, either a centrifugal (e.g. impeller type) or positive displacement pump (PD pump), such as lobe type pump
- generally have better spreading precision (m^3 or tonnes/ha) than vacuum tankers
- PD pumps require more maintenance.

2.7.1.3 Umbilical hose

- the slurry is fed by a drag hose to the distribution system, fitted to the tractor; the hose is supplied with slurry usually directly from the slurry store by a centrifugal or positive displacement pump
- possible crop damage as hose drags across the ground; hose damage and wear can be a problem on abrasive or flinty ground
- tends to be used where high application rates are applicable and on wetter soils where heavier machinery would mark land (with increased potential for run-off).

2.7.1.4 Irrigator

- this is a self-propelled machine with flexible or reeled-in hoses usually fed from a network of underground pipes, with a centrifugal or positive displacement pump, situated near the slurry store
- suitable for semi-automatic operation, but anti-pollution safeguards needed (e.g. pressure and flow switches)
- irrigators tend to be associated with high application rates.

Features	Transport system			
	Vacuum tanker	Pumped tanker	Umbilical hose	Irrigator
Range of dry matter	Up to 12 %	Up to 12 %	Up to 8 %	Up to 3 %
Requires separation or chopping	No	No (centrifugal) Yes (PD pump)	No (centrifugal) Yes (PD pump)	Yes
Work rate	⇐ ⇐ ⇐	⇐ ⇐	⇐ ⇐	⇐ ⇐ (depends on field size/shape)
Accuracy of application rate	4	44 (centrifugal) 444(PD pump)	44 (centrifugal) 444(PD pump)	44
Soil compaction	τττ	τττ	ττ	τ
Capital costs	€	€ (centrifugal) € € (PD pump)	€ € €	€ €
Labour requirement per m^3	μμμ	μμμ	μμ	μ
Number of arrows, ticks etc. indicates input level or value, e.g. irrigator requires low labour input				

Table 2.10: Qualitative comparison of characteristics of four slurry-transport systems [51, MAFF, 1999]

2.7.2 Slurry application systems

2.7.2.1 Broadcast spreader

A distribution system is used to bring the slurry onto the land. A widespread technique to landspread manure is the combination of a tractor with a tank with a spreading device at the rear. The broadcast spreader can be considered as a reference system (Figure 2.36). The untreated slurry is forced under pressure through a discharge nozzle, often onto an inclined splash plate to increase the sideways spread.

Figure 2.36: Example of a broadcast spreader with a splash plate [51, MAFF, 1999]

Figure 2.37 shows a hose-reel irrigator with a 'raingun' attached to a moveable trolley, which is also a broadcast spreader. The trolley is pulled out to about 300 metres with its supply pipe and is wound back to the reel (using the supply hose) where it automatically shuts off. Dilute slurry is pumped to the hose-reel from the slurry lagoon via a main pipe – often buried underground and with valved outlets in a number of places in the field. The applicator in this picture is the 'raingun' that operates at a high connection pressure. [220, UK, 2002]

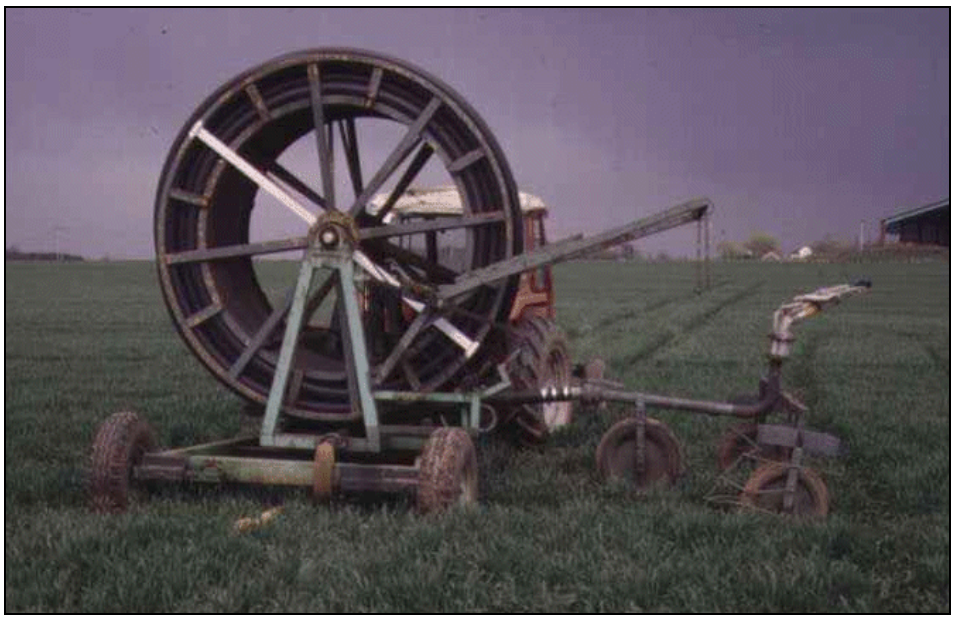


Figure 2.37: Example of a raingun
[220, UK, 2002]

Broadcasting can also be operated with a low trajectory and at a low pressure to produce large droplets, to avoid atomisation and wind drift. Figure 2.38 shows a tractor applying dilute pig slurry (in April) through a boom with 2 splash plates in a crop of winter wheat. The slurry is supplied to the tractor/boom using an umbilical hose from the slurry lagoon. It is possible to apply slurry to winter wheat crops at later dates than April. In Suffolk, England, pig slurry is often very dilute and will run-off the crop onto the soil; therefore leaf scorch is not an issue.

Figure 2.38: Example of a broadcast technique with low trajectory and low pressure
[220, UK, 2002]

Figure 2.39 shows the same type of boom applicator with 2 splash plates, but this time on the back of a tractor and tanker combination, applying slurry to winter wheat in Hampshire, England. Slurry is supplied from the tanker and is spread, again, with a low trajectory and at low pressure.

Figure 2.39: Example of a broadcast technique with low trajectory and low pressure [220, UK, 2002]

2.7.2.2 Band spreader

Band spreaders discharge slurry just above ground level in strips or bands through a series of hanging or trailing pipes attached to a boom. The band spreader is fed with slurry from a single pipe, it thus relies on the pressure at each of the hose outlets to provide an even distribution. Advanced systems use rotary distributors to proportion the slurry evenly to each outlet. The width is typically 12 m with about 30 cm between bands.

The technique is applicable to grass and arable land, e.g. for applying slurry between rows of growing crops. Because of the width of the machine, the technique is not suitable for small, irregularly shaped fields or steeply sloping land. The hoses may also become clogged if the straw content of the slurry is too high.

Figure 2.40: Example of a band spreader fitted with rotary distributor to improve lateral distribution [51, MAFF, 1999]

2.7.2.3 Trailing shoe spreader

This is a similar configuration to the band spreader with a shoe added to each hose allowing the slurry to be deposited under the crop canopy onto the soil. This technique is mainly applicable to grassland. Grass leaves and stems are parted by trailing a narrow shoe or foot over the soil surface and slurry is placed in narrow bands on the soil surface at 20 – 30 cm spacings. The slurry bands should be covered by the grass canopy so the grass height should be a minimum of 8 cm. The machines are available in a range of widths up to 7 – 8 m. Applicability is limited by size, shape and slope of the field and by the presence of stones on the soil surface.

Figure 2.41: Example of a trailing shoe spreader
[51, MAFF, 1999]

2.7.2.4 Injector (open slot)

Slurry is injected under the soil surface. There are various types of injector but each fits into one of two categories; either open slot shallow injection, up to 50 mm deep; or deep injection over 150 mm deep.

This technique is mainly for use on grassland. Different shaped knives or disc coulters are used to cut vertical slots in the soil up to 5 – 6 cm deep into which slurry is placed. The spacing between the slots is typically 20 – 40 cm, with a working width of 6 m. The application rate must be adjusted so that excessive amounts of slurry do not spill out of the open slots onto the soil surface. The technique is not applicable on very stony soil nor on very shallow or compacted soils, where it is impossible to achieve uniform penetration of the knives or disc coulters to the required working depth.

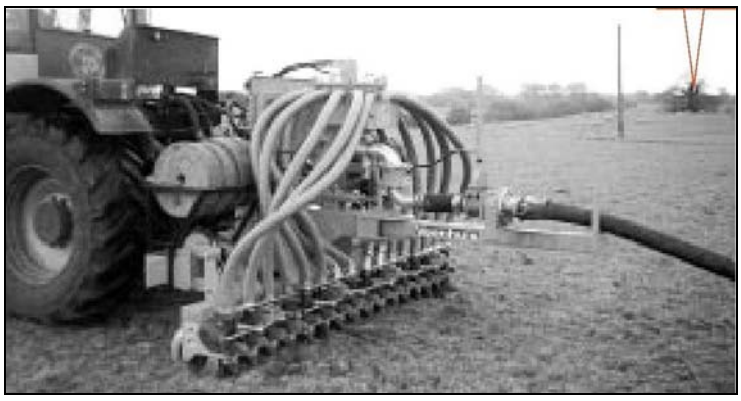


Figure 2.42: Example of an open-slot shallow injector
[51, MAFF, 1999]

2.7.2.5 Injector (closed slot)

This technique can be shallow (5 – 10 cm depth) or deep (15 – 20 cm). Slurry is fully covered after injection by closing the slots with press wheels or rollers fitted behind the injection tines. Shallow closed-slot injection is more efficient than open-slot for decreasing the ammonia emission. To obtain this added benefit, soil type and conditions must allow effective closure of the slot. The technique is, therefore, less widely applicable than open-slot injection.

Deep injectors usually comprise a series of tines fitted with lateral wings or 'goose feet' to aid lateral dispersion of slurry in the soil so that relatively high application rates can be achieved. Tine spacing is typically 25 – 50 cm, with a working width of 2 – 3 m. Although ammonia abatement efficiency is high, the applicability of the technique is severely limited. The use of deep injection is restricted mainly to arable land because mechanical damage may decrease herbage yields on grassland. Other limitations include soil depth and the clay and stone content, the slope and a high draught force requiring a large tractor. Also in some circumstances there is a greater risk of nitrogen losses as nitrous oxide and nitrates.

2.7.2.6 Incorporation

Incorporation may be achieved with other equipment such as discs or cultivators depending on soil type and soil conditions. Working the manure spread on the surface into the soil can be an efficient means of decreasing ammonia emissions. The manure must be completely buried under the soil to achieve maximum efficiency. Efficiencies depend on the cultivation machinery; ploughing is mainly applicable to solid manures on arable soils. Where injection techniques are not possible or unavailable, the technique may also be used for slurries.

It is also applicable to grassland when changing to arable land (e.g. in a rotation system) or when reseeding. As ammonia losses take place quickly after spreading the manure on the surface, higher reductions in emissions are achieved when incorporation takes place immediately after spreading. At the same time incorporation will reduce the development of odour in the neighbourhood of the manured land.

To achieve incorporation immediately after spreading, a second tractor is needed for the incorporation machinery, which must follow closely behind the manure spreader. Figure 2.43 shows incorporation equipment combined with a big tanker owned by a contractor, but this combination is also possible with a smaller tanker and separate tractor. In this way the incorporation can be done together with the manure spreading in only one handling. [197, Netherlands, 2002]

Figure 2.43: Incorporation equipment combined with a big tanker [197, Netherlands, 2002]

2.7.3 Solid manure application systems

For spreading solid manure, three main types of solid manure spreaders are commonly used:

- Rotaspreader – a side discharge spreader which features a cylindrical body and a power take-off-driven shaft (PTO-shaft) fitted with flails running along the centre of the cylinder. As the rotor spins, the flails throw the solid manure out to the side.

Figure 2.44: Example of a rotaspreader
[51, MAFF, 1999]

- Rear discharge spreader – a trailer body fitted with a moving floor or other mechanism which delivers solid manure to the rear of the spreader. The spreading mechanism can have either vertical or horizontal beaters, plus in some cases spinning discs.

Figure 2.45: Example of a rear discharge spreader
[51, MAFF, 1999]

- 'Dual purpose spreader' – a side discharge spreader with an open top V-shaped body capable of handling both slurry and solid manure. A fast-spinning impeller or rotor, usually at the front of the spreader, throws the material from the side of the machine. The rotor is fed with material by an auger or other mechanism fitted in the base of the spreader and a sliding gate controls the flow rate of the material onto the rotor.

Figure 2.46: Example of a dual purpose spreader
[51, MAFF, 1999]

2.8 Transport on-farm

The scale of transport operations on farms depends on farm size, farm layout and the location of fuel stores, feed stores and feed processing, livestock buildings, product processing (for example egg packing and grading), manure storage and fields for applying manures to land.

Feed is usually mechanically or pneumatically handled and on some pig units wet feed is pumped to feeding troughs.

Typically, tractors are used as the prime mover for manure transport and spreading, although on some pig units slurry irrigation using pumps and pipelines is practised, for example in the UK. Many farmers use contractors who typically use larger equipment and occasionally self-propelled vehicles with mounted 'spreader' bodies. Tractor-mounted slurry scrapers or loaders/grabs are used for moving manure around buildings and concrete areas, but in some egg laying systems manure is moved mechanically by belts and conveyors.
Eggs are usually mechanically handled through to packing where forklift trucks assist loading of lorries for road transport. Forklift trucks are used to transfer crates containing birds from broiler housing to road transport vehicles.

General purpose materials handlers (a specialist form of tractor) are used on some sites to undertake a variety of tasks around the farm buildings.

The movement of road transport lorries around the farm site can be extensive on large integrated egg production enterprises dealing with inputs such as birds, feed, fuel, packaging and produce output. Some sites carry out egg grading and packing for other producers.

2.9 Maintenance and cleaning

Maintenance and cleaning primarily refers to equipment and housing. Paved areas of the farm-yard can also be cleaned by sweeping or by spraying with water.

General building maintenance is necessary, including feed handling systems and other conveying equipment. Ventilation systems are checked for correct operation of fans, temperature controllers, outlets and back-draught shutters and emergency provisions. Drinking water supply equipment will be checked regularly. The provision and maintenance of appropriate conditions for keeping livestock is required to meet welfare legislation and to reduce emissions of odour.

Buildings are usually cleaned and disinfected after batches of livestock and manure have been removed. The frequency of cleaning is therefore equal to the number of production cycles per year. Typically on pig units, wash-down water enters the slurry system, but on poultry units such contaminated water is often collected separately in (below-ground) storage tanks, before being applied to land or treated in some way. Good hygiene practices are required in other building areas where product is handled and packed ready for dispatch.

For cleaning, use is often made of high-pressure washers using only water, but surface active agents are sometimes added. For disinfecting, formaline or other agents are used and they are applied with an atomiser or sprayer. This is applied if, for instance, Salmonella has been found in a flock of broilers [125, Finland, 2001].

Regular maintenance (refurbishing and repairs) and cleaning of vehicles, such as tractors and manure spreaders, can also take place. Regular checks should be made during operational periods with appropriate maintenance as described in the manufacturers' instructions. These activities usually involve the use of oil and cleaning agents and can require energy for equipment use.

Many farms have a supply of the faster wearing parts in order to effect repairs and maintenance quickly. Routine maintenance and cleaning is carried out by suitably trained farm staff but more difficult or specialist maintenance work is carried out with specialist assistance help.

2.10 Use and disposal of residues

The operation of a pig or poultry unit gives rise to a number of different residues, some of which are identified in the following list:

- pesticides
- veterinary products
- oils and lubricants
- scrap metals
- tyres
- packaging (rigid plastic, film plastic, cardboard, paper, glass, pallets etc.)
- feed residues
- building residues (cement, asbestos and metal).

Processing of manure, carcases and waste water is subject to special provisions and is dealt with in other sections of this document.

Most of the residues are paper and plastic packaging material. The most common hazardous residues are those from medicines that have been used or are past their expiring date. Small amounts of residues of cleaning material or of chemicals necessary to operate special processes (e.g. air scrubber) may be found on a farm as well.

The way in which residues are dealt with varies widely. Existing European and national legislation on environmental protection and on waste management regulate waste storage and disposal and promote the minimisation of the amount of litter and waste and the use of recyclable materials.

In general, on larger enterprises, residues can be more economically disposed of than on small farms. For collection, the residues are stored in containers or in small bins and collected by municipal or special collection services. Where no public waste collection is organised, farms may be obliged to organise collection and transportation themselves and are responsible for associated costs and treatment (Finland). Collection is difficult to organise or non-existent in remote areas.

A survey on treatment of residues on farms recently carried out in the UK gives the following picture of techniques that are used if the residues are not collected and transported off-farm [146, ADAS, 2000]:

- stockpiling
- burning in the open
- burying
- re-using.

Off-farm disposal includes disposal routes such as:

- landfilling
- storing in dustbin, included in household collection
- collecting by suppliers
- transfer to contractor.

Burning of packing material and used oils is still quite common in some MSs, whereas burning of any kind is strictly forbidden in others. In some MSs, oils are stored in purpose-designed cans/containers and are collected to be treated off-farm. Burning is also the most favoured method of disposal of all kinds of plastic products such as, covers and containers.

Veterinary residues are stored in special boxes and sometimes collected by the veterinary service, although burning and landfill occur as well.

Feed and crop residues can be mixed with farmyard manure or slurry and applied to land, or are re-used in other ways.

Tyres are dealt with in different ways, varying between collection by suppliers, and burning on farm and stockpiling.

2.11 Storage and disposal of carcases

Services to collect carcases and to process them by contractors are common. In Italy, many farms have equipment to transform carcases into liquid feed under special pressure and heating conditions [127, Italy, 2001]. Also, in other Member States the processing of carcases into feed is or has been practised, but this is now declining or completely forbidden.

Burying of carcases and open burning are still widely practised methods. In some MSs, such as the Netherlands, Germany, Denmark and France burying is strictly forbidden, but in the UK, Italy and Spain authorised burial is allowed. Some farms have an installation for incineration of carcases. This can be a quite simple burner without provision for the emitted waste gases. In the UK about 3000 small scale incinerators (<50 kg/hr) are operated, mainly on large poultry and pig farms for the incineration of animal carcases. The ash may be landfilled or disposed of by other routes.

Otherwise carcases are collected and processed elsewhere. Carcases can also be composted.

2.12 Treatment of waste water

Waste water is the water used by domestic, industrial, agricultural or other usage, and which has undergone changes in its properties as a result and is discharged. Added to this is the water from rainfall, which collects and flows away from built-on or compacted areas (precipitation water).

Cleaning water from livestock farming facilities can contain residues of dung and urine, litter and feedstuffs as well as cleaning agents and disinfectant.

Waste water, also called dirty water, originates from washing water, from facilities for personnel, from yard run-off and particularly from run-off from open concrete areas that are contaminated by manure. The amounts depend very much on the amount of rainfall. Dirty water can be managed in combination with slurry, but can also be treated and handled separately, in which case separate storage will be needed.

On poultry farms, the aim is to keep manure dry to reduce ammonia emissions and to allow easier handling. Waste water is stored in special tanks and dealt with separately.

On pig farms, waste water is commonly added to the slurry and treated in combination or applied directly to land. Various treatment systems for slurry exist and they are described in Section 2.6. On some farms in Finland using solid manure systems, waste water is conducted through a sedimentation tank into soil treatment or from production buildings into a ditch.

If kept separate, waste water (dirty water) may be applied to land through low-rate irrigators (UK) or treated in a communal or on-farm waste water treatment plant.

2.13 Installations for heat and power production

Some farms have installed solar or wind-driven generators to cover part of their own power need. Solar power supply depends very much on the weather conditions and therefore cannot serve as a main supply, but rather as an additional energy source or a replacement for energy supply aiming at a reduction of costs. Windmills attached to a generator can supply power, particularly in areas with relatively high wind-speed. The application is even more economical if excess power can be delivered to the general electricity supply network. More detailed information would be needed to assess its applicability and environmental benefits.

In some MSs much attention is given to the use of any biogas that develops during the storage and treatment of manure.

2.14 Monitoring and control of consumption and emission

In the IPPC Directive (96/61/EC), article 9.5 gives farmers a special status concerning monitoring. The article says:

> ‘The permit shall contain suitable release monitoring requirements, specifying measurement methodology and frequency, evaluation procedure and an obligation to supply the competent authority with data required for checking compliance with the permit. For installations under subheading 6.6 in Annex 1, the measures referred to in this paragraph may take account of costs and benefits.’

This text should be seen as a signal to avoid excessive monitoring obligations on pig and poultry farms.

This section gives some ideas on common practice in monitoring. However, not enough information was submitted to assess what the suitable level of monitoring at a farm is, taking into account the costs and benefits.

In some areas, farmers have to keep a register of their phosphate and nitrogen. This is usually where intensive livestock production is responsible for high pressures on the environment. The resulting balance gives a clearer indication of the input and losses of minerals on the farm. The

information can be used to optimise the feeding of minerals to the animals and to the application of manure to land.

Some farmers assess the nutrient status of soils and apply an appropriate amount of organic nutrients and mineral fertiliser according to crop requirements and rotations. The level of precision varies from those who undertake soil and manure analysis and use some form of recognised nutrient management planning to those who estimate requirements using general published information or those just using experience or guesswork. The legislation that applies in some countries is described in Section 2.7, which explains that the extent of record keeping is variable.

Farmers will have records (receipts) of purchased items, although the extent to which they are kept in an organised way will vary. Such records will usually exist for the main items of feed, fuel (including electricity) and water (not all private abstractions) so the amounts used can be identified. Since feed and water are primary inputs to livestock systems their usage may be monitored by farmers irrespective of whether receipts are kept. Most poultry farmers will have bought in bedding material, whereas pig producers who use straw may produce their own or have an agreement with neighbouring farmers exchanging manure for clean straw.

Computerised registration and the administration of costs, inputs and outputs is increasing and is already common on large enterprises. Where measuring is applied, water gauges, electric meters and computers for indoor climate control are used.

There may be requirements to check slurry stores regularly for any signs of corrosion or leakage and to find any faults that need to be put right. Professional help may be required. Checking takes place after completely emptying the stores.

Regular emissions to water occur under specific legislation and within set (discharge) conditions and monitoring requirements (Portugal, Italy).

Currently, farmers do not normally monitor and control emissions to air unless specifically required to do so as a result of complaints from neighbours. These complaints are usually related to noise and odour emissions.

In Ireland, monitoring of emissions and sampling points for air (odour), noise, surface water, groundwater, soil and waste are required under Integrated Pollution Control Licensing arrangements

3 CONSUMPTION AND EMISSION LEVELS OF INTENSIVE POULTRY AND PIG FARMS

This chapter presents data on consumption and emission levels associated with activities on farms for the intensive rearing of poultry and pigs, based on the information that has been submitted in the framework of the information exchange. It aims to give an overview of the ranges that apply to these sectors in Europe and so to serve as a benchmark for the performance levels associated with the techniques presented in Chapter 4. The factors that account for the variation of data are briefly described when possible, or sometimes only mentioned. The circumstances under which data have been obtained is described in more detail in the evaluation of applied techniques in Chapter 4.

3.1 Introduction

The major production systems and techniques on an intensive livestock farm have been described in Chapter 2. The consumption and emission levels that were reported were not always clear and easy to comprehend, and major variations occur due to a large number of factors.

Major on-farm activity	Key environmental issue	
	Consumption	Potential emission
Housing of animals: • the way the animals are stocked (cages, crates, free) • the system to remove and store (internally) the manure produced	energy, litter	air emissions (NH_3), odour, noise, manure
Housing of animals: • the equipment to control and maintain the indoor climate and • the equipment to feed and water the animals	energy, feed, water	noise, waste water, dust, CO_2,
Storage of feed and feed additives	energy	dust
Storage of manure in a separate facility		air emissions (NH_3), odour, emissions to soil
Storage of residues other than manure		odour, emissions to soil, groundwater
Storage of carcases		odour
Unloading and loading of animals		noise
Application of manure on land	energy	air emissions, odour, emissions to soil, groundwater and surface water of N, P and K etc., noise
On-farm treatment of manure	additives, energy, water	air emissions, waste water, emission to soil
Milling and grinding of feed	energy	dust, noise
Treatment of waste water	additives, energy	odour, waste water
Incineration of residues (e.g. carcases)	energy	air emissions, odour

Table 3.1: Key environmental issue of the major on-farm activities

Structure of information: It is important to understand the links between the on-farm activities, described in Chapter 2, to be able to interpret the emissions from intensive livestock farming. Obviously, there is a direct link between the input levels of the different resources and the emission levels.

In both sectors, most attention has been given to the emissions related to the metabolism of the animals. The central issue is manure: the amounts produced, the composition, method of removal, storage, treatment and its application on land. This is reflected in the order in which the activities are presented, starting with feed as the major consumption issue and followed by manure production as the most important emission.

Understanding of data: The levels of consumption and emission depend on many different factors, such as the animal breed, production phase, and management system. Additionally factors such as climate and soil characteristics also have to be taken into account. Hence, averages have very limited value and where possible are avoided. The tables show the widest possible ranges of reported consumption and emissions. In the accompanying text an attempt is made to explain this variation as far as information allowed, but without being too specific.

Within MSs standard units are applied that may not always be comparable with units used elsewhere. If the data is at levels in the same order of magnitude as other levels that have been reported, then they form part of the data range and are not explicitly distinguished. Consumption and emission levels can be measured in different ways and at different moments involving the factors mentioned above. For the sake of comparison and for reference, relevant factors will be mentioned that influence the character and the level of the consumption or emission level presented.

In the assessment of consumption and emission levels, a distinction can be made between single activities and the farm as a whole. Where possible, data are directly associated with a single on-farm activity, so as to enable a clear link to the reduction techniques described in Chapter 4. For some issues it is not possible to identify emissions on an activity-by-activity basis. In this case it is easier to assess the consumption and emission for the farm site as a whole.

In the assessment of consumption and emission levels of pig farming it is important to know the production system applied. Growing and finishing aim for a slaughter weight of 90 – 95 kg (UK), 100 – 110 kg (other) or 150 – 170 kg (Italy) and can be reached in different periods of time. Poultry production systems seem to be quite similar throughout the EU.

A remark may be made on the use of animal units to standardise data and to achieve comparability. For this purpose EU-countries use the “animal unit” or “equivalent animal”. There is a problem with these standardised units, because in different EU countries they are defined in different ways, e.g. in Sweden 1 unit = 3 sows = 10 finishers = 100 hens, whereas in Ireland 1 unit = 1 finisher and 10 units = 1 sow including progeny. In Portugal the “equivalent animal” for the pig sector has a 45 kg average, whereas for presenting data on heavy pig production in Italy, 85 kg is taken as a representative weight.

3.2 Consumption levels

3.2.1 Feed consumption and nutritional levels

The amount and composition of feed given to poultry and pigs is an important factor in determining the amounts of manure produced, its chemical composition and its physiological structure. Thus, feeding is an important factor in the environmental performance of an intensive livestock enterprise.

Emissions from livestock farms are predominantly related to the metabolic processes of the housed animals. Two processes are considered to be essential:

- enzymatic digestion of feed in the gastro-intestinal tract
- absorption of nutrients from the gastro-intestinal tract.

An increasing understanding of these processes is responsible for the development of a wide range of feeds and feed additives adapted to the needs of the animal and to the production aims. Improving the utilisation of nutrients in the feed not only leads to a more efficient production, but could also lead to a reduction of the environmental load.

Consumption levels vary with the energy requirements of the individual animal, which involve maintenance requirements, growth rate and production level. The total amount of feed intake is a result of the duration of the production cycle, the daily intake and the type of production purpose and it is also influenced by a number of factors connected with the animal.

Data on consumption levels are reported in kg per head per production cycle or kg per kg of product (eggs or meat). Comparisons are difficult to make with the use of different breeds and the application of different production targets (egg weight or animal weight) and production cycles.

The following sections present an overview of the feed intake levels and nutrient requirements reported and show the existing variation where possible together with the factors that account for that variation.

3.2.1.1 Poultry feeding

Indicative feeding levels for different poultry species are presented in Table 3.2.

Poultry species	Cycle	FCR [1)]	Feeding level range (kg/bird/cycle)	Amount in kg/birdplace/year
Laying hens	12 – 15 months	2.15 – 2.5 [2)]	5.5 – 6.6 (up to production)	34 – 47 (during egg production)
Chicken broilers	35 – 55 days (5 – 8 crops/yr)	1.73 – 2.1	3.3 – 4.5	22 – 29
Turkeys	120 (female) – 150 (male) days	2.65 – 4.1	33 – 38	
Ducks	48 – 56	2.45	5.7 – 8.00	
Guinea fowl	56 – 90 days	2	4.5	

1) FCR = feed conversion ratio
2) FCR kg feed per kg eggs, higher levels in litter based systems

Table 3.2: Indication of production time, conversion ratio and feeding level per poultry species [26, LNV, 1994], [59, Italy, 1999], [126, NFU, 2001], [130, Portugal, 2001]

The purpose of poultry feeding and the components used in poultry feed mixtures have been described in Section 2.2.5.1. The amino acid composition of feeds is based on the "ideal protein" concept for the relevant species. With this "ideal protein" concept, the required amino acids levels are found by indicating the lysine level and relating the other amino acids to the actual lysine level of the feed. Current field practices are (along with their variability) reported in Table 3.3. The recommended amino acid balances are quoted from literature, but the appraisal of current protein and lysine levels result from field observations at a European level.

	Broilers	Layers	Turkeys
Current energy level MJ/kg, ME basis			
phase 1	12.5 – 13.5		11.0 – 12.5
phase 2	12.5 – 13.5		11.0 – 12.5
phase 3	12.5 – 13.5	11 – 12	11.5 – 12.5
phase 4			11.5 – 13.5
phase 5			
Current protein level (CP=N*6.25), total content			
% feed, phase 1	24 – 20		30 – 25
% feed, phase 2	22 – 19		28 – 22
% feed, phase 3	21 – 17	18 – 16	26 – 19
% feed, phase 4			24 – 18
% feed, phase 5			22 – 15
Current lysine levels, total content			
% feed, phase 1	1.30 – 1.10		1.80 – 1.50
% feed, phase 2	1.20 – 1.00		1.60 – 1.30
% feed, phase 3	1.10 – 0.90		1.40 – 1.10
% feed, phase 4			1.20 – 0.90
% feed, phase 5			1.00 – 0.80
mg/day		850 – 900	
Recommended amino acid balance, in percentage of lysine level			
threonine : lysine	63 – 73	66 – 73	55 – 68
methionine +cystine : lysine	70 – 75	81 – 88	59 – 75
tryptophan : lysine	14 – 19	19 – 23	15 – 18
valine : lysine	75 – 81	86 – 102	72 – 80
isoleucine : lysine	63 – 73	79 – 94	65 – 75
arginine : lysine	105 – 125	101 – 130	96 – 110
ME = metabolisable energy *CP = crude protein*			

Table 3.3: Appraisal of current protein and lysine levels and scope for recommended amino acids balance
[171, FEFANA, 2001], with reference for amino acids to references as, Mack et al., 1999; Gruber, 1999

Indications of the applied levels of calcium and phosphate in feed are given in Table 3.4.

	Poultry species			
	Layers (mg/animal /day)	Broilers (g/kg compound feed)		
		0 – 2 wks	2 – 4 wks	4 – 6 wks
Ca %	0.9 – 1.5	1.0	0.8	0.7
P_{av} % 1)	0.4 – 0.45	0.50	0.40	0.35
1) available phosphate				

Table 3.4: Applied calcium and phosphorus levels in feed for poultry
[117, IPC Livestock Barneveld College, 1998] [118, IPC Livestock Barneveld College, 1999] [26, LNV, 1994] [122, Netherlands, 2001]

3.2.1.2 Pig feeding

For pigs, the feeding strategy and feed formulation vary with factors such as live weight and stage of (re)production. A distinction is made between the feeding of young sows (gilts), mating and gestating sows and farrowing sows and between piglets, weaners, growers and finishers. Feed amounts are expressed in kg per day and in required energy content per kg of feed. A large

number of tables and data on various feeding strategies are available. The following tables in this section merely present the ranges of reported levels applied in Europe, acknowledging that higher or lower nutrient levels may also be applied in certain cases. The final intake depends on the amount consumed and on the nutrient concentration and therefore minimum levels are recommended for the different feeds to meet the pigs' requirements given its average daily intake. The amount of feed given to a sow in production, including dry periods, and depending on energy intake, amounts to about 1300 to 1400 kg per year.

In Table 3.5, average nutritional levels are shown for sows. Lactating sows generally need slightly higher nutritional levels than gestating sows. In particular CP and lysine are required in higher concentrations in the feed ration. The energy requirements increase towards the moment of birth. After farrowing, daily energy requirements increase with increasing size of the litter. Between weaning and first mating, energy levels remain high to help the animal to recover recover and to prevent loss of its condition. After mating, the energy content of the feed can be reduced. During winter, higher energy levels are applied for gestating sows.

The amino acid composition of feeds is based on the "ideal protein" concept for the relevant species. In this "ideal protein" concept, the required amino acids levels are found by indicating the lysine level and relating the other amino acids to the actual lysine level of the feed. Current field practices are (along with their variability) reported in Table 3.5 and Table 3.8. The recommended amino acid balances are quoted from literature, but the appraisal of current protein and lysine levels result from field observations at a European level.

	Lactating sow	**Gestating sow**
Current energy level (MJ/kg), ME basis		
phase 1	12.5 – 13.5	
phase 2		12 – 13
Current protein levels (CP=N*6.25), total content		
% feed, phase 1	18 – 16	
% feed, phase 2		16 – 13
Current lysine levels, total content		
% feed, phase 1	1.15 – 1.00	
% feed, phase 2		1.00 – 0.70
Recommended amino acid balance, in percentage of lysine level		
threonine : lysine	65 –72	71 – 84
methionine +cystine : lysine	53 – 60	54 – 67
tryptophan : lysine	18 – 20	16 – 21
valine : lysine	69 – 100	65 – 107
isoleucine : lysine	53 – 70	47 – 86
arginine : lysine	67 – 70	-
ME = metabolisable energy *CP = crude protein*		

Table 3.5: Appraisal of current protein and lysine levels and scope for recommended amino acids for sows (1 phase for each major stage of growth)
[171, FEFANA, 2001], with reference for amino acids to literature such as, Dourmad, 1997; ARC, 1981.

Indications of the applied levels of calcium and phosphate in feed for sows are given in Table 3.6.

	Mating and Gestating sows	Lactating sows
Feed (kg/sow/day)	2.4 – 5.0	2.4 – 7.2
Calcium (% feed)	0.7 – 1.0	0.75 – 1.0
Total phosphorus (% feed)	0.45 – 0.80	0.55 – 0.80

Table 3.6: Applied calcium and phosphorus levels in feed for sows [27, IKC Veehouderij, 1993], [59, Italy, 1999], [124, Germany, 2001]

Pigs are fed according to their body weight, with feed intake increasing with increasing weight. Towards the end of the finishing period (last 20 – 30 kg) the amount of feed given is unchanged. An example is presented in Table 3.7 for finishers in Italy, where a distinction is made between heavy and light pigs. In general, the feeding is ad libitum for light pigs, that are capable of strong muscular development, but rationed for heavy pigs, that have a considerable propensity towards fat accumulation and towards a higher weight level. This changes the feed composition. For example, whey (5 – 6 % of dry matter) can be used for the heavy pig with 13 – 15 litres of whey substituting for 1 kg of dry feed. The whey can be used in increasing quantities, from 3 – 4 litres per head per day at 30 kg of weight up to a maximum of 10 – 12 litres for more than 130 kg (quantities beyond these levels may have negative effects on the utilisation (i.e. FCR) of the total daily ration).

	Heavy pig						
Live weight (kg)	up to 25	30	50	75	100	125	150+
Feed (88 % dm) (kg/day)	Ad lib.	1.2 – 1.5	1.5 – 2.0	2.0 – 2.5	2.5 – 3.0	2.7 – 3.2	3.0 – 3.4
Feed (% of live weight)	--	4 – 5	3 – 4	2.7 – 3.3	2.5 – 3.0	2.2 – 2.5	2.0 – 2.2
Feed (% of metab. weight) ($w^{0.75}$)	--	10 – 12	8 – 10	8 – 10	8 – 10	7 – 9	7 – 8
	Light pig						
Feed (88 % dm) (kg/day)	Ad lib.	1.5	2.2	2.8	3.1	--	--
Digestible energy (MJ/kg)	13.8	13.4	13.4	13.4	13.4	--	--
Lysine (%)	1.20	0.95	0.90	0.85	0.80	--	--

Table 3.7: Example of rationing used for light and heavy finishers in Italy [59, Italy, 1999]

The total amount of feed consumed during growing and finishing depends on the breed, FCR, daily growth, length of the finishing period and final live weight. For pigs growing from 25 kg up to 110 kg of live weight, about 260 kg of feed is consumed. Obviously, the nutrient levels of the feed are most important. Nutritional levels have to meet the requirements of daily growth or production. For each weight category average requirements can be distinguished, as reported by various sources and summarised in Table 3.9. Increasingly, finishing periods range between 30 kg and final weight and are divided into 2 or 3 feeding phases. In these phases, the nutrient content in the feed varies to meet the varying demand of the pig. The end of the first growing phase ranges between 45 and 60 kg live weight and the second phase between 80 and 110 kg. Where one feed is given between 30 and 110 kg, the content of the feed is equal to the average of the level of the two-phase feeds.

	Pig
Current energy level (MJ/kg), ME basis	
phase 1 (piglet)	12.5 – 13.5
phase 2 (growing pig)	12.5 – 13.5
phase 3 (finishing pig)	12.5 – 13.5
Current protein levels (CP=N*6.25), total content	
% feed, phase 1	21 – 17
% feed, phase 2	18 – 14
% feed, phase 3	17 – 13
Current lysine levels, total content	
% feed, phase 1	1.30 – 1.10
% feed, phase 2	1.10 – 1.00
% feed, phase 3	1.00 – 0.90
Recommended amino acid balance, in percentage of lysine level	
threonine : lysine	60 – 72
methionine +cystine : lysine	50 – 64
tryptophan : lysine	18 – 20
valine : lysine	68 – 75
isoleucine : lysine	50 – 60
arginine : lysine	18 – 45
ME = metabolisable energy *CP = crude protein*	

Table 3.8: Appraisal of current protein and lysine levels and scope for recommended amino acids for pigs (1 phase for each major stage of growth)
[171, FEFANA, 2001], with reference for amino acids to literature such as, Henry, 1993; Wang et Fuller, 1989 and 1990; Lenis, 1992

Indications of the applied levels of calcium and phosphate in feed for growers/finishers are given in Table 3.9.

Nutritional Parameters	Pig live weight range			
	30 – 55 kg	**55 – 90 kg**	**90 – 140 kg**	**140 – 160 kg**
Calcium (% feed)	0.70 – 0.90	0.65 – 0.90	0.65 – 0.90	0.65 – 0.80
Total phosphorus (% feed)	0.44 – 0.70	0.45 – 0.70	0.50 – 0.70	0.48 – 0.50

Table 3.9: Calcium and phosphorus levels applied to feed for growers/finishers
[27, IKC Veehouderij, 1993], [124, Germany, 2001], [59, Italy, 1999]

In finishing the heavy weight pig in Italy, different weight ranges are distinguished with their associated nutrient levels (Table 3.10).

Nutritional Parameters	Pigs 35 – 90 kg	Pigs 90 – 140 kg	Pigs 140 – 160 kg
Crude protein (CP, %)	15 – 17	14 – 16	13
Crude fats	4 – 5	<5	<4
Crude fibre	<4.5 – 6	<4.5	<4
Total lysine	0.75 – 0.90	0.65 – 0.75	0.60 – 0.70
Total methionine + cystine	0.45 – 0.58	0.42 – 0.50	0.36 – 0.40
Total threonine	0.42 – 0.63	0.50	0.40
Total tryptophan	0.15	0.15	0.10 – 0.12
Calcium	0.75 – 0.90	0.75 – 0.90	0.65 – 0.80
Total phosphorus	0.62 – 0.70	0.50 – 0.70	0.48 – 0.50
Digestible energy MJ/kg	>13	>13	>13

Table 3.10: Average nutritional levels applied in Italy for heavy weight pigs for different live weight intervals (as % of raw feed)
[59, Italy, 1999]

3.2.2 Water consumption

The total amount of water used includes not only consumption by the animals, but also the water used for the cleaning of housing, equipment and the farmyard. Cleaning water use particularly affects the volume of waste water produced on-farms.

3.2.2.1 Water requirements of poultry farms

3.2.2.1.1 Animal consumption

In the poultry sector, water is required for satisfying the physiological needs of the animals. Water intake depends on a number of factors, such as:

- animal species and age
- animal condition (health)
- water temperature
- ambient temperature
- feed composition and
- the drinking system used.

With increasing ambient temperatures the minimum water intake of broilers increases geometrically (x^n). A higher laying percentage also raises daily consumption of layers [89, Spain, 2000]. With respect to drinking systems, nipple drinkers show lower consumption than round drinker systems, due to lower spillages.

Average water consumption levels are shown in Table 3.11. Water/feed ratios were reported for broilers and laying hens only.

Poultry species	Average ratio water/feed (litres/kg)	Water consumption per cycle (l/head/cycle)	Annual water consumption (l/bird place/year)
Laying hens	1.8 – 2.0	10 (up to production)	83 – 120 (egg production)
Chicken broilers	1.7 – 1.9	4.5 – 11	40 – 70
Turkeys	1.8 – 2.2	70	130 –150

Table 3.11: Water consumption of different poultry species per cycle and per year
[27, IKC Veehouderij, 1993] [59, Italy, 1999] [26, LNV, 1994]

3.2.2.1.2 Use of cleaning water

Waste water primarily results from the cleaning of the animal houses. All water spills from drinking are usually removed as part of the manure. Farms that produce wet manure (no drying in the poultry house) can store this water in the manure storage facility. On farms where dry manure is produced, waste water is stored differently (e.g. in tanks). Table 3.12 shows the estimated cleaning water use for different poultry housing types.

The volume of water used for cleaning purposes is variable and depends on the applied technique and the water pressure of the high-pressure cleaner. Also, using hot water or steam instead of cold water will reduce the volume of cleaning water used.

For laying hens, water use for cleaning varies with the housing system. Cleaning is done after each round of 12 – 15 months. For layers kept in cages, less cleaning water is needed than for layers in deep litter system. The cleaning of housing systems where layers are kept on deep litter, varies with the area covered with slats. The larger the surface with slats the higher the volume. With a fully solid floor the average water use is estimated to be 0.025 m^3 per m^2.

Cleaning water use for broiler houses varies widely between Finland and the Netherlands, where 10 times more water is used. The application of warm water can reduce the water use by 50 %.

Poultry species	Use in m^3 per m^2 per cleaning	Cycles per year	Use in m^3 per m^2 per year
Layers – cages	0.01	0.67 – 1	0.01
Layers – deep litter	>0.025	0.67 – 1	>0.025
Broilers	0.002 – 0.020	6	0.012 – 0.120
Turkeys	0.025	2 – 3	0.050 – 0.075

Table 3.12: Estimated water use for cleaning of poultry housing [62, LNV, 1992]

3.2.2.2 Water requirements of pig farms

3.2.2.2.1 Animal consumption

Four types of water consumption can be identified:

1. the water necessary for maintaining homeostasis and meeting the growth requirements
2. the water ingested by the animals in excess of what is strictly necessary
3. the water which is wasted at the moment of drinking due to an incorrect structuring of the distribution system
4. the water used by the animals for satisfying behavioural needs, such as the water spillage during the typical behaviours generated by the lack of 'play' objects other than the drinking system.

Animal consumption of water is expressed in litres per kg of feed and depends on:

- animal age and live weight
- animal health
- stage of production
- climatic conditions
- feed and feed structure.

Water consumption of finishers per kg of feed ingested decreases with age but, as the animals have a higher feed intake with increasing live weight towards the end of the finishing period, the absolute daily water intake is higher. In Italy, where finishing of much heavier pigs is common,

feed is administered predominantly in liquid form, with a water/feed ratio of 4:1 and, when whey derived from cheese production is used, the ratio can reach 6:1. With respect to feed content, reduced CP-levels reduce water intake. With a 6 point decrease a 30 % reduction was observed in water intake [134, Spain, 2001].

For sows, water consumption is important for maintaining homeostasis and for the production of piglets or milk. Such high levels of water ingestion also have positive effects on the animal's ingestion capacity during the suckling phase and on maintaining the health of the urogenital organs during pregnancy.

Pig production type	Weight or production period	Ratio water/feed (l/kg)	Water consumption (l/day/head)
Finishers	25 – 40 kg 40 – 70 kg 70 – finish	2.5 2.25 2.0 – 6.0	4 4 – 8 4 – 10
Gilts	100 – mating	2.5	
Sows	dry to 85 days gestating		5 – 10
	from 85 days gestating to farrowing	10 – 12	10 – 22
	Lactating	15 – 20	25 – 40 (no limit)

Table 3.13: Water requirements of finishers and sows in l/head/day with respect to age and stage of production
(Derived from [27, IKC Veehouderij, 1993], [59, Italy, 1999], [125, Finland, 2001] and [92, Portugal, 1999])

Water (or fluid) intake is important for the growth of finishers and has a clear influence on manure production and manure quality. For 25 to 60 kg of live weight, the water intake is about 4 to 8 litres per head per day, increasing to 6 to 10 litres per head per day with increasing live weight. In general, manure production increases, but with a simultaneous decrease of its dry matter percentage, due to an increased water intake (Table 3.14). This pattern is similar for pigs, lactating sows (including litter) and dry sows with water including other fluids such as whey, skimmed milk and silage effluent [91, Dodd, 1996].

Water/feed-ratio	Ration (kg/pig/day)	Manure production (m^3/pig/year)	Dry matter content (%)
1.9:1	2.03	0.88	13.5
2.0:1	2.03	0.95	12.2
2.2:1	2.03	1.09	10.3
2.4:1	2.03	1.23	8.9
2.6:1	2.03	1.38	7.8

Table 3.14: Example of the effect of water/feed-ratio on the production and dry matter content of manure of growers/finishers
[27, IKC Veehouderij, 1993], with reference to Mestbank Overijssel en Midden, the Netherlands, 1991

Water spillage and slurry production are both influenced by the type of drinking system and the speed of water delivery. In Table 3.15 it can be seen that an increase in the speed of the water delivery of the drinking nipples by a factor 2 leads to an increase in the volume of the slurry produced by a factor 1.5, and at the same time a decrease in the dm-content of the slurry.

Water delivery (l/pig/min)	Manure production (m^3/pig/year)	Dry matter content (%)
0.4	1.31	9.3
0.5	1.45	8.1
0.6	1.60	7.2
0.7	1.81	6.1
0.8	2.01	5.2

Table 3.15: Effect of water delivery of drinking-nipples on the production and dry matter content of manure of growers/finishers
[27, IKC Veehouderij, 1993], with reference to Mestbank Overijssel en Midden the Netherlands, 1991

3.2.2.2.2 Use of cleaning water

The volume of waste water produced on pig farms is directly related to the amount of cleaning water used. Water consumption on pig farms is affected not only by the applied cleaning technique, but also by the housing system, as a lot of water is used if washing the floors is required for the purpose of slurry removal. For example, the larger the slatted floor surface, the lower the cleaning water use. Not many data are available on cleaning water use. In Table 3.16 some data are reported that have been measured in different farm types or floor systems, but large variations are observed depending on the use of high pressure cleaning and the application of detergents to soak the surface. Variation in use between floor systems can therefore not explain the level and variation between different farm types.

System/farm-type	Consumption
Solid floors	0.015 m^3/head/day
Partly-slatted floor	0.005 m^3/head/day
Slatted floors	0
Breeding farm	0.7 m^3/head/year
Finishing farm	0.07 – 0.3 m^3/head/year

Table 3.16: Estimated water use for the cleaning of pig housing
[59, Italy, 1999], [62, LNV, 1992]

3.2.3 Energy consumption

Quantification of the energy consumption of livestock farms is a complex undertaking for all the production systems, as their organisation and systems are not homogeneous. Moreover, the technologies applied to the production system, on which the amount of energy consumption depends to a large extent, vary substantially depending on the structural and production characteristics of the farms. Another important factor that influences the energy consumption is the climatic conditions [188, Finland, 2001].

The collection of data on energy consumption is also difficult, as energy consumption is usually variable and often not clearly monitored. Units will differ depending on the type of energy carrier and will thus need converting into kWh or Wh per day to allow comparisons to be made. Data can be expressed per day per head, but if calculated over a year the seasonal effects of weather on ventilation and heat inputs can be averaged out.

Italy, U.K. and Finland reported energy use on poultry and pig farms and their main findings are presented in the following sections [59, Italy, 1999] [72, ADAS, 1999; 73, Peirson, 1999].

3.2.3.1 Poultry farms

As regards **layer farms,** artificial heating of the housing is not commonly applied, due to the low temperature needs of the birds and the (still) high stocking density. Application of the minimum standards for the protection of laying hens [74, EC, 1999] may increase the energy consumption on laying farms, but also depends on the saving techniques applied. Activities requiring energy are:

- Heating the water in winter
- feed distribution
- housing ventilation
- lighting, this requires high consumption levels in order to artificially maintain a constant period of high illumination during the year, so as to at increase egg production during the periods of the shortest days
- egg collection and sorting: consumption is about 1 kWh per 50 – 60 m of conveyor belt
- operating the sorting and packaging facilities.

On **broiler farms,** the main energy consumption is related to the following areas:

- local heating in the initial phase of the cycle, this is effected with hot air heaters
- distribution, and sometimes preparation, of feed
- housing ventilation, which varies between the winter and summer periods from 2000 to 12000 m^3/h per 1000 head.

Energy consumption in an Italian layer farms, related to the preparation of feed, housing ventilation and water heating during the winter months (where necessary), can be 30 – 35 % higher than that of the broiler farms; see Table 3.17. The variability of energy consumption during the year is primarily related to the type of farm and the type of systems used. On broiler farms, in which the consumption attributable to climate control is prevalent, seasonal variations can be substantial, i.e. energy consumption for heat production in winter is higher than that used for ventilation in summer. On broiler farms, electrical energy consumption is at a maximum in the summer (ventilation) and thermal consumption is at a maximum in winter (ambient heating). At laying hen farms, where winter heating is not used, the peak of (electrical) energy consumption is in summer, due to the increase in ventilation rate. [59, Italy, 1999]

Table 3.17 shows the energy requirements of some essential activities on broiler and layer farms in Italy, from which it would be possible to calculate their total energy consumption. The daily consumption will be quite variable depending on the size and the equipment used, on energy saving measures, as well as on losses caused by lack of insulation.

Activity	Estimated energy consumption (Wh/bird/day)	
	Broilers	Laying hens
Local heating	13 – 20	
Feeding	0.4 – 0.6	0.5 – 0.8
Ventilation	0.10 – 0.14	0.13 – 0.45
Lighting	--	0.15 – 0.40
Egg preservation (Wh/egg/day)		0.30 – 0.35

Table 3.17: Indicative levels of daily energy consumption of activities on poultry farms in Italy [59, Italy, 1999]

The overall energy consumed based on these (Italian) consumption data was reported as ranging between 3.5 and 4.5 Wh per bird per day depending on the type of farm. This range does not correspond with data on the consumption of poultry farms in the UK, where much higher energy consumptions have been reported for both layer and broiler farms (Table 3.18). It was pointed out that the underlying data in the UK study include energy used in other parts of the poultry enterprise as well and may thus overestimate the actual energy use of a poultry unit. For example, where poultry farms may also have an on-site feed production plant, the energy input would be markedly higher than on those farms where feedstock is delivered (for example, the total energy use for a hammer mill with pneumatic meal transfer: 15 – 22 kWh).

Species	Unit size	Energy use (kWh/bird sold)	Production time/bird	Energy use (kWh/bird/day)
Broilers	Up to 200000 birds sold/year	2.12 – 7.37	42 days	0.05 – 0.18
	Over 200000 birds sold/year	1.36 – 1.93		0.03 – 0.046
		Energy use (kWh/bird/year)	**Laying period**	**Energy use (Wh/bird/day)**
Layers	Up to 75000 birds in flock	3.39 – 4.73	1 year	9.29 – 12.9
	Over 75000 birds in flock	3.10 – 4.14		8.49 – 11.3
Data include use of all energy carriers (fuel, electricity) and energy consuming activities				

Table 3.18: Indicative levels of energy use of poultry farms in the UK [73, Peirson, 1999]

Apart from annual trends, daily trends in electrical energy consumption are also quite variable and related to the type of technical systems used on the farm. Often, there are two daily peaks corresponding to feed distribution.

As far as the energy use for other poultry species concerns, total energy use for turkeys was reported be about 1.4 to 1.5 kWh per bird per year [124, Germany, 2001] and [125, Finland, 2001].

3.2.3.2 Pig farms

Energy use on pig farms is related to illumination, heating and ventilation. Daylight is considered to be desirable, but artificial light is used instead in areas where natural light intensity can be highly variable. Energy requirements for the illumination of pig housing can therefore be quite different for different areas in Europe.

Energy use for heating depends on the type of animal and the housing system. Examples are presented in [72, ADAS, 1999] and show a considerable range in energy input.

For feed preparation total energy use is considered to be between 15 and 22 kWh/tonne of meal produced where a hammer mill with pneumatic transfer is used to mill cereals. Pelletisation or cubing of the feed on-farm will double the input, requiring about 20 kWh per tonne.

Housing type/management	Energy inputs breeder/finisher herd (kWh/finisher produced per year)	Energy inputs weaner/breeder herd (kWh/sow per year)
Heating – Farrowing House Creeps		
Uncontrolled heater lamp (250 W)	15.0	
Heater lamp with 50 % dimmer (half time)	10.2	
Temperature controlled lamp in creep box	7.8	
Heating – Weaner accommodation		
Flatdeck with poor ventilation/heater control	10 – 15	200 – 330
Flatdeck with good ventilation/heater control	3 – 5	70 – 115
Automatically heated/ventilated kennels	3 – 6	130
Ventilation		
Dry sows/service		30 – 85
Farrowing		20 – 50
Fans – Farrowing	1 – 2	
Fans – Flatdeck	1 – 2.25	
Fans – Rearing	2 – 5	
Fans – Finishing	10 – 15	
Automatically Controlled Natural Ventilation (ACNV)	Negligible	
Lighting		
All stages of the housing	2 – 8	50 – 170
Milling and mixing		
Whole herd feed preparation	3 – 4.5	20 – 30

Table 3.19: Approximate annual energy use for typical pig housing types and systems in the UK [72, ADAS, 1999]

With these data the total energy use on both farm types was calculated for different herd sizes (Table 3.20).

Weaner/breeder herd farm size	Energy use (kWh/sow/yr)	Breeder/Finisher herd farm size	Energy use (kWh/pig sold/yr)
< 265 sows	457 – 1038	< 1200 pigs	385 – 780
265 – 450 sows	498 – 914	1200 – 2100 pigs	51 – 134
> 450 sows	83 – 124	> 2100 pigs	41 – 147

Table 3.20: Total annual energy use per head on different farm types of different size in the UK [72, ADAS, 1999]

Average daily consumption per head was calculated in Italy on different types of farms of the same size with at least 10 head/farm (Table 3.21). A very wide variation was observed. The finishing farms have lower energy use on average than breeding farms and integrated farms. In particular a lower consumption of diesel fuel and electricity accounts for this.

Energy source	Energy consumption per farm type (kWh/head/day)		
	Integrated farms	Breeding	Finishing
Electrical energy consumption	0.117	0.108	0.062
Diesel fuel	0.178	0.177	0.035
Natural gas	0.013	0.017	0
Fuel oil	0.027	0.011	0.077
Liquid gas	0.026	0.065	0.001
Total thermal consumption	0.243	0.270	0.113
Total energy consumption	**0.360**	**0.378**	**0.175**

Table 3.21: Average daily energy consumption per type of pig farm and by type of energy source used in Italy
[59, Italy, 1999]

The effect of farm size is also illustrated for farms in Italy (Table 3.22). Here, the larger the farm the higher the energy consumption. This was explained by the use of higher technology on larger enterprises, with an associated higher consumption of power (factor 2.5). Interestingly, this is in contrast with the experiences in the UK, where large herds have lower energy inputs per head than small herds [72, ADAS, 1999].

Energy source	Estimated energy consumption per farm size (kWh/head/day)			
	Up to 500 pigs	501 to 1000 pigs	1001 to 3000 pigs	Over 3000 pigs
Electrical energy consumption	0.061	0.098	0.093	0.150
Diesel fuel	0.084	0.107	0.169	0.208
Natural gas	0.002	0.012	0.023	0.010
Fuel oil	0.048	0.029	0.011	0.049
Liquid gas	0.042	0.048	0.018	0.026
Total thermal energy consumption	0.176	0.196	0.221	0.293
Total energy consumption	**0.237**	**0.294**	**0.314**	**0.443**

Table 3.22: Average daily energy consumption for farms in Italy by farm size and energy source
[59, Italy, 1999]

Another difference between the surveys was that electrical energy in Italy was considered as the basic energy source, but the survey revealed that the energy requirements of pig farms are predominantly met by fossil fuels, which supply up to 70 % of their total energy requirements. In the UK the majority of the energy supply is consumed as electricity (>57 %).

3.2.4 Other inputs

3.2.4.1 Bedding (litter)

The amount of litter used depends on the animal species, the housing system and the farmers' preferences. Use of litter is expressed in m^3 per 1000 birds, or in kg per animal per year (Table 3.23). Amounts used may increase for both layers and pigs, where legislation on animal welfare and market demands will require more litter based housing techniques.

Animal species	Housing system	Litter used	Typical amounts used	
			kg/animal/yr	m^3/1000 head
Layers	Deep litter	Wood shavings Chopped straw 38 – 50 mm	1.0	3
Broilers	Deep litter	Wood shavings Chopped straw Chopped paper	0.5 kg/bird/crop	2.3
		Peat	0.25 – 0.5 kg/bird/crop	
Turkeys	Deep litter	Wood shavings Chopped straw	14 – 15 (females) 21 – 22 (males) (2.7 batches)	
Finishers	Pens	Straw	102	

Table 3.23: Typical amounts of bedding material used by pigs and poultry in l housing systems [44, MAFF, 1998]

3.2.4.2 Cleaning material

Cleaning material (detergents) are used with water and will end up in waste water treatment facilities or in the slurry.

A variety of detergents are used for cleaning the housing. Very little information is available on the amounts used. For poultry a concentration of 1 litre of disinfectant per m^3 was reported, but for pigs quantification is considered to be very difficult and no representative data have been reported.

3.3 Emission levels

The majority of emissions from the main activities on any poultry or pig farm can be attributed to the amount, structure and composition of manure. From an environmental point of view, manure is the most important residue to be managed on-farm. This section therefore starts by presenting an overview of the characteristics of poultry and pig manure before presenting the emission levels of the on-farm activities.

Most information reporting on environmental issues addresses the emission of NH_3-N and NH_4^+-N and P_2O_5. The different on-farm activities contribute to these emissions to a differing extents. Housing has repeatedly been reported as one of the largest contributors in both sectors (Table 3.24).

Total losses	Poultry		Pigs	
	kt	%	kt	%
Total housing losses	29.21	68.6	20.41	69.9
Total storage losses	0.21	0.5	1.83	6.3
Total landspreading losses	12.40	29.1	6.17	21.1
Total outdoor losses	0.76	1.8	0.80	2.7
Total Loss	42.58	100.0	29.21	100.0

Table 3.24: Example of contribution to NH_3-N emissions of different activities in the UK (1999) [139, UK, 2001]

The characteristics of manure are, in the first place, affected by the quality of feed, expressed in dm-% and the concentration of nutrients (N, P, etc.), and by the efficiency with which the animal can convert it into product (FCR). As feed characteristics vary largely, the concentrations in fresh manure will show similar variations. Measures applied to reduce emissions associated with collection (housing), storage and treatment of manure will affect the structure and composition of manure and in the end will influence the emissions associated with application to land.

Emissions are presented as ranges rather than as single averages (mean values), which would not allow the existing variation to be acknowledged or the lower levels achieved to be identified. The lowest and the highest level that were reported are presented to form the overall European emission range and the factors responsible for this variation are explained. On a national basis, emissions will vary within different ranges, but it is assumed that similar factors apply. Differences have been explained where the data were supported in a way that made this possible.

3.3.1 Excretion of manure

This section reports on the excretion levels of manure and nutrient contents that have been submitted. A lot of research has been conducted to understand how manure production and nutrient content vary with the production stage and the composition of the diet. Models have been developed to allow easy calculation of emissions, standardizing metabolic loss or the retention of certain minerals. An example was submitted that is used to calculate minerals excreted by different animal species (Table 3.25). With a known composition of the feed it allows identification of the potential mineral gross production of N and P_2O_5. The average losses of N during storage, treatment and spreading are estimated to be 15 % of the gross production [174, Belgium, 2001].

Animal species	Mineral gross production in manure (kg/animal/year)	
	P_2O_5	N
Pigs 7 – 20 kg	2.03 x (P uptake) – 1.114	0.13 x (N uptake) – 2.293
Pigs 20 – 110 kg	1.92 x (P uptake) – 1.204	0.13 x (N uptake) – 3.018
>110 kg	1.86 x (P uptake) + 0.949	0.13 x (N uptake) + 0.161
Sows including offspring <7 kg	1.86 x (P uptake) + 0.949	0.13 x (N uptake) + 0.161
Layers	2.30 x (P uptake) – 0.115	0.16 x (N uptake) – 0.434
Broilers	2.25 x (P uptake) – 0.221	0.15 x (N uptake) – 0.455
P-uptake in kg P/animal/year *N-uptake in kg raw protein/animal/year*		

Table 3.25: Example of models used in Belgium for the calculation of mineral gross production in manure
[207, Belgium, 2000], table B17

3.3.1.1 Levels of excretion and characteristics of poultry manure

Depending on the housing system and the way of collecting manure different types of poultry manure are produced:

- wet manure (0 – 20 % dm) from layers in battery housing and from ducks
- dry manure (>45 % dm) from layers in battery housing where drying is applied
- deep litter manure (50 – 80 %) from laying hens, broilers, turkeys and ducks.

Manure with a dm-% between 20 and 45 % is difficult to handle and in practice water is added to enable pumping of the slurry. Deep litter manure is manure mixed with the litter and typically a residue of housing when animals are kept on concrete or slatted floors on litter. The dm-content is important, as with increasing dm-content emission of NH_3 will decrease. Calculations showed that with quick drying to a dm-content of > 50 % the emissions of NH_3 (g/hr) were reduced to less than half the emissions a from manure with a dm-content of < 40 %.

The production of poultry manure is reported in various ways with a large variation in the level of aggregation. As far as analyses reported by various sources could be compared, ranges of the composition of manure from different species and different housing systems are very similar.

Dm-content is an important controlling factor for total nutrient levels in [135, Nicholson et al., 1996]. Data in Table 3.26 show the variation of nutrient levels in manure expressed as percentage of dm. The ammonium (NH_4)-N and uric acid-N content of poultry manure correspond with the readily available-N supply in plants. Data are based on the work done in the UK [135, Nicholson et al., 1996] and ranges reported were confirmed by other sources. Single values are reported where ranges were not reported or could not be derived from the available information.

Feed type, housing system (application of manure drying and the use of litter) and poultry breeds are factors that account for this variation. With respect to feeding, it is clear that the higher the protein level in feed the higher the N-levels in manure. For the different poultry species, N-concentration levels vary within a similar range. For layers, some of the housing systems show a much higher variation in dm than others, which may be due to the management system, but a single factor was not reported.

Species	Housing system	Manure produced		Nutrients (% of dry weight)						
		kg/birdplace/yr	Dm (%)	Total N	NH_4-N	Uric acid-N	P	K	Mg	S
Laying hens	Battery – open storage	73 – 75	14 – 25	4.0 – 7.8	no data	no data	1.2 – 3.9	no data	no data	no data
	Deep-pit housing	70	23.0 – 67.4	2.7 – 14.7	0.2 – 3.7	<0.1 – 2.3	1.4 – 3.9	1.7 – 3.9	0.3 – 0.9	0.3 – 0.7
	Stilt housing	no data	79.8	3.5	0.2	0.3	2.9	2.9	0.7	0.7
	Battery – belt scrapers	55	21.4 – 41.4	4.0 – 9.2	0.5 – 3.9	<0.1 – 2.7	1.1 – 2.3	1.5 – 3.0	0.3 – 0.6	0.3 – 0.6
	Battery – manure belt (forced drying)	20	43.4 – 59.6	3.5 – 6.4	no data	no data	1.1 – 2.1	1.5 – 2.8	0.4 – 0.8	no data
	Manure belt (forced drying)/drying afterwards	no data	60 – 70	no data	no data	no data	no data	no data	no data	no data
	Deep litter (free range)	no data	35.7 – 77.0	4.2 – 7.6	0.7 – 2.2	1.7 – 2.0	1.4 – 1.8	1.6 – 2.8	0.4 – 0.5	0.3 – 0.7
	Aviary system	no data	33.1 – 44.1	4.1 – 7.5	0.5 – 0.9	1.9 – 2.3	1.2 – 1.4	1.6 – 1.8	0.4 – 0.5	0.4 – 0.5
Broilers	Deep litter (5 – 8 crops)	10 – 17	38.6 – 86.8	2.6 – 10.1	0.1 – 2.2	<0.1 – 1.5	1.1 – 3.2	1.2 – 3.6	0.3 – 0.6	0.3 – 0.8
Turkeys (meat)	Deep litter (2.3 – 2.7 crops, female and male birds)	37	44.1 – 63.4	3.5 – 7.2	0.5 – 2.3	<0.1 – 1.1	1.3 – 2.5	1.9 – 3.6	0.3 – 0.7	0.4 – 0.5
Ducks	Various (deep litter to fully slatted)	no data	15 – 72	1.9 – 6.6	1.2	<0.1	0.7 – 2.0	2.2 – 5.6	0.2 – 0.7	0.3

Table 3.26: Range of reported levels of poultry manure production, dm-content and nutrient analysis of fresh poultry manure in different poultry housing systems
[26, LNV, 1994], [127, Italy, 2001], [135, Nicholson et al., 1996]

3.3.1.2 Levels of excretion and characteristics of pig manure

The annual amount of pig manure, urine and slurry that is produced varies with pig production category, nutrient content of feed and the drinking system applied, as well as by different production stages with their typical metabolism. During the post-weaning period, feed conversion and live weight gain primarily affect the outputs per animal, whereas growth rate and muscle percentage are less important. For sows, outputs are not influenced by performance when expressed per animal, but can vary a lot when expressed per piglet. The length of the production period and the feed/water-ratio are important factors that further account for the observed variation in amounts of slurry per year (Table 3.27). With higher slaughter weights, higher levels of slurry production are found (UK, 4.5 – 7.2 kg per head per day for baconers).

Pig category	Production (kg/head/day)			Production in m^3/head	
	Manure	Urine	Slurry	per month	per year
Gestating sow	2.4	2.8 – 6.6	5.2 – 9	0.16 – 0.28	1.9 – 3.3
Farrowing sow 1)	5.7	10.2	10.9 – 15.9	0.43	5.1 – 5.8
Weaner 2)	1	0.4 – 0.6	1.4 – 2.3	0.04 – 0.05	0.5 – 0.9
Finisher 3)	2	1 – 2.1	3 – 7.2	0.09 – 0.13	1.1 – 1.5
Finisher (- 160 kg)	no data	no data	10 – 13	no data	no data
Gilt	2	1.6	3.6	0.11	1.3

1) water intake varies with drinking system
2) feeding and drinking system account for variation
3) finishing weight 85 – 120 kg

Table 3.27: Range of levels reported on daily and annual production of manure, urine and slurry by different pig categories
[27, IKC Veehouderij, 1993], [71, Smith et al., 1999], [137, Ireland, 2001]

The following remarks can be made on the variation of nutrient composition of manure. Feed composition and the level of feed utilisation (FCR) determine the nutrient levels of pig manure. Utilisation may vary, but advances in the understanding of pig metabolism make it possible to manipulate the composition of manure by changing the nutrient content of pig feed. FCRs vary between the different stages of production, e.g. finishing pigs have FCR-levels ranging between 2.5 and 3.1.

Important factors for the level of excretion of N and P are:

- N- and P concentration in feed
- animal production type
- level of animal production.

The relationship between the intake of N and P through feed and their excretion in manure has been analysed to allow estimations of N- and P-outputs through land application. Models have been developed that attempt to give an indication of the excretion levels in pig slurry. A review of excretion by pigs and poultry revealed that these models are in line with data where excreta outputs from pigs have been measured alongside information on feed inputs. At the same time, it was concluded that the information can be used as general guidance, but that at the individual farm level some variation in levels will be observed and different figures for manure output and N excretion will be appropriate [71, Smith et al., 1999].

Many reports clearly show that lower N levels in manure result from lower crude protein levels (CP-levels) in feed. With a lower consumption and an unchanged retention, N-losses are considerably reduced (Table 3.28).

	Level of nitrogen (g/d)					
Species	**Consumption**		**Retention**		**Losses**	
	Low CP	**High CP**	**Low CP**	**High CP**	**Low CP**	**High CP**
Grower	48.0	55.6	30.4	32.0	17.5	23.7
Finisher	57.1	64.2	36.1	35.3	21.0	28.9
Total	105.1	119.8	66.5	67.3	38.5	52.6
Relative (%)	88	100	99	100	73	100

Table 3.28: Example of effect of reduced CP-levels in feed for growers and finishers on daily consumption, retention and losses of nitrogen
[131, FORUM, 2001]

The annual excretion of N and P by farrowing sows is the result of the excretion of both sow and piglets up to weaning, but varying litter size has minor influence as illustrated with an example from the Netherlands Table 3.29. The data show clearly that excretion is influenced by the content of N in the feed, rather than by differences in technical performance (number of pigs). Efficiency in N-utilisation is considered to be highest by farrowing sows and piglets just after weaning.

	Average number of weaned piglets					
	17.1		**21.7**		**25.1**	
	N1 [1)]	N2 [2)]	N1 [1)]	N2 [2)]	N1 [1)]	N2 [2)]
N-excretion factor						
Piglet feed	29.0	27.4	29.0	27.4	29.0	27.5
Sow feed – pregnant	22.0	20.4	22.0	20.4	22.0	20.4
Sow feed – lactation	25.5	23.9	25.5	23.9	25.5	23.9
N-excretion						
N-excretion (kg/yr)	28.7	26.2	29.5	26.7	29.5	26.6

1) N1: Higher nitrogen content in feeds
2) N2: Lower nitrogen content in feeds

Table 3.29: Average excretion of nitrogen (kg per year) in a housing with a breeding sow (205 kg) and different numbers of piglets (up to 25 kg) at weaning
[102, ID-Lelystad, 2000]

The gestation and growing-fattening areas are comparatively inefficient. This is even truer in Italy, where the Italian heavy pig (final average weight 160 kg) shows even lower protein efficiency than the light pig, due to the low nitrogen retention found at high levels of live weight (Table 3.30). Since growing and fattening alone makes up for the major contribution (77 – 78 %) to the elimination of nitrogen in excretions, measures taken with the diet aimed at improving the balance of this element must be concentrated on this category. The ratio of nitrogen excreted/nitrogen ingested for growers/finishers is generally high, e.g. around 65 % on a closed cycle farm.

Nitrogen balance (g/head/day)	Growing phase (kg)		
	40 – 80	80 – 120	120 – 160
Nitrogen ingested	40.9	69.3	61.3
Nitrogen excreted	25.3	45.7	40.7
Nitrogen retention (%) (N excreted/N ingested)	61.9	65.9	66.4

Table 3.30: Nitrogen retention in different growing phases of finishers (Italian data) [59, Italy, 1999]

The applied finishing method is very important. Whereas in Italy 1.5 finishing periods apply, in other European Member States it is common to have between 2.5 and 3 rounds of finishing with different farming systems, leading to weights between 90 and 120 kg. The associated annual levels of N-excretion are reportedly between 10.9 and 14.6 kg N per animal place [102, ID-Lelystad, 2000].

Finishing pigs	Member States			
	France	Denmark	Netherlands	Italy
Finishing period (kg)	28 – 108	30 – 100	25 – 114	40 – 160
Excretion (kg/animal)	4.12	3.38	4.32	-
Annual excretion (kg/place)	10.3 – 12.36	8.45 – 10.14	10.8 – 12.96	15.4 1)
1) 1.5 finishing herds/year				

Table 3.31: Annual excretion of nitrogen for different categories of finishers [102, ID-Lelystad, 2000], [59, Italy, 1999]

Similarly to N-excretion levels, P-excretion varies with the total phosphorus content in the diet, the genetic type of the animal and the weight class of the animal (see Table 3.32). Availability of phosphorus in the diet is an important factor and measures to improve this (phytase) show reduced P-emissions in manure. Comparing the different pig groups, retention of P is highest in weaners.

	Days	Consumption	Retention	Excretion			
				faeces	urine	Total	%
Sow							
Lactation	27	0.78	0.35	0.34	0.09	0.43	55
Dry + gestating	133	1.58	0.24	0.79	0.55	1.34	85
Total/cycle	160	2.36	0.59	1.13	0.64	1.77	75
Total/year	365	5.38	1.35	2.58	1.46	4.04	75
Pig							
Piglet (1.5 – 7.5 kg) 1)	27	0.25	0.06	0.12	0.07	0.19	75
Weaner (7.5 – 26 kg)	48	0.157	0.097	0.053	0.007	0.06	38
Finisher (26 – 113 kg)	119	1.16 2)	0.43	0.65 3)	0.08	0.73	63

1) based on 21.6 piglets/sow/year
2) feed intake 2.03 kg/day and 4.8 g P/kg feed
3) feed intake 2.03 kg/day and 2.1 g dP/kg feed

Table 3.32: Example of consumption, retention and excretion of phosphorus in pigs (kg per pig) [138, the Netherlands, 1999]

Next to the nitrogen and phosphorus content, the excretion of potassium, magnesium oxide and sodium oxide are also relevant for application, see Table 3.33.

	DM	OM	N_{total}	N_m	N_{org}	P_20_5	K_20	MgO	Na_20	Density kg/m^3
Slurry										
Finishers	90	60	7.2	4.2	3.0	4.2	7.2	1.8	0.9	1040
	(32)		(1.8)	(1.1)	(1.3)	(1.5)	(1.9)	(0.7)	(0.3)	
Sows	55	35	4.2	2.5	1.7	3.0	4.3	1.1	0.6	
	(28)		(1.4)	(0.8)	(1.0)	(1.7)	(1.4)	(0.7)	(0.2)	
Liquid fraction of solid manure										
Finishers	20 – 40	5	4.0 – 6.5	6.1	0.4	0.9 – 2.0	2.5 – 4.5	0.2 – 0.4	1.0	1010
Sows	10	10	2.0	1.9	0.1	0.9	2.5	0.2	0.2	
Solid manure										
Pigs (straw)	230 – 250	160	7.0 – 7.5	1.5	6.0	7.0 – 9.0	3.5 – 5.0	0.7 – 2.5	1.0	

N_m *metabolic nitrogen*
N_{org} *organic nitrogen*

Table 3.33: Average composition of manure and standard deviation (between brackets) in kg per 1000 kg of manure [27, IKC Veehouderij, 1993], [49, MAFF, 1999]

3.3.2 Emissions from housing systems

After manure, emissions to air are the major emissions from animal housing. Key emissions to air are ammonia, odour and dust. Dust development is important as it can be a direct nuisance to animals and humans, and as it also plays an important role as a carrier of odorous compounds. The level and variation of air emissions are determined by many factors, these can be linked and can also affect each other. Major factors that influence air emissions from housing are:

- design of the animal housing and manure collection system
- ventilation system and ventilation rate
- applied heating and indoor temperature
- the amount and quality of manure, which also depends on:
  - feeding strategy
  - feed formulation (protein-level)
  - application of litter
  - watering and watering-system
  - number of animals.

The following sections will present the levels of emissions of different substances to air from poultry and pig housing systems. The lowest levels are generally achieved with additional air cleaning techniques (end-of-pipe), such as a chemical scrubber.

Emissions from pig and poultry housing are reported mostly in terms of ammonia (Table 3.30), but other (greenhouse) gases such as methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O) are emitted as well and are expected to attract more attention [140, Hartung E. and G.J. Monteny, 2000]. NH_3 and CH_4 primarily result from metabolic reactions in the animal and the slurry and are produced from compounds in the feed. N_2O is a secondary reaction product of the ammoniafication of urea, and is readily available or can be converted from uric acid in urine.

3.3.2.1 Emissions from poultry housing

An overview is given in Table 3.34 of a number of emissions from poultry housing. A number of data have been reported on ammonia emissions. As far as concentrations and emissions of the other substances have been reported, the following was concluded.

The development of nitrous oxide (N_2O), methane (CH_4) and non-methane volatile organic compounds (nmVOC) is associated with the internal storage of manure, and their levels in housing can be considered very low when the manure is frequently removed. Hydrogen sulphide (H_2S) is generally present at very low quantities, i.e. about 1 ppm [59, Italy, 1999].

Quantification of the concentrations and emission rates of NH_3, CO_2 and dust have been reported for layers in, respectively, a perchery and a deep pit house, and for broilers in a typical broiler house [129, Silsoe Research Institute, 1997]. This highlighted that the ammonia concentration can rise to peaks (for more than an hour) of 40 ppm (g/m^3) in broiler houses, which was considered to be due to poor litter management. The levels on NH_3 emissions from broiler houses reported in Table 3.34 are from the Netherlands, reference [179, Netherlands, 2001].

The levels of NO_2, CH_4, as found by the Silsoe Research Institute, were slightly above ambient levels. Levels of inspirable dust ranged from 2 to 10 mg/m^3 and of respirable dust of 0.3 to 1.2 mg/m^3. This is high in comparison with long-term exposure limits for inspirable dust of 10 mg/m^3 for humans, and even more for suggested limits of 3.4 mg/m^3 for animals. Higher ventilation rates increased the emission concentrations. [129, Silsoe Research Institute, 1997]

In general, dust levels are higher in litter-based systems than in cage systems. As dust functions as a carrier for part of the air emissions, higher levels for gaseous compounds such as CH_4 and

NO_2 are associated with litter-based systems. This observation was confirmed by data reported in [140, Hartung E. and G.J. Monteny, 2000]. Also, the levels found in that survey showed a large variation: from ten times the levels in the table to levels that were not detectable or just above ambient concentrations.

Poultry	NH_3	CH_4 1)	N_2O 1)	Dust 1)	
				Inspirable	Respirable
Laying hens	0.010 – 0.386	0.021 – 0.043	0.014 – 0.021	0.03	0.09
Broilers	0.005 – 0.315	0.004 – 0.006	0.009 – 0.024	0.119 – 0.182	0.014 – 0.018
Turkeys	0. 190 – 0.68	no data	0.015 2)	no data	
Ducks	0.210				
Guinea fowls	0.80				

1) approximate values derived from measured results in [129, Silsoe Research Institute, 1997]
2) average reported by Italy valid for each of the poultry species

Table 3.34: Indication of reported levels of air emission from poultry housing (kg/bird/yr) [26, LNV, 1994], [127, Italy, 2001], [128, Netherlands, 2000] [129, Silsoe Research Institute, 1997] [179, Netherlands, 2001]

3.3.2.2 Emissions from pig housing

Many factors determine the level of emissions from pig housing, but the effects are not easy to quantify, and can cause large variations. The nutrient content and structure of feed, the feeding technique and water intake are all of major importance. Climate conditions and the level of maintenance of the housing facilities are further possible causes of variation. Care must therefore be taken when interpreting absolute levels. Some reported levels have been summarised in Table 3.35. The levels apply to different housing techniques and different areas. Data on CH_4 and N_2O are the result of an inventory that concluded that data for pig housing are indicative. Only a few data are available and they can be used to a limited extent. Observed ranges vary and in the table only the lowest and highest observed levels are reported.

Studies showed that planning the position of drinking and feeding areas, social behaviour in a group and reactions to changes in climate all influence the manuring behaviour of the animals and hence can change the emission levels. For example, in designs with solid or partly-slatted floors, temperature increases stimulate animals to find cooling by lying in their manure on the non-slatted part of the floor, thus spreading the manure and enhancing emissions. In another example, in pens for group-housed sows designed with functional areas, it was observed that care must be taken to guarantee the accessibility of these areas, as the social order in the group prevented younger sows from free and easy access, when older sows blocked small passageways to the feeding and dunging area. The young sows then started to manure outside the designed slatted area causing an increase in ammonia emissions.

Species		Housing system	NH_3 1)	CH_4 2)	N_2O 2)
Sows	Mating/Gestating		0.4 – 4.2	21.1	no data
	Farrowing		0.8 – 9.0	no data	no data
Weaners	<30 kg		0.06 – 0.8	3.9	no data
Fatteners	>30 kg	Fully slatted	1.35 – 3.0	2.8 – 4.5	0.02 – 0.15
		Partly slatted	0.9 – 2.4	4.2 and 11.1	0.59 – 3.44
		Solid and litter	2.1 – 4	0.9 – 1.1	0.05 – 2.4

*1) lowest NH_3 **levels** are achieved with the application of end-of-pipe techniques*
2) lowest and highest levels reported

Table 3.35: Range of air emission from pig housing systems in kg/animal place/year [10, Netherlands, 1999], [59, Italy, 1999], [83, Italy, 2000], [87, Denmark, 2000], [140, Hartung E. and G.J. Monteny, 2000]

3.3.3 Emissions from external manure storage facilities

The storage of solid manure and slurry is a source of emissions of ammonia, methane and other odorous components. The liquid draining from solid manure (e.g. stacks in field) can also be considered as an emission. Emissions of manure storage depend on a number of factors:

- chemical composition of manure/slurry
- physical characteristics (dm %, pH, temp.)
- emitting surface
- climatic conditions (ambient temperature, rain)
- application of cover.

Most important factors are dm-% and nutrient content (N), which depend on the feeding practice. In addition, housing techniques that aim for a reduction of emissions from in-house collection and storage of manure and slurry may affect the manure content as well.

The physical characteristics of pig slurry generally cause low N-emission. No crust is formed on pig slurry, as most of the dry matter of manure sinks to the bottom of the slurry tank. In the beginning some NH_3 is emitted from the surface layer, but later the impoverished surface layer blocks evaporation. Relatively little N is emitted and several sources reported about 5 – 15 % (average 10 %) evaporation from the deeper layers. Low evaporation is probably caused by the neutral pH-value. Stirring will obviously raise the dry matter to the surface and increase the evaporation of NH_3, thereby causing peaks in air emissions.

As quantification is difficult, few emission data have been reported. In general, reference is made to emission factors (kg/head/yr) or percentages of N lost from manure during an average storage period.

Some storage techniques are listed in Table 3.36, toegther with their associated emission levels.

Species	**Manure and slurry storage technique**	**Factor** *kg/head/year*	**Loss (%)**
		NH_3	**NH_3**
Poultry	Open storage of solid manure	0.08	no data
Pig	Solid manure on a stack	2.1	20 – 25
	Storage of urine	no data	40 – 50
	Slurry in above ground tanks	2.1	10
	Slurry in earth banked lagoons	no data	10

Table 3.36: Emission of NH_3 for different slurry storage techniques [127, Italy, 2001]

3.3.4 Emissions from manure treatment

For various reasons manure is treated on farm and several techniques are described in Chapter 4, together with a report on their environmental and technical characteristics. As far as data were reported, consumption and emission levels were indicative and specific for the situation in which they were obtained.

Input levels of manure and slurry vary with the number of animals on the farm. Various additives are used to enhance chemical reaction(s) or to react with unwanted elements in the reaction substrate. These may affect emissions to water or air.

During the treatment processes, liquid fractions may be produced that have to be discharged to (surface) water. Odour may arise due to sub-optimal process conditions, although a number of techniques aim to reduce odorous components. Incineration emits dust and other flue gases. Techniques such as the biogas reactors deliberately form gaseous compounds, which can be used in heaters and engines but from which exhaust gases are then emitted.

3.3.5 Emissions from landspreading

The level of emissions from landspreading depends on the chemical composition of slurries and manures and the way they are handled. The composition varies and depends on the diet as well as on the method and duration of storage and the treatment, if any, applied before application. Values of N and K_2O will be lower for farmyard manure (FYM) stored for long periods in the open. Slurries may become diluted by drainage and wash-water thus increasing in volume, albeit with a decreasing dry matter content.

To obtain representative values of what is going to be landspread, multiple sampling is needed. The analysis includes dry matter (dm) content, total N, P, K, S, and Mg. Also ammonium-N is measured as well as nitrate-N in well-composted FYM and uric-acid-N in poultry manures. The levels are expressed per kg dm, or in kg per tonne for solid manures, or in kg per m^3 for slurries.

Nitrogen is present in manures in mineral and organic forms. The mineral N, largely present as ammonium-N, is readily available for plants, and can be lost to the atmosphere as ammonia gas. Following conversion of ammonium to nitrate N in the soil, further losses may also occur through nitrate leaching and denitrification. [49, MAFF, 1999]

There are two major loss processes that reduce the efficiency of readily available manure N utilisation following land application and they are discussed in the sections below. They are:

- ammonia volatilisation
- nitrate leaching.

3.3.5.1 Emissions to air

Many factors influence ammonia emissions into the air during landspreading, these are shown in Table 3.37.

Factor	Characteristic	Influence
Soil	pH	low pH gives lower emission
	cation exchange capacity of soil (CEC)	high CEC leads to lower emissions
	moisture level of soil	ambiguous
Climate factor	temperature	higher temperature gives higher emissions
	precipitation	causes dilution and better infiltration and therefore lower emissions to air, but increased emissions to soil
	wind speed	higher speed means higher emissions
	humidity of air	low levels give higher emissions
Management	application method	low emission techniques
	manure-type	dm-content, pH and ammonium-concentration affect emission level
	time and dose of application	warm, dry, sunny and windy weather should be avoided; too high doses increase infiltration periods

Table 3.37: Factors influencing the emission levels of ammonia into air from landspreading [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

If FYM and poultry manure are left on the soil surface following land application, typically 65 % and 35 % of the readily available N they contain can be lost to the atmosphere as ammonia. In the case of slurries, the dm-content has an important influence on ammonia losses, e.g. a 6 % dm slurry typically loses 20 % more N than a 2 % dm slurry. [49, MAFF, 1999]

3.3.5.2 Emissions to soil and groundwater

A large amount of the nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) in livestock diets is excreted in manure and urine. Manures contain useful amounts of these plant-available nutrients, as well as other major nutrients such as sulphur (S), magnesium (Mg) and trace elements. For a number of reasons not all of these elements can be used and some may cause a pollution of the environment.

Two types of pollution can be distinguished: 'Point source' and 'Diffuse' pollution. Point source water pollution can occur through direct contamination of a watercourse from a burst or overflowing slurry store, yard run-off or immediately after landspreading and during heavy rain. 'Diffuse' pollution can affect water and air and, unlike point source pollution, is not easily seen. The resulting contamination is associated with farming practices over a wide area and over extended time periods, rather than a particular action or event, and may have long-term effects on the environment.

Of the agricultural emissions [5, VMM, 1996] to soil and groundwater, the most important are the residual emissions of N and P. The processes involved in the distribution of N and P are:

- for N – leaching, denitrification (NO_2, NO, N_2) and run-off
- for P – leaching and run-off
- also accumulation of N and P occurs in the soil.

In 1993/1994, the amount of manure produced by livestock production across MS, expressed in N-load, ranged from less than 50 kg N/ha (Greece, Spain, Italy, Portugal, Finland and Sweden) to over 250 kg N/ha (Belgium and the Netherlands). This load was due to the excess production of manure, in particular in areas where large numbers of pigs and poultry had been kept. The nitrogen surplus varied across MSs between -3 kg/ha (Portugal) and 319 kg/ha (the Netherlands). The surplus in Portugal was negative since the uptake of nitrogen by harvested

crops was assessed as exceeding the input levels that were available for plant growth. Manure production levels in Belgium, Denmark, Germany, Ireland, Luxembourg and the Netherlands in 1993/1994, exceeded the average level in the EU-15 for total livestock (61 kg N/ha). The average for pigs and poultry was about 15 kg N/ha (Table 3.38). On about 22 % of the area, levels exceed 100 kg N/ha, these areas had concentrated poultry and pig production. [77, LEI, 1999]

Over 1997, DG Environment reported on the amount of manure produced by livestock production, expressed in a total nitrogen production; see Table 3.38. The report showed that the main source of manure is not pigs and poultry, but the other animals (mainly bovine).

Member State	N-production per animal (%)			Total nitrogen (1000 tonnes)
	Pigs (%)	Poultry (%)	Others (%)	
Austria	20.3	4.7	75	158.6
Belgium	23.1	5.9	71	273.5
Denmark	39.0	3.6	57.4	241.8
Finland	15.4	2.9	81.7	81.5
France	8.4	10.1	81.5	1639.0
Germany	17.0	4.3	78.7	1288.5
Greece	4.1	8.0	87.9	201.7
Ireland	2.9	1.2	95.9	517.8
Italy	10.8	10.2	79	695.7
Luxembourg	4.3	0.2	95.5	14.1
Netherlands	22.8	9.4	67.8	490.9
Portugal	15.0	10.6	74.4	136.8
Spain	22.1	6.1	71.8	771.0
Sweden	13.8	4.2	82	141.3
United Kingdom	6.2	6.6	87.2	1132.6
EU-15	13.5	6.9	79.6	7784.9

Table 3.38: Livestock manure nitrogen pressure (1997)
[205, EC, 2001], with reference to Eurostat, ERM, AB-DLO, JRC CIS

3.3.5.3 Emissions N, P and K to surface water

Emissions to the surface water are due to leaching and run-off. N-leaching is highest in winter and on sandy soils. This is more evident where landspreading of manure occurs in autumn and with empty fields in winter. P loss in surface run-off following manure application occurs when the soils infiltration capacity is exceeded, or when P attached to soil particles is eroded. It is most likely to occur if heavy rain follows application, or when the soil is already saturated [208, UK, 2001]. On soils with low organic matter content this will rarely occur.

3.3.5.4 Emissions of heavy metals

Heavy metals are, according to the common definition, metals that have a density larger than 5 g/cm^3. Elements that belong to this group are the essential nutrients Cu, Cr, Fe, Mn, Ni and Zn, but also Cd, Hg and Pb, which are not essential. Beyond a certain concentration, which is species-specific, these elements become toxic for micro-organisms, animals and plants, but shortage can lead to deficiencies as well.

There are several sources responsible for the input of heavy metals into agricultural ecosystems, such as:

- indigenous sources, e.g. the weathering of rock
- atmospheric deposition
- manure application, pesticides and irrigation
- artificial fertiliser
- secondary material, such as waste water sludge, compost
- crumbling away of riverbanks
- feed import
- feed additives and animal medication.

In a German study on heavy metals in agriculture, the most important sources of heavy metals appeared to be atmospheric deposition (Cd, Pb, Zn), and organic fertilisers (Cr and Cd) and so-called "diffuse" emissions by manure (Cu, Zn and Ni).

Quantification is difficult and data are scarce. The following levels in pig and poultry manure were reported from a number of sources and are shown in Table 3.39 and Table 3.40. The number of analyses varied or wasn't reported. In some cases only two averages were reported. It is interesting that, particularly in pig manure, very high levels of copper and zinc were found, these were attributed to feed additives (Cu and Zn-salts).

Type of manure	Heavy metals (mg/kg dry matter)					
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Pig slurry	0.50 – 1.8	2.2 – 14.0	250 – 759	11 – 32.5	7.0 – 18.0	691 – 1187
Pig solid manure	0.43	11.0	740	13	-	1220
Layer manure (wet)	0.2 – 0.3	<0.1 – 7.7	48 – 78	7.1 and 9.0	6.0 and 8.4	330 – 456
Layer manure (dry)		-	32 and 50	-	-	192 – 300

Table 3.39: Heavy metal concentrations in slurry and dry manure [101, KTBL, 1995]

Type of manure	pH	kg/1000 kg dm	mg/kg dm					
			Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Pig slurry	8.5	94.2	0.60	12.1	603.0	23.4	<5	1285.0
Pig slurry	7.9	107.9	0.60	11.3	580.8	22.3	"	1164.0
Pig slurry	8.9	99.6	0.63	7.6	292.0	21.9	"	861.6
Pig slurry	7.5	68.5	<0.5	8.3	210.4	29.2	"	747.8
Pig slurry	6.9	95.3	<0.5	19.8	203.8	24.9	"	1447.0
Pig slurry	7.9	45.4	<0.5	8.3	290.0	22.0	"	955.3
Pig slurry	7.9	35.4	<0.5	14.3	720.5	26.7	"	2017.0
Pig slurry	8.4	40.5	0.86	12.3	1226.0	25.4	"	1666.0
Pig slurry	8.4	39.3	0.51	11.3	398.1	26.6	"	1159.0
Pig slurry	8.0	86.9	<0.5	12.4	258.1	22.9	"	1171.0
Layer manure	7.2	722.4	<0.5	<0.5	99.3	14.5	"	543.3
Layer manure	6.5	473.1	"	6.3	48.4	14.5	"	536.0
Broiler	6.4	540.1	"	<0.5	147.1	7.7	"	465.9
Broiler	6.0	518.0	"	"	132.4	16.5	"	454.2
Broiler	6.3	816.6	"	"	53.8	16.9	"	279.9

Table 3.40: Heavy metal concentrations in slurry and dry matter [174, Belgium, 2001], with reference to Bodemkundige Dienst België, 2001

These levels are considered to be the potential emission to land during land application. The relative contribution depends on the contribution of the other factors mentioned above. For the German situation, the heavy metal load as a result of the application of pig and poultry manure was estimated, see Table 3.41.

Type of manure	Heavy metals (g/ha/yr)						
	Output (10^6 tonnes dm)	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Pig slurry	1.6	0.09	0.9	38.15	1.76	1.01	88.33
Pig solid manure	2.0	0.05	1.3	87.32	1.53	0.00	143.95
Layer manure (wet)	0.3	0.00	0.14	1.07	0.14	0.13	7.01

Table 3.41: Estimated average yearly contribution to heavy metal input through pig and poultry manure in Germany
[101, KTBL, 1995]

3.3.6 Emissions of odour

Emissions of odour originate from the activities described in the previous sections. The contribution of the individual sources to the total odour emission of an enterprise varies and depends on factors such as the general maintenance of the premises, the composition of the manure and the techniques used for handling and storage of the manure. Odour emission is measured in European odour units (OU_e). As far as odour emissions have been reported, several sources quoted data from experiments with low-protein diets fed to pigs.

Emission	Low protein	"Normal" protein
Odour units (OU_e per second)	371	949
H_2S (mg per second)	0.008	0.021

Table 3.42: Reported odour emission levels from pig slurry
Source: various comments TWG

3.3.7 Noise

Noise originating from intensive farming units is a local environmental issue and has to be considered particularly in those situations where units are located close to residential areas. On the farm, high noise levels can also affect the animals' condition and the production performance, as well as damaging the hearing capacity of farm personnel.

Equivalent continuous noise (L_{aeq}) is the measure used to asses the noise levels of farms, since it makes it possible to compare noise sources of variable intensity or sources that are intermittent.

Typical site levels have not been reported. The equivalent noise level that arises from the site is a combination of the levels of the different activities listed in Table 3.43 and Table 3.44, together with a correction for the time duration. A different combination of activities will obviously lead to a different equivalent noise level.

Background noise is noise which may be experienced in the environment, for example, around a poultry unit. It consists of road traffic, birdsong, aircraft, etc. and may also include existing noises in the poultry unit.

In order to account for all the variable intermittent noises, the background noise level (L_{A90}) is taken to be the noise level which is exceeded for 90 % of the time over a period of

measurement. Background noise varies over a 24-hour period as a result of changes in activities. In rural areas typical daytime background noise is 42 dB, but may fall below 30 dB in the early hours of the morning.

The final impact at sensitive objects in the neighbourhood depends on many factors. For instance, land surface, reflecting objects, construction of the receiving object and the number of noise sources determine the sound pressure level that is measured. In the following tables sound pressure levels have been given for only a few sources at the source or very close to it. The noise level at a sensitive object is normally lower further from the farm site.

The data must be seen as reported examples of what has been measured. Total noise levels will vary depending on farm management, the number and species of animals and the equipment used.

3.3.7.1 Sources and emissions on poultry farms

Sources of noise from poultry units are associated with:

- livestock
- housing
- feed production and handling
- manure management.

Typical sources of noise for a number of specific activities are shown in Table 3.43. Sound pressure levels are reported next to the source or at a short distance.

Noise Source	Duration	Frequency	Day/Night Activity	Sound pressure levels dB(A)	Equivalent continuous Laeq dB(A)
House ventilation fans	continuous/ intermittent	all year	day and night	43	
Feed delivery	1 hour	2 – 3 times every week	day	92 (at 5 metres)	
Mill mix unit – inside building – outside building				90 63	
Gas fuel delivery	2 hours	6 – 7 times per year	day		
Emergency generator	2 hours	every week	day		
Catching chickens (broilers)	6 hours up to 56 hours	6 – 7 times per year	morning/ night		57 – 60
Cleaning out (broilers)					
1. Manure handling	1 to 3 days	6 – 7 times per year	day		
2. Power washing etc.	1 to 3 days	year		88 (at 5 metres)	
Cleaning out (laying hens)					
1. Manure handling	up to 6 days	annually	day		
2. Power washing etc.	1 to 3 days			88 (at 5 metres)	
L_{aeq} *equivalent continuous noise - unit for noise of variable intensity*					

Table 3.43: Typical sources of noise and example of noise levels on poultry units [68, ADAS, 1999] and [26, LNV, 1994]

3.3.7.2 Sources and emissions on pig farms

Sources of noise from pig units are associated with:

- livestock
- housing
- feed production and handling
- manure management.

Typical sources of noise for a number of specific activities are shown in Table 3.44. Sound pressure levels are reported next to the source or at a short distance.

Description	Duration	Frequency	Day/Night Activity	Sound pressure levels dB(A)	Equivalent continuous Laeq dB(A)
Normal housing levels	continuous	continuous	day	67	
Feeding animals • pigs • sows	1 hour	daily	day	 93 99	 87 91
Feed preparation	3 hours	daily	day/night	90 (inside) 63 (outside)	85
Stock movement	2 hours	daily	day	90 – 110	
Feed delivery	2 hours	weekly	day	92	
Cleaning and manure handling	2 hours	daily	day	88 (85 – 100)	
Manure spreading	8 hours/day for 2 – 4 days	seasonal/weekly	day	95	
Ventilation fans	continuous	continuous	day/night	43	
Fuel delivery	2 hours	fortnightly	day	82	

Table 3.44: Typical sources of noise and examples of noise levels on pig units [69, ADAS, 1999] and [26, LNV, 1994]

3.3.8 Quantification of other emissions

The amounts and composition of waste that arise from poultry and pig farms vary considerably. No representative data of the categories identified in Section 2.10 have been reported. Data estimated on a national scale have been reported by the UK [147, Bragg S and Davies C, 2000].

A waste stream of about 44000 tonnes per year of packaging waste is generated by farms, of which 32000 tonnes is plastic (polyethylene and polypropylene).

The waste water emission is difficult to measure, as it is often part of the slurry fraction. The amounts of dirty water vary with rainfall and cleaning water used. The BOD levels are reported to be 1000 – 5000 mg/l [44, MAFF, 1998].

In summary, emission data for intensive livestock enterprises under natural farming conditions are either scarce or were not available to incorporate in this document. Most data concern ammonia emissions to air or potential emissions from manure to soil and groundwater. Measuring emissions from intensive livestock enterprises is difficult and requires clear protocols to be able to compare data collected in different Member States and under different production circumstances.

4 BEI DER FESTLEGUNG VON BVT BERÜCKSICHTIGTE TECHNIKEN

In vorliegendem Kapitel werden die Techniken näher beschrieben, die für die Festlegung von BVT am relevantesten sind. Es beinhaltet Hintergrundinformationen, die zur Bestimmung der Besten Verfügbaren Techniken des Sektors Intensivtierhaltung im Rahmen der IVU- Richtlinie (Kapitel 5) herangezogen worden sind. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass dieses Informationsmaterial nicht erschöpfend ist und andere Techniken oder Kombinationen anderer Techniken ebenfalls eingesetzt werden können. Nicht erfasst werden solche Techniken und Verfahren, die generell als veraltet gelten. Ferner sind die im Kapitel 2 bereits beschrieben Systeme und Techniken der intensiven Nutztierhaltung hier nicht erfasst.

Die Beschreibung der im Kapitel 4 dargestellten Systeme und Techniken erfolgt nach demselben Schema wie in den Kapiteln 2 und 3. Es war jedoch nicht möglich, für jede der auf den landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzten Techniken alternative Reduktionstechniken aufzuzeigen. Soweit möglich, werden die Produktionsverfahren und –techniken gemäß dem in Tabelle 4.1 verwendeten Format näher beschrieben.

Abschnitt	Art der Informationen
Beschreibung	Technische Beschreibung (sofern in Kapitel 2 nicht bereits vorhanden)
Erzielter Umweltnutzen	Wichtigste Umwelt(ein)wirkungen, einschließlich der erreichten Emissionswerte und Wirtschaftlichkeitsaspekte. Die Umweltvorteile der betreffenden Technik werden mit denen anderer Techniken verglichen.
Medienübergreifende Effekte	Darstellung der durch die Anwendung der Technik verursachten negativen Nebenwirkungen und nachteiligen Auswirkungen auf andere Medien. Die mit der Anwendung der Technik einhergehenden Umweltprobleme werden mit anderen Techniken verglichen sowie Möglichkeiten, diese Probleme zu lösen oder zu vermeiden dargestellt.
Betriebstechnische Daten	Darstellung der Daten bezüglich des Verbrauchs (Rohstoffe, Wasser und Energie) und Angaben zu Emissionen/Abfällen. Andere nützliche Informationen zu Umgang, Wartung und Kontrolle der Techniken, einschließlich Tierschutzsaspekten).
Eignung	Betrachtungen über den praktischen Einsatz und mögliche Nutzungseinschränkungen.
Kosten	Angaben zu den Kosten (jährliche Investitions- und Betriebskosten) und Einsparmöglichkeiten (z.B. Einsparungen beim Verbrauch, Abfallgebühren),
Treibende Kraft zur Einführung	Örtliche Verhältnisse oder Anforderungen zur Einführung . Angaben zu anderen als umweltspezifischen Gründen, die für eine Einführung sprechen (z.B. Verbraucherwünsche, Marktfaktoren, Tierschutz, Förderprogramme etc.).
Referenzbetriebe	Betriebe in Europa oder in einem EU-Mitgliedsstaat, die die Techniken bereits einsetzen. Falls die Technik in dem Sektor in Europa oder anderswo noch nicht eingesetzt ist, ist eine kurze Erläuterung enthalten.
Referenzliteratur	Literatur mit weiteren Informationen zur jeweiligen Technik.

Tabelle 4.1: Angaben zu jeder in Kapitel 4 abgehandelten Technik

Wie in den Kapiteln 1 – 3 beschrieben, liegt das Hauptaugenmerk der Anwendung umweltrelevanter Maßnahmen in der Intensivtierhaltung auf der Minderung von Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger. Die während unterschiedlicher Verfahrensstadien angewandten Techniken sind mit einander verknüpft. Es liegt auf der Hand, dass die Anwendung von Reduktionsmaßnahmen zu Beginn der Tierproduktionskette Einfluss auf die Wirkung (und Effizienz) aller nachfolgenden Reduktionsmaßnahmen haben kann. Zum Beispiel sind die Nährstoffzusammensetzung und die Fütterungsstrategie für die Leistung der Tiere von Bedeutung, gleichzeitig beeinflussen sie aber auch die Konsistenz der Wirtschaftsdünger und beeinflussen somit die durch das Haltungs-, Lagerungs- und Ausbringungsverfahren verursachten Einträge in die Luft, den Boden bzw. Gewässer. Die IVU -Richtlinie legt den Schwerpunkt auf Vorbeugung – weshalb sich das vorliegende Kapitel auch zuerst mit den Auswirkungen des Fütterungsmanagements befasst, gefolgt von integrierten Verfahren und End-of-pipe-Technologien.

Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass die Umwelt entlastende Wirkung von Emissionsminderungstechniken eng mit der Art ihrer betrieblichen Umsetzung verbunden ist und der alleinige Einsatz einer Reduktionstechnik noch nicht notwendigerweise zur größtmöglichen Reduktion führt. Das Kapitel beginnt mit einer näheren Beschreibung der Bestandteile der „Guten landwirtschaftlichen Praxis“ (der Übersetzer: allgemein als „Gute fachliche Praxis bezeichnet) hinsichtlich des Umweltmanagements, bevor den Emissionsmindernden technischen Maßnahmen größere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die Aspekte „Guter fachlicher Praxis“ liegen in ihrer Zusammenfassung bereits vor [105, Vereinigtes Königreich, 1999] und [107, Deutschland, 2001] und werden in Abschnitt 4.1 erläutert.

Soweit möglich beinhaltet das vorliegende Kapitel Informationen zu Techniken, die einsetzbar sind, oder bereits in den landwirtschaftlichen Betrieben angewendet werden, einschließlich der Angaben zu den mit der Umsetzung verbundenen Kosten sowie den Bedingungen, unter denen die Technik effizient eingesetzt werden kann).

4.1 Gute fachliche Praxis für gutes Umweltmanagement

Landwirtschaft, Lebensmittelproduktion und Land(schafts)-nutzung sind für jeden von uns von Interesse und Bedeutung. Organisationen jeglicher Art sind zunehmend um Umweltschutz (den Schutz der Umwelt) bemüht und wollen dies auch entsprechend darstellen. Alle diesbezüglichen Aktivitäten, Produkte und Dienstleistungen beeinflussen die Umwelt, stehen mit der Gesundheit und Sicherheit sowohl des Landwirtes als auch seiner Tiere, sowie mit allen landwirtschaftlich relevanten Betriebs- und Qualitätsmanagementsystemen in Wechselwirkung. Kurz gesagt, bedeutet „Gute fachliche Praxis“ das Streben nach intakter Umwelt, was nachweislich eng mit zunehmender Tierproduktivität verknüpft ist.

Der Schlüssel zur guten Praxis liegt in der Überlegung, wie die Umwelt durch die verschiedenen Aktivitäten in der Schweine- und Geflügelhaltung beeinflusst wird, um daraufhin Schritte einzuleiten, Emissionen zu vermeiden oder zu minimieren, so dass der für jeden Standort beste Mix aus Techniken und Möglichkeiten gewählt wird. Ziel ist es, umweltrelevante Erwägungen fest in den Entscheidungsprozess einzubeziehen. Jedes Unternehmen, das die gute fachliche Praxis demonstriert, wird sich mit Fragen wie Schulung und Weiterbildung, sachgemäßer Planung der Arbeitsabläufe, regelmäßiger systematischer Überwachung, Reparatur und Wartung sowie Notfallplanung und –management befassen. Die Betriebsleitung sollte in der Lage sein, den Nachweis darüber zu erbringen, dass ein diese Faktoren berücksichtigendes System eingeführt ist, viele Hinweise sind in den sogenannten Regeln der „Guten fachlichen Praxis“ von (einigen) Mitgliedsstaaten [45, MAFF, 1998; 43, MAFF, 1998; 44, MAFF, 1998]; (106, Portugal, 2000] und [109, VDI, 2000] dargestellt. Ein solcher Aktionsplan entspricht auch einem Großteil der Schritte, die von einigen Unternehmen mit dem Ziel eingeleitet werden, eine formelle Akkreditierung nach einem anerkannten Umweltmanagement-System zu erlangen.

Jede der verschiedenen Tätigkeiten, aus denen sich landwirtschaftliches Betriebsmanagement zusammensetzt, kann einen potenziellen Beitrag zum Gesamtziel Umweltschutz leisten. Außerdem ist es von Bedeutung, dass ein verantwortlicher Mitarbeiter für die Leitung und Überwachung dieser Aktivitäten bestimmt wird. Vor allem in größeren Betrieben muss es sich dabei nicht notwendigerweise um den Eigentümer handeln, sondern evtl. auch um den Betriebsleiter, der sicherstellen muss, dass:

- die Standortauswahl und räumliche Aspekte berücksichtigt,
- Fortbildungs- und Schulungsprogramme erkannt und umgesetzt,
- alle Aktivitäten genau geplant,
- Einsatzstoffe und Abfälle überwacht,
- Notfallplanungen eingeführt und
- Reparatur- und Wartungsprogramme umgesetzt werden.

Der Betriebsleiter und die Mitarbeiter sollten diese Aktivitäten regelmäßig überprüfen und bewerten, so dass Weiterentwicklungen und Verbesserungen identifiziert und umgesetzt werden können. Eine Bewertung alternativer, neuer oder in der Entwicklung begriffener Techniken wäre an diesem Punkt ebenfalls von Nutzen.

4.1.1 Standortwahl und (räumliches) Umfeld

Die Beeinflussung der Umwelt durch landwirtschaftliche Betriebe ist zum Teil auf eine ungünstige räumliche Anordnung der Arbeitsabläufe im Betrieb zurückzuführen. Dies kann zu unnötigen Transporten und anderen zusätzlichen Tätigkeiten führen und somit zu Emissionen in angrenzende, sensible Gebiete. Ein gutes Betriebsmanagement kann dies in begrenztem Umfang kompensieren, einfacher ist es, die räumliche Anordnung der betrieblichen Aktivitäten mit entsprechender Sorgfalt zu planen.

Die Bewertung und Auswahl eines Standortes für eine neue Tierhaltungsanlage, oder die Planung für eine Betriebserweiterung am bestehenden Standort, kann dann als Bestandteil der guten fachlichen Praxis angesehen werden, wenn:

- unnötige Transportwege und zusätzliche Aktivitäten minimiert oder vermieden werden,
- angemessene Entfernungen zu sensiblen Gebieten oder schützenswerten Grundstücken eingehalten werden, z.B. die Beachtung angemessener Entfernungen zum Nachbarn, um Streitigkeiten wegen Geruchsbelästigung zu vermeiden,
- potenzielle künftige Betriebserweiterungen beachtet, und
- Anforderungen im Hinblick auf Bebauungs- oder Dorfentwicklungspläne beachtet werden.

Neben der technischen Einschätzung ist die Bewertung der lokalen meteorologischen Bedingungen sowie der standortspezifischen topographischen Merkmale, z.B. Hügel, Gebirgskammlagen und Flüsse [107, Deutschland, 2001] erforderlich.

Beispiel: Betriebe mit gemischter Tierhaltung oder Ferkelerzeugung, also Anlagen mit geringen Emissionen können näher an empfindlichen Gebieten gelegen sein als Anlagen mit höheren Emissionen; diese müssen in größerer Entfernung zu solchen Gebieten angelegt werden.

In der Umgebung empfindlicher Standorte kann Luftverschmutzung durch effektive Anordnung der Emissionsquellen, Verlagerung an neue Standorte, oder Zusammenfassung der Emissionsquellen zu zentralen Abluftschächten vermieden werden. So kann zum Beispiel die Entfernung einer Emissionsquelle zu den empfindlichen Gebieten vergrößert werden, die Quellen so verlegt werden, dass diese entgegengesetzt zur Haupt-Windrichtung liegen, oder dass die Abluft durch Abluftschächte entsprechend abgeführt wird [159, Deutschland, 2001].

4.1.2 Fortbildung und Schulung

Alle Mitarbeiter eines landwirtschaftlichen Betriebes sollten mit den Produktionssystemen vertraut und sachgemäß geschult sein, um die übertragenen Aufgaben in ihrem Verantwortungsbereich ausführen zu können. Auch sollten sie in der Lage sein, den Bezug zwischen ihren Aufgaben und Verantwortlichkeiten zu den jeweiligen Aufgaben und Verantwortlichkeiten anderer Mitarbeiter herzustellen. Insgesamt führt dies zum besseren Verständnis Umwelteinflüsse und die Konsequenzen, die sich aus fehlerhafter Funktion oder Versagen technischer Ausstattung ergeben. Jedoch kann es erforderlich sein, die Mitarbeiter gesondert im Hinblick auf die Überwachung möglicher Konsequenzen zu unterweisen. Regelmäßige Schulungen und deren Aktualisierung können erforderlich sein, wenn neue oder überarbeitete Techniken bzw. neue technische Einrichtungen im Betrieb eingeführt werden. Die Erstellung von Schulungsprotokollen könnte als Basis für die regelmäßige Überprüfung und Bewertung der Fertigkeiten und Fähigkeiten eines jeden Mitarbeiters dienen.

4.1.3 Planung von Tätigkeiten

Viele Aktivitäten profitieren von entsprechender Planung, der Sicherstellung des reibungslosen Ablaufs oder der Verringerung des Risikos vermeidbarer Emissionen. Ein Beispiel ist die Ausbringung von Flüssigmist. Diese Maßnahme schließt eine Reihe von Aufgaben oder Tätigkeiten ein, die koordiniert werden müssen:

- Entscheidung über die Ausbringung erst nach Begutachtung der für das Ausbringen vorgesehenen Flächen im Hinblick auf die Gefahr von Oberflächenabfluss und der Verschmutzung von Wasserläufen durch Flüssigmist.
- Vermeidung von Wetterbedingungen, die schwerwiegende Bodenschädigungen erwarten lassen, da diese Ausgangspunkt schwerwiegender Umweltschäden sein können.
- Einhaltung von Sicherheitsabständen zu Wasserläufen, Brunnenbohrungen, Hecken und Nachbargrundstücken.
- Festlegung einer bedarfsgerechten Applikationsrate.
- Überprüfung, der Maschinen auf betriebsfähigen Zustand und richtige Einstellung, um die bedarfsgerechte Ausbringmenge zu gewährleisten.
- Abstimmung Fahrtstrecken, um Engpässe zu vermeiden.
- Sicherstellung der freien Zufahrt zur Güllelagerstätte und effektiven Befüllung der Fahrzeuge, z.B. durch Überprüfung von Pumpen, Homogenisierungseinrichtungen, sowie Schleusen, Schiebern oder Ventilen auf Funktionsfähigkeit.
- Überprüfung der Ausbringflächen in regelmäßigen Zeitabständen auf mögliche Anzeichen für Oberflächenabfluss.
- Sicherstellung, dass alle Mitarbeiter wissen, was zu tun ist, wenn irgendetwas nicht nach Plan läuft.

Zu den betrieblichen Aktivitäten, die von entsprechender Vorausplanung ebenfalls profitieren, gehören die Anlieferung von Treibstoff, Futter, Mineraldünger und anderen Betriebsmitteln (Input), Produktionsprozesse und der Abtransport von Schweinen, Geflügel, Eiern, und anderen Produkten sowie die Entsorgung der Abfälle vom Standort (Output). Subunternehmer und Lieferanten müssen ebenfalls entsprechend eingewiesen sein.

4.1.4 Monitoring

Das Verständnis der Zusammenhänge zwischen dem Betriebsmitteleinsatz und der Erzeugung von Abfallmaterial ist unerlässlich, um abwägen zu können, ob und wie betriebliche Änderungen zur Verbesserung der Rentabilität und zu Umweltvorteilen führen. Regelmäßige Überwachung des Wasser- und Energieverbrauchs (Gas, Strom, Treibstoff), der eingesetzten Futtermengen, des Abfallaufkommens und der Ausbringungsmengen an Mineral- und Wirtschaftsdüngern ist die Basis für eine Überprüfung und Bewertung. Wo immer es möglich ist, sollten Monitoring, Überprüfung und Bewertung mit den Haltungsabschnitten und Verfahrensschritten im Zusammenhang stehen, bzw., je nach Lage der Dinge, für jeden Produktionsabschnitt separat durchgeführt werden, um für die Identifizierung von Verbesserungsmöglichkeiten beste Voraussetzungen zu schaffen. Auch sollte das betriebliche Monitoring dabei helfen, außergewöhnliche Betriebsbedingungen zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Das in den Niederlanden angewandte Buchführungssystem für Stickstoff liefert ein Beispiel dafür, wie die Dokumentation von Input- und Outputflüssen auf Betriebsebene die Stickstoffüberschüsse und Ammoniakverluste mindern kann. Auf diese Weise gelingt es der niederländischen Landwirtschaft, den Zielsetzungen und Auflagen der Nitrat-Richtlinie [77, LEI, 1999] zu entsprechen.

4.1.5 Störfallplanung

Ein Störfallplan kann dem Landwirt beim Eintreten unvorhergesehener Emissionen und Zwischenfällen wie Wasserverschmutzung bei der Bewältigung dieser Probleme helfen. Im Plan enthalten sein könnten auch Brandrisiken und Vandalismus. Der Störfallplan sollte beinhalten:

- Plan des Betriebes mit Kennzeichnung des Drainagesystems und der Wasserentnahmestellen.
- Detaillierte Aufstellung der auf dem Betrieb vorhandenen oder kurzfristig abrufbaren Maschinen und Geräte, die zur Beseitigung von Umweltverschmutzungen eingesetzt werden können. (z.B. zur Blockierung von Drainagegräben, Errichtung von Dämmen oder Gräben, oder Einsatz von Schaumabsperrungen gegen das Ausbreiten von Ölteppichen).
- Telefonnummern der Notdienste, der technischen Stellen und anderer Betroffener, wie z.B. die unterhalb der Fließrichtung liegenden Landeigentümer oder Wasserentnahmeberechtigten.

- Aktionspläne für Notfälle, wie z.B. Brandfällen, Lecks an Güllelagerstätten, Bauschäden bei Güllelagerstätten, unkontrolliertem Ablauf von Festmistlagerstätten und Ölleckagen.

Wichtig ist, die vorgenommenen Maßnahmen nach jedem Störfall zu überprüfen, um daraus Verbesserungen ableiten zu können.

4.1.6 Reparatur und Wartung

Die Prüfung von baulichen und technischen Einrichtungen auf deren betriebsfähigen Zustand ist erforderlich. Die Entwicklung und Einführung eines Plans für diese Tätigkeit verringert die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Problemen. Handbücher und Bedienungsanleitungen sollten vorliegen und alle Mitarbeiter entsprechend unterwiesen sein.

Alle Maßnahmen, die zur Sauberkeit des betrieblichen Umfelds beitragen, leisten auch einen Beitrag zur Emissionsminderung. Das schließt Trockenheit und Sauberkeit im Futtermittellager, der Wirtschaftsdüngerlagerflächen, des Auslaufs- und der Liegebereiche, der Verbindungsgänge, und der Kotkanäle, der Stallungen und Einrichtungen sowie der Stallumgebung ein. Trinkwasserverluste können z.B. durch den Einsatz entsprechender Tränketechniken (z.B. Nippeltränken mit Auffangschalen in der Geflügelhaltung) vermieden werden.

Stallgebäude für Nutztiere aller Art können mit Wärmedämmung, Ventilatoren, Abdeckhauben, Rückschlagklappen, Temperaturfühlern, elektronischen Reglern, störunanfälligen Einrichtungen, Wasser- und Futterautomaten und anderen mechanischen oder elektrischen Geräten und Einrichtungen ausgestattet sein, die der regelmäßigen Kontrolle und Wartung bedürfen.

Güllelagerstätten sollten regelmäßig auf mögliche Anzeichen von Korrosion oder Leckagen und sonstige reparaturbedürftige Störungen kontrolliert werden, wenn nötig mit professioneller Hilfe. Die Lagerstätten sollten vorzugsweise mindestens einmal im Jahr entleert werden, oder so oft dies im Hinblick auf die bauliche Qualität und die Sensitivität des Bodens und Grundwassers erforderlich ist. Sowohl Innen- als auch Außenflächen müssen kontrolliert werden können, um bauliche Probleme, Schäden oder Zersetzung beheben zu können. Wenn die visuelle Inspektion nur begrenzt möglich ist, empfiehlt sich eine regelmäßige Grundwasserkontrolle als Indikator für mögliche Leckagen.

Der Einsatz der Geräte zur Wirtschaftsdüngerausbringung (für festen und flüssigen Wirtschaftsdünger) lässt sich verbessern, wenn die dafür eingesetzten Maschinen nach der Ausbringungsperiode gereinigt und kontrolliert, und alle erforderlichen Reparaturen, Einbau neuer Ersatzteile eingeschlossen, ausgeführt werden. In der Einsatzperiode sind Inspektions- und entsprechende Wartungsarbeiten gemäß der Bedienungsanleitung durchzuführen.

Güllepumpen, Mischer, Separatoren, Verregnungstechnik und dazugehörige Regel- und Kontrolleinrichtungen müssen regelmäßig überprüft werden; den Anweisungen des Herstellers ist zu folgen.

Es ist sinnvoll, einen Vorrat an Verschleißteilen anzulegen, um Reparatur und Wartungsarbeiten schnell erledigen zu können. Generell können routinemäßige Wartungsarbeiten von entsprechend geschulten Mitarbeitern des Betriebs durchgeführt werden; in schwierigeren, Spezialkenntnisse erfordernden Fällen ist professionelle Hilfe hinzuzuziehen.

4.2 Fütterungsmanagement

4.2.1 Allgemeine Vorgehensweise

Beschreibung: Eine Verringerung der Ausscheidung von Nährstoffen (N, P) über den Kot kann Emissionen mindern. Zum Fütterungsmanagement gehören alle Techniken und Verfahren, die zu einer solchen Reduktion führen. Ziel ist es, den Bedarf der Tiere über eine verbesserte Nährstoffverdaulichkeit sowie durch eine

Anpassung der Konzentration der verschiedenen essentiellen (Nährstoff-)Komponenten an die N-Komponenten, um die Effizienz der körpereigenen Proteinsynthese zu verbessern. Diese Verfahren zielen auf einen praktikablen Minimalgehalt der erforderlichen Nährstoffe (vor allem N und P) im Futter ab. Idealerweise würden damit die Ausscheidungsmengen auf das metabolisch erforderliche und unvermeidbare Maß reduziert. Mit anderen Worten zielen die fütterungstechnischen Maßnahmen auf eine Verringerung der Stickstoffüberschüsse ab, die durch unverdauten oder nicht verwerteten, über den Urin ausgeschiedenen Stickstoff verursacht werden. Diese Verfahren lassen sich nach den zwei nachfolgend beschriebenen unterschiedlichen Vorgehensweisen typifizieren:

1. Verbesserung der Futtereigenschaften, z.B. durch:
- niedrige Proteingehalte, Verwendung von Aminosäuren und dazugehörige Verbindungen,
- niedrige Phosphorgehalte, Einsatz von Phytase und/oder verdaulichem anorganischem Phosphat,
- Verwendung anderer Futteradditive,
- umsichtigen Einsatz von Wachstumsförderern,
- vermehrten Einsatz hochverdaulicher Rohstoffe.
2. Zusammenstellung einer bedarfsgerechten Futterration mit optimaler Futterverwertung, basierend auf verdaulichem Phosphor und Aminosäuren (dem Ideal-Proteinkonzept folgend). [172, Dänemark, 2001], [173, Spanien, 2001].

Die größte Aufmerksamkeit ist bisher der Erhöhung der Futterverdaulichkeit gewidmet worden, so dass in der Futtermittelindustrie gegenwärtig große Mengen Enzyme eingesetzt werden.

Eine Reduktion lässt sich auch dadurch erzielen, dass während der Aufzuchts-/Produktionsabschnitte unterschiedliche Futterrationen eingesetzt werden, die an den Bedarf der Tiere angepasst werden (Phasenfütterung).

Eine Kombination beider Verfahren erweist sich in der Praxis als die effizienteste Möglichkeit Umweltbelastungen zu verringern. Einige der oben angeführten Optionen sind bereits mit Erfolg umgesetzt worden, wie z.B. die Phasenfütterung; andere Techniken müssen indes noch weiter erforscht werden. Viele bisher publizierte Studien haben die Auswirkungen fütterungstechnischer Maßnahmen und reduzierter N-Aufnahme auf N-Ausscheidungen belegt und die daraus resultierende NH_3-Emissionsminderung dargelegt. Bei diesem Informationsaustausch stand das Fütterungsmanagement sowohl für Schweine als auch für Geflügel im Mittelpunkt, wobei jedoch angemerkt werden muss, dass mehr Daten für Schweine als für Geflügel vorlagen.

Erzielter Umweltnutzen: Sowohl bei Schweinen als auch beim Geflügel führt eine 1 %-ige Senkung des Proteingehalts, z.B. von 18 auf 17%, zu einer zehnprozentigen Minderung der Stickstoff- und Ammoniakemission (siehe auch Tabelle 4.9). Obwohl weniger Untersuchungen für Geflügel als für Schweine zum Austausch von Proteinverbindungen gegen zugesetzte Aminosäuren vorliegen, ist das Datenmaterial dennoch konsistent und belegt die Machbarkeit. Angesichts des gegenwärtig vorhandenen Kenntnisstandes bestehen bei Geflügel weniger Möglichkeiten für die Substitution als bei Schweinen. [171, FEFANA, 2001].

Genetische Fortschritte und Verbesserungen in der Fütterung haben bereits eine beträchtliche Verbesserung der Futtereffizienz erbracht. Mit höherer Effizienz des Futters steigen die Möglichkeiten, die Stickstoffzufuhr über das Futter und damit die N-Ausscheidung noch weiter herabzusetzen.

Zum Beispiel wurde in einer Zusammenfassung von Forschungsergebnissen berichtet, dass an Broiler verabreichte Rationen mit niedrigem RP-Gehalt (17%) im Vergleich zum derzeit üblicherweise eingesetzten Gehalt (21%) zu einer bedeutenden Verringerung der N-Ausscheidung führen, wobei jedoch eine Kompensation durch Zugabe von synthetischen Aminosäuren wegen der erhöhten N-Retention (32%) erforderlich wurde. Gleichzeitig wurden im Wirtschaftsdünger ein höherer Fett- und ein geringerer Stickstoffgehalt festgestellt.
Niedrige Phosphormengen im Futter führen zu geringeren Phosphatgehalten in den Wirtschaftsdüngern. Um die P-Verdaulichkeit zu erhöhen, wird Phytase zugesetzt (siehe Abschnitt 4.2.4). Ebenfalls sind hochverdauliche anorganische Futterphosphate verfügbar, deren Auswirkungen in Abschnitt 4.2.5 näher beschrieben sind.

Generell zeigen die vorliegenden Erfahrungswerte, dass nennenswerte Minderungen in Bezug auf N und P möglich sind. Die minimalen Ausscheidungen für N oder P variieren in den Agrarregionen Europas wegen unterschiedlicher Betriebspraxis, Unterschieden in den genutzten Tierarten und dem Fütterungsmanagement.
Zur Demonstration der erreichbaren Minderungsraten für die Ausscheidung von Stickstoff und Diphosphorpentoxid werden im Folgenden die Höhe der Ausscheidungen unter Standardbedingungen (Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3) mit den Referenzfütterungsprogrammen verglichen. Die Resultate sind in Tabelle 4.4 und Tabelle 4.5 dargestellt.

Tierart	Belgien (kg/Tierplatz/Jahr)	Frankreich[1] (g/Tier)	Deutschland[2] (kg/Tierpl./Jahr)
Ferkel	2,46	440	4,3
Vormast/Endmast	13	2880 – 3520	13,0
Eber und Sauen	24	16,5 kg/ Tierplatz/Jahr	27 – 36
Broiler	0,62	25 – 70	0,29
Legehennen	0,69	0,45 – 0,49 kg/ Tierplatz/Jahr	0,74
Puten	2,2	205	1,64

1: 25% gasförmige Verluste im Stall und 5% Verluste während der Lagerung sind von den N-Ausscheidungen bereits abgezogen; die während der Ausbringung auftretende Verluste sind hier nicht berücksichtigt.
2: 10% gasförmige Verluste während der Lagerung und 20% während der Ausbringung sind von den N-Ausscheidungen noch zu subtrahieren.

Tabelle 4.2: Standardwerte für Stickstoff-(N)-Ausscheidungen in Belgien, Frankreich und Deutschland [108, FEFANA, 2001]

Tierart	Belgien (kg/Tierplatz/Jahr)	Frankreich (g/Tier)	Deutschland (kg/Tierpl./Jahr)
Ferkel	2,02	0,28	2,3
Vormast/Endmast	6,5	1,87 – 2,31	6,3
Eber und Sauen	14,5	14,5 kg/Tierplatz/Jahr	14 – 19
Broiler	0,29		0,16
Legehennen	0,49		0,41
Puten	0,79		0,52

Tabelle 4.3: Standardwerte für Diphosphorpentoxid-(P_2O_5)-Ausscheidungen in Belgien, Frankreich und Deutschland [108, FEFANA, 2001]

Tierart	Frankreich CORPEN 1 %	Frankreich CORPEN 2%	Deutschland RAM %
Ferkel	- 9	- 18	- 14
Vormast/Endmast	- 17	- 30	- 19
Eber und Sauen	- 17	- 27	- 19 bis – 22
Broiler			- 10
Puten			- 9
Legehennen			- 4

Tabelle 4.4: Prozentuale Minderung der Stickstoff (N)-Emissionen, wie mit den Referenzfütterungsprogrammen erreicht, verglichen mit den Standardausscheidungswerten in Frankreich und Deutschland [108, FEFANA, 2001]

Tierart	Belgien %	Frankreich COPREN 1 %	Frankreich COPREN 2 %	Deutschland RAM %
Ferkel	- 31	- 11	- 29	- 22
Vormast/Endmast	- 18	- 31	- 44	- 29
Eber und Sauen	- 19	- 21	- 35	- 21
Broiler	- 38			- 25
Puten				- 36
Legehennen	- 24			- 24

Tabelle 4.5: Vergleich der prozentualen Minderung von der Diphosphorpentoxid-(P_2O_5)-Emission durch die Referenzfütterungsprogramme, im Vergleich mit den Standardausscheidungswerten in Belgien, Frankreich und Deutschland [108, FEFANA, 2001]

Medienübergreifende Effekte: Gutes Nährstoffmanagement ist die wichtigste Präventivmaßnahme zur Verringerung der Umweltbelastung, dazu zählen die Begrenzung überschüssiger Nährstoffaufnahme und/oder Verbesserung der Nährstoffeffizienz der Tiere. Minderung der Emissionen von Stickstoff und Veränderungen der Struktur und Eigenschaften der Wirtschaftsdünger (pH, Trockenmassegehalt) beeinflussen die N-Emission

aus den Ställen, aus den Wirtschaftsdüngerlagerstätten und bei der Ausbringung der Wirtschaftsdünger und mindern damit die Belastung von Boden, Wasser und Luft, Geruchsbelästigungen eingeschlossen.

Es sollte in diesem Zusammenhang jedoch darauf hingewiesen werden, dass genetische Selektion in Richtung besserer Futterverwertung mit einer Steigerung der Wachstumsraten verknüpft ist. Eine hohe Wachstumsrate kann zur Beeinträchtigung des Bewegungsapparates und zur systematischen Futterunterversorgung der Elterntiere führen (bei ad libitum-Fütterung der Elterntiere stellen sich Reproduktionsschwierigkeiten ein). Folglich muss eine vernünftige Balance zwischen der Verbesserung der Wachstumsrate und möglichen Tierschutzproblemen gefunden werden.

Betriebstechnische Daten: Für jedes der drei nachstehend genannten Länder (Belgien, Frankreich, Deutschland) wurden die Minderungsraten mit vorgegebenen Standard-Futterrationen (Tabelle 4.7) erreicht. Im belgischen Beispiel lagen drei definierter Futtertypen vor:

1: niedriger Stickstoffgehalt,
2: niedriger Phosphorgehalt,
3: niedriger Stickstoff- und Phosphorgehalt.

Das Futter mit niedrigem Phosphorgehalt ist durch einen Vertrag zwischen den Futtermittelherstellern und der Regierung [174, Belgien, 2001] rechtlich anerkannt.

In Deutschland wurden die RAM-Fütterungsprogramme, mit niedrigen Stickstoff- und Phosphorgehalten von Landwirten und Futtermittelherstellern entwickelt. Sie basieren ebenfalls auf Verträge, die der Aufsicht durch die regionalen Landwirtschaftskammern unterliegen.

In Frankreich empfiehlt das CORPEN-Programm eine Zweiphasenfütterung für jedes physiologische Wachstumsstadium (z.B. Saugferkel/Absetzferkel/, säugende/tragende Sauen, Vormast/Endmast) die jeweils auf angepasste Protein- und/oder Phosphorrationen basieren.

Sollte sich das Fütterungsprogramm von den eingesetzten Fütterungsspezifikationen unterscheiden und/oder effizienter sein, kann auf Regressionsmodelle zurückgegriffen werden, um die tatsächlich ausgeschiedenen Mengen als Funktion der Futterzusammensetzung (Protein- und/oder Phosphorgehalt) zu errechnen. So ist beispielsweise der in Belgien verwendete Satz Gleichungen in Tabelle 4.6 dargelegt; in Frankreich berücksichtigt die „einfache Bilanz“ in der Schweinehaltung die wichtigsten die Ausscheidungen beeinflussenden Faktoren, d.h. Fütterungstechnik und damit erreichte Leistung. Dies ist als Kalkulationsblatt und als Computermodell veröffentlicht worden.

Tierarten	Stickstoff (N)-Bruttoausscheidung (kg/Tier/Jahr)	Diphosphorpentoxid (P2O5)-Ausscheidung (kg/Tier/Jahr)
Ferkel, Körpergewicht 7 – 20 kg	Y = 0,13 X – 2,293	Y = 2,03 X – 1,114
Andere Schweine zwischen 20 und 110 kg	Y = 0,13 X – 3,018	Y = 1,92 X – 1,204
Andere Schweine > 110 kg	Y = 0,13 X + 0,161	Y = 1,86 X + 0,949
Sauen, incl. Ferkel < 7 kg	Y = 0,13 X + 0,161	Y = 1,86 X + 0,949
Eber	Y = 0,13 X + 0,161	Y = 1,86 X + 0,949
Legehennen (inkl. Legehennen-Elterntiere)	Y = 0,16 X – 0,434	Y = 2,30 X – 0,115
Junghennen (Legehennen in der Aufzucht)	Y = 0,16 X – 0,107	Y = 2,33 X – 0,064
Broiler	Y = 0,15 X – 0,455	Y = 2,25 X – 0,221
Broiler-Elterntiere	Y = 0,16 X – 0,352	Y = 2,30 – 0,107
Broiler-Elterntierjunghennen (i.d. Aufzucht)	Y = 0,16 X – 0,173	Y = 2,27 – 0,098
Y = N- bzw. P_2O_5-Emission (kg) je Tier und Jahr X = Rohprotein (CP) bzw. Phosphor (P)-Verzehr (kg) je Tier und Jahr		

Tabelle 4.6: Beim belgischen Modell eingesetzte Regressionsgleichungen zur Errechnung der Ausscheidungsmengen [108, FEFANA, 2001]

Tierart		Belgien MAP	Frankreich CORPEN 1	Frankreich CORPEN 2	Deutschland RAM
Ferkel	Fütterungs-programm	(7 – 20 kg): Futter mit niedrigem Phosphorgehalt	2-Phasen-Fütterung	2-Phasen-Fütterung	
	Rohprotein		Saugferkel: 20,0 % Absetzferkel (< 28 kg): 18,0 %	Saugferkel 20% Ferkel (< 28 kg): 17,0 %	Ferkel (< 30 kg): 18,0 %
	Phosphor	(7 – 20 kg): 0,60%	Saugferkel 0,85% Absetzferkel (< 28 kg): 0,70%	Saugferkel: 0,77% + Phytase Absetzferkel (<28 kg): 0,60%+Phytase	Ferkel (< 30 kg): 0,55%
Mastschweine in der Vor- und Endmast	Fütterungs-programm	2-Phasen-Fütterung	2-Phasen-Fütterung	2-Phasen-Fütterung	2-Phasen-Fütterung
	Rohprotein		Vormast (28 – 60 kg): 16,5% Endmast (60 – 108 kg): 15,0%	Vormast (28 – 60 kg): 15,5 % Endmast (60 – 108 kg): 13,0%	Vormast (< 60 kg): 17,0% Endmast (> 60 kg): 14,0%
	Phosphor	Vormast (20–40 kg): 0,55% Endmast (40–100 kg): 0,50%	Vormast (28 – 60 kg): 0,52% Endmast (60–108 kg): 0,45%	Vormast (28 – 60 kg): 0,47%+Phytase Endmast (60–108 kg): 0,40%+Phytase	Vormast (< 60 kg): 0,55% Endmast (> 60 kg): 0,45%
Sauen	Fütterungs-programm	Futter mit niedrigem Phosphorgehalt	2-Phasen-Fütterung	2-Phasen-Fütterung	2-Phasen-Fütterung
	Rohprotein		säugende Sauen: 16,5% tragende Sauen: 14,0%	säugende Sauen: 16,0% tragende Sauen: 12,0%	säugende Sauen: 16,5% tragende Sauen: 14,0%
	Phosphor	0,60%	säugende Sauen: 0,65% tragende Sauen: 0,50%	säugende Sauen: 0,57% + Phytase tragende Sauen: 0,42%+ Phytase	säugende Sauen: 0,55% tragende Sauen: 0,45%
Broiler	Fütterungs-programm	2-Phasen-Fütterung			
	Rohprotein				Starter (1 – 10 Tage): 22,0% Vormast (11–29 Tage): 20,5% Endmast (30–40 Tage): 19,5%
	Phosphor	Vormast (<2 Wochen): 0,60% Endmast (>2 Wochen): 0,55%			Starter (1 – 10 Tage): 0,70% Vormast (11–29 Tage): 0,55% Endmast (30–40 Tage): 0,50%
Legehennen	Fütterungs-programm	Futter mit niedrigem Phosphorgehalt			
	Phosphor	0,50%			

MAP *Manure Action Plan (Wirtschaftsdünger- Aktionsplan; gesetzlich verankert seit März 2000)*
CORPEN *Französisches Fachgremium, dass die Möglichkeiten und Optionen einer Senkung der landwirtschaftlich verursachten Umweltverschmutzung mit N und P untersucht*
RAM *Deutsche Abkürzung für Rohprotein-angepasste Futtermischung*

Tabelle 4.7: Fütterungsmanagementsysteme in Belgien, Frankreich und Deutschland: Typische Eigenschaften der Referenz-Futterrezepturen

Eignung: Fütterungsmanagementsysteme, die sich auf praktische Erfahrungen stützen, sind in einigen EU-Mitgliedsstaaten bereits eingeführt.

- **Monitoring des Nährstoff-Input-/-Output**
  In den Gebieten, wo hohe Umweltbelastung auf die Intensivtierhaltung zurückzuführen ist, müssen Landwirte über ihren Stickstoff- und/oder Phosphateinsatz Buch führen. Das Buchführungssystem überwacht die Input- und Outputströme auf Betriebsebene. Beispiele behördlicher Instrumentarien hierfür sind: Das Anlagen-Umweltschutzgesetz (ICPE) in Frankreich, der Wirtschaftsdüngeraktionsplan (MAP) in Belgien, das Stickstoffbuchführungssystem (MINAS) in den Niederlanden und die Dünge-Verordnung (DüngeV) in Deutschland.

- **Schätzungen der Stickstoffemission aus dem Wirtschaftsdünger auf Basis der Futtereigenschaften**
  Die Stickstoffemission ist eng mit der Zufuhr von Stickstoff verbunden, deshalb sollte die Berechnung auf Grundlage der Futtereigenschaften erfolgen, wie dies in jenen Mitgliedsländern geschieht, wo Fütterungsmanagementsysteme bereits in der Praxis eingeführt sind. Hinweise zu den in Frankreich (CORPEN), Belgien (MAP) und Deutschland (RAM) eingesetzten Verfahren befinden sich in dem Kapitelabschnitt über erzielte Umweltvorteile.

Kosten: Die Abschätzung von Kosten und Nutzen fütterungstechnischer Maßnahmen, die auf eine reduzierte Emissionsbelastung durch intensive landwirtschaftliche Tierhaltung abzielen, sind komplex. Die potenziellen wirtschaftlichen und umweltspezifischen Vorteile der Managementmaßnahmen zur Verringerung der stickstoffspezifischen Umweltbelastung sind Gegenstand eines unlängst veröffentlichten Berichts des Landwirtschaftlichen Forschungsinstituts der Niederlande [77, LEI, 1999]. Dieser Bericht bewertet den Effekt der gegenwärtigen und geplanter Änderungen der europäischen Politik zum Stickstoffverschmutzungsgrad auf nationaler, regionaler und landwirtschaftlicher Betriebsebene anhand unterschiedlicher Projektionsmodelle und vergleicht ähnliche Ansätze.

So wird besonderer Schwerpunkt auf die Tatsache gelegt, dass für eine Verringerung des Futterproteingehalts über einen höheren Getreideanteil in der Ration Änderungen des Getreidepreises von Bedeutung sind für die Aufrechterhaltung des Fütterungsmanagementprogramms. In diesem Zusammenhang ist die Erwartung an die Auswirkungen der Reform der GAP groß. Wobei allerdings angemerkt werden muss, dass der in der EU ermittelte Getreidepreis nicht unabhängig ist, sondern vielmehr mit dem Sojapreis in Relation steht, der wiederum durch den Weltmarkt bestimmt wird. Und dieses Kostenniveau beeinflusst die ökonomische Realisierbarkeit von Managementmaßnahmen in der Fütterung so sehr, dass niedrige Sojapreise zu hohem Proteingehalt im Futter führen können. Im Zuge der GAP-Reform ist die Beimischung höherer Getreidemengen begünstigt worden, wobei sich die Kosten der Umsetzung proteinreduzierter Futterrationen, verglichen mit den derzeitigen Normen, entsprechend verringert haben (Tabelle 4.8).

	Schweine		**Geflügel**	
	derzeitige Ration	**proteinangepasste Ration**	**derzeitige Ration**	**proteinangepasste Ration**
Kostenindex				
GAP – 1988	100	103	100	101
GAP – 1994	89	92	88	88
GAP – 2000	73	74	74	74
N-Futtergehalts-Index (kg N/t Futter)				
GAP – 1988	100	85	100	96
GAP – 1994	97	83	99	95
GAP – 2000	88	83	96	93

Tabelle 4.8: Kostenindex für Mischfutter und Stickstoffgehalt gemäß Tierfütterungsmanagement [77, LEI, 1999]

Es kann geschlussfolgert werden, dass "die Anwendung präventiven Fütterungsmanagements als Mittel zur Verringerung der Stickstoffemissionen auf (landwirtschaftlicher) Betriebsebene wirtschaftlich mit einer Behandlung/Aufbereitung überschüssigen Wirtschaftsdüngers konkurrenzfähig ist". Im Bericht wird außerdem davon ausgegangen, dass die Vorschriften für die Ausbringung von Wirtschaftsdünger strenger werden und die Behandlung des überschüssigen Wirtschaftsdüngers (entsprechend) teuerer wird.

In einigen Regionen, Flandern und die Niederlande ausgenommen, könnte ein erhöhter Getreideanteil im Futter ausreichen, um den Futterproteingehalt auf ein Niveau zurückzuführen, das auf regionaler Ebene bewältigt werden kann. Zusätzliche fütterungsspezifische Managementmaßnahmen werden aber den Intensivtierhaltungsbetrieben zugute kommen, die selbst nicht über ausreichende Flächen verfügen, um den Wirtschaftsdünger verwerten zu können.

Der Europäische Verband der Tierfutterzusatzstoffhersteller (FEFANA) vertritt die Auffassung, dass die Kosten und Wirtschaftlichkeit von Fütterungsmaßnahmen vom Angebot vor Ort (Höhe des Getreidepreises), vom Vorhandensein geeigneter Flächen für die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (begrenzte Verfügbarkeit steigert den Wert solcher Fütterungsmaßnahmen) und vom Weltmarktpreis für Eiweiß-Futtermittel (hohe Preise für proteinreiche Futtermittel machen das Ergreifen solcher Fütterungsmaßnahmen möglich) abhängen. Die zu erwartenden Weltmarkt- und EU-Markttrends tendieren in Richtung auf niedrigere Getreidepreise, höhere Preise für Eiweiß-Futtermittel wie Sojaschrot, und die Verfügbarkeit zunehmend großer Mengen industriell erzeugter Aminosäuren; dies führt insgesamt zu einer Senkung der Kosten von Fütterungsmaßnahmen, die auf eine Minderung der Stickstoffemission aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung abzielen. Allerdings ist es nicht möglich, einen einzigen Richtwert für die Beurteilung der mit derartigen Fütterungsprogrammen verbundenen Kosten aufzustellen, weil die Preisschwankungen am Markt für Futtermittel zu groß sind, um eine allgemeine Kostenschätzung ableiten zu können. Als allgemein gültige Regel kann jedoch angenommen werden, dass sich die zusätzlichen Futterkosten für Schweine und Geflügel im Bereich zwischen 0 und 3% der Gesamtfutterkosten bewegen. (Nach FEFAC-Schätzungen betragen die Mehrkosten beim Geflügel 2 bis 3 % und bei Mastschweinen 1 bis 1,5% [169, FEFAC, 2001]). In Zeiten extrem niedriger Sojaschrotpreise könnten die zusätzlichen Futterkosten bis auf ungefähr fünf Prozent ansteigen [171, FEFANA, 2001].

Treibende Kraft zur Einführung: Die Anwendung fütterungstechnischer Maßnahmen unterliegt hauptsächlich dem Einfluss der Marktpreise für Getreide und Soja. Potenzielle Kosteneinsparungen könnten dort zu einer treibenden Kraft werden, wo fütterungsspezifische Maßnahmen die Notwendigkeit verringern, auf Techniken zur Emissionsminderung aus dem Stall, den Wirtschaftsdüngerlagerstätten und der Ausbringung zurückgreifen zu müssen.

Referenzbetriebe: Viele landwirtschaftliche Betriebe, die in stickstoffsensiblen Gebieten (nach Nitrat-Richtlinie) liegen, wie etwa in der Bretagne, den Niederlanden, Belgien und Deutschland, sind an nährstoffseitige Beschränkungen gebunden, um die von ihnen verursachte Umweltbelastung zu begrenzen. [171, FEFANA, 2001].

In Frankreich hat sich seit Veröffentlichung der CORPEN-Empfehlungen für Schweine (1996) die 2-Phasen-Fütterung mit Niedrigproteinrationen stark weiterentwickelt, vor allem in der Sauenhaltung. Es wurde berichtet, dass Ende 1997 fast ein Drittel aller Mastschweine und fast 60% aller Sauen nach diesem Programm gefüttert wurden [169, FEFAC, 2001] (unter Bezug auf AGRESTE Bretagne, 27, Juni 1998).

Referenzliteratur: [28, CORPEN, 1996: 29, CORPEN, 1996; 30, CORPEN, 1997], [[37, Bodemkundige Dienst, 1999], [77, LEI, 1999], [81, Adams/Röser, 1998], und [108, FEFANA, 2001].

4.2.2 Phasenfütterung

Beschreibung der Phasenfütterung in der Geflügelhaltung: In der Geflügelhaltung sind verschiedene Fütterungsstrategien entwickelt worden, die auf die Balance zwischen dem Energie- und Aminosäurebedarf der Tiere oder auf verbesserte Nährstoffaufnahme über eine verbesserte Passage durch den Verdauungskanal des Geflügels abzielen.

Bei Legehennen sieht die Methodik der Phasenfütterung eine Anpassung der Ca- und P-Gehalte im Futter an die unterschiedlichen Produktionsstadien vor. Dies setzt eine Gruppe einheitlicher Tiere voraus und einen allmählichen Übergang von einem Futtertyp zum nächsten.

Bei Broilern wird Phasenfütterung derzeit in einigen EU-Ländern angewandt. Hierbei geht es darum, die Nährstofferfordernisse Broilern in drei Phasen aufzuteilen, in denen sich der Nährstoffbedarf der Tiere deutlich

unterscheidet. In jeder Phase ist die Futterverwertung zu optimieren (FCR). Ein leicht restriktives Fütterungsprogramm in der ersten Phase führt zu einer effizienteren Zuwachsrate in den Folgestadien. Proteine und Aminosäuren müssen auf hohem Niveau in ausgeglichener Form verabreicht werden. In der zweiten Phase hat sich die Verdauungsleistung des Geflügels schon so weit verbessert, dass eine größere Menge Futter mit höherem Energiegehalt verabreicht werden kann. In Phase 3 nehmen die Protein- und Aminosäuregehalte weiter ab, wobei der Energiegehalt jedoch gleich bleibt. In allen Phasen bleibt das Ca-P-Verhältnis unverändert, die Gesamtkonzentration im Futter nimmt aber ab.

Verglichen mit Broilern benötigen Puten größeres Futtermengen. Der Nährstoffbedarf variiert in den verschiedenen Phasen ebenso wie bei Broilern. Die erforderliche Konzentration an Proteinen und Aminosäuren nimmt mit zunehmendem Alter ab, während der Futter-Energiebedarf steigt. Je nach Art der gehaltenen Puten kann die Anzahl der Phasen im Fütterungsprogramm variieren, wobei vier bis fünf Phasen Praxis sind. In den Niederlanden wird in der Putenhaltung z. B. 5-Phasenfütterung eingesetzt, das sind fünf verschiedene Futterrezepturen. Es gibt aber auch Programme mit noch mehr Phasen und entsprechend adaptierten Futterrationen. Bei Puten werden die Futterverwertung und die erzielte Wachstumsrate auch von der Form des verabreichten Futters beeinflusst. Tests haben gezeigt, dass mit Pellets bessere Ergebnisse hinsichtlich Futterverwertung und Wachstum erzielt werden als mit geschrotetem Futter.

Beschreibung der Phasenfütterung in der Schweinehaltung: Bei Schweinen sieht Phasenfütterung eine sukzessive Verabreichung von 2 - 4 unterschiedlichen Futterrationen im Gewichtsabschnitt von 25 bis 100 – 110 kg (Schlachtgewicht) vor. Fütterungsprogramme variieren von Mitgliedstaat zu Mitgliedstaat. Das 2-Phasen-Fütterungsprogramm (25 – 60 kg und 60 – 110 kg) ist recht gut entwickelt, Weiterentwicklungen könnten aber mehr sowohl Umweltbelange als auch Wirtschaftlichkeit berücksichtigen. Italienische Fütterungsprogramme unterscheiden sich von denen anderer EU-Länder ganz erheblich, weil mit einem sehr viel höheren Schlachtgewicht (140 – 150 kg) gearbeitet wird.

Die Mehrphasenfütterung in der Schweinehaltung besteht aus einer Futtermischung, die aus Futtervormischungen hergestellt wird. Die Ration deckt den Bedarf der Aminosäuren-, Mineralstoff- und Energiebedarf der Tiere. Dies wird dadurch erreicht, dass eine nährstoffreiche Futtervormischung mit einer nährstoffarmen in regelmäßigen Abständen (von täglich bis wöchentlich) gemischt wird. Das Konzept der Mehrphasenfütterung wird derzeit auch hinsichtlich betriebstechnischer Einrichtungen für Silos und Fütterungs-/Verteileranlagen weiterentwickelt [171, FEFANA, 2001].

Versuche mit 5-Phasenfütterung und Rationen mit niedrigem RP/VE -Gehalt (Rohprotein und verdauliche Energie) sind im Vereinigten Königreich bei Schweinen in der Vor- und Endmast durchgeführt worden, wobei sich als beständiger Trend zeigte, dass der Gesamtstickstoff- und Ammonium-N-Gehalt in der Gülle von so gefütterten Schweinen niedriger lag als die mit kommerziellem 2-Rationen-Fütterungsprogramm erzielten Vergleichswerte [110, MAFF, 1999], [111, MAFF, 1999].

In der Sauenhaltung sieht die Phasenfütterung die Verabreichung von mindestens zwei unterschiedlichen Futterrationen vor: Eine für die Laktations- und eine für die Trächtigkeitsphase. Die unterschiedliche Fütterung von Sauen während Laktation und Trächtigkeit ist europaweit verhältnismäßig weit entwickelt. In einigen Fällen kann eventuell auch eine besondere Ration kurz vor dem Abferkeltermin verabreicht werden [171, FEFANA, 2001].

Erzielter Umweltnutzen

- **Broiler:** Es wurde berichtet, dass die Phasenfütterung in der Broilerhaltung eine 15- 35%ige Reduktion der N-Ausscheidung bewirkt.
- **Mastschweine:** 3-Phasenfütterung hat die Ausscheidung von Stickstoff um 3% und die von Phosphat um 5 % reduzieren können; Multiphasenfütterung bringt eine zusätzliche Reduktion der N-Ausscheidung in Höhe von 5 - 6 und der von P_2O_5 um 7 - 8 %.
- **Sauen:** Bei Sauen kann die Anwendung eines 2-Phasenfütterungsprogramms zu einer Reduktion der N-Ausscheidung von 7 % und der P_2O_5-Ausscheidung von 2 %, verglichen mit phasenloser Fütterung, führen.

Medienübergreifende Effekte: Als Haupteffekt reduziert Phasenfütterung die Ausscheidung von Nährstoffen

(N und P). Geringere Ausscheidungswerte tragen zudem zur Minderung der Emissionen aus Ställen und separaten Wirtschaftsdüngerlagerstätten bei. Gleichzeitig können Wasserverbrauch und Gülleanfall reduziert werden.

Eignung: Die Mehrphasenfütterung von Schweinen erfordert technisch hoch entwickelte und teure Anlagen für die Trockenfütterung, so dass sich dieses Konzept am besten in großen Produktionseinheiten umsetzen lässt. Aus praktischer Sicht könnte eine Drei-Phasenfütterung in der Vor- und Endmast die in der Praxis am leichtesten umsetzbare Option sein [77, LEI, 1999].
Mehrphasenfütterung kann auch mit Flüssigfütterungsanlagen durchgeführt werden, die im Übrigen immer beliebter werden. Allerdings kann die Umsetzung der Mehrphasenfütterung mit kontinuierlichen Einstallungsverfahren, wie auf kleineren Betrieben üblich, relativ kompliziert sein [173, Spanien, 2001].

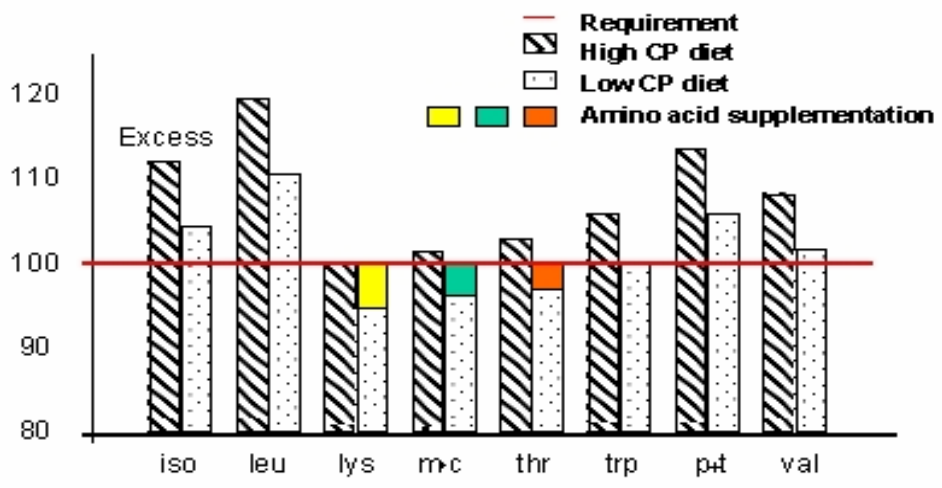
Mit einem computergestützten System ist es möglich, die jeweils richtige Mischung aus Futtermitteln mit hohem und niedrigem Nährstoffgehalt in den erforderlichen Zeitintervallen automatisch zu dosieren. Die Anwendung eines solchen Systems erfordert jedoch technisch qualifiziertes Personal [173, Spanien, 2001].

Kosten: Daten zu Kosten liegen noch nicht vor. Erwartungsgemäß dürfte Mehrphasenfütterung jedoch höhere Kosten als reguläre Phasenfütterungsprogramme verursachen, weil z.B. auch zusätzliche Kosten für zusätzliche Lagerkapazitäten für die verschiedenen Futtermittel und für Mischanlagen zu berücksichtigen sind [171, Spanien, 2001], [171, FEFANA, 2001].

Referenzliteratur: [126 LNV, 1994] [27, IKC Veehouderij, 1993] [77, LEI, 1999] [110, MAFF, 1999] [111, MAFF, 1999]

4.2.3 Zusatz von Aminosäuren zur Herstellung von Protein-angepassten, Aminosäuren-supplementierten Futterrationen für Geflügel und Schweine

Beschreibung: In der Fachliteratur wird auf diese Technik am häufigsten Bezug genommen. Ihr liegt das Prinzip zugrunde, den Tieren die für eine optimale Leistung nötige Menge an essentiellen Aminosäuren über das Futter zu verabreichen, während überschüssige Proteinaufnahme limitiert wird (Abb. 4.1). Die Rezeptur von Niedrigprotein-Rationen erfordert eine Verringerung des Anteils proteinreicher Futterkomponenten (wie Sojaschrot), bei gleichzeitigem Ausgleich über den Zusatz von Aminosäuren. Zu den kommerziell verfügbaren und zugelassenen Aminosäuren gehören Lysin (L-Lysin), Methionin (DL-Methionin und Analogprodukte), Threonin (L-Threonin) und Tryptophan (L-Tryptophan). Die Entwicklung weiterer essentieller Aminosäuren ist in Zukunft wahrscheinlich, was eine weitere Reduzierung des Futterproteingehaltes weiter erleichtern könnte [108, FEFANA, 2001].



Legende:
Requirement = Bedarf;
High CP diet = Futterration mit hohem Rohproteingehalt;
Low CP diet = Futterration mit niedrigem Rohproteingehalt;
Amino acid supplementation = Aminosäuren-Ergänzung

Abb. 4.1: Aminosäureergänzung ermöglicht eine Verringerung der über das Futter aufgenommenen Proteinmenge, während eine adäquate Versorgung der Tiere mit Aminosäuren auch weiterhin sichergestellt ist [177, LEI, 1999].

Erzielter Umweltnutzen

Geflügelhaltung

- Eine Verringerung des Futterproteingehalts um einen Prozentpunkt führt bei Legehennen zu einer Reduktion der Stickstoffausscheidung um 10 % und bei Broilern, Puten und anderem Mastgeflügel zu einer Verringerung um 5 bis 10 %.
- Futterrationen mit niedrigem Proteingehalt tragen zu einer Reduktion der Ammoniakemission von Geflügelställen bei. In einem Versuch mit Broilern bewirkte eine Verringerung des Rohproteingehalts um zwei Prozentpunkte eine Reduktion der Ammoniakemission um 24 %.
- Eine 8%ige Absenkung des Wasserverbrauchs konnte als Folge eines um drei Prozentpunkte verringerten Proteingehalts im Mastfutter nachgewiesen werden [108, FEFANA, 1002].

Schweinehaltung

In einer von *Ajinomoto Animal Nutrition* zitierten Literaturstudie wurden Daten aus Feldversuchen zu den Auswirkungen von Niedrigprotein-Rationen (jedoch mit industriell erzeugten Aminosäuren ergänzt) auf den Stickstoff- und Gülleanfall in der Schweinehaltung herangezogen, und zwar aus einer großen Zahl von inner- und außereuropäischen Quellen [siehe: 99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]. Diese Versuche zeigten, dass die Stickstoffausscheidung von Schweinen im Gewichtsabschnitt von 25 bis 110 kg um zehn Prozent je Prozent geringerem Futterproteingehalt zurückging.

Weiterhin zeigten die Versuche, dass eine Verringerung des Futterproteingehalts für Schweine aller Kategorien um bis zu zwei Prozentpunkte ohne besondere technische Ausrüstung möglich ist und zu einer Reduktion der Stickstoffausscheidung um bis zu 20% führt. Allerdings ist ein Zusetzen der vier essentiellen Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan) erforderlich, um eine Minderung/Beeinträchtigung des Wachstums zu verhindern.
Die in dem Bericht angeführten Versuche zeigten Resultate von bemerkenswerter Ähnlichkeit. Eine Zusammenfassung findet sich in Tabelle 4.9.

Parameter	Auswirkungen der Rücknahme des Futter-proteingehalts um einen Prozentpunkt (%)	Einsatz von Futterrationen mit niedrigem Proteingehalt	
		Häufiger kumulativer Effekt (%)	Bester kumulativer Effekt (%)
Ausgeschiedener Gesamtstickstoff	-10	-25	-50
Ammoniakgehalt in der Gülle	-10	-30	-50
pH-Wert der Gülle	-	-0,5 Punkte	-1 Punkt
Ammoniakemission in die Luft	-10	-40	-60
Wasserverbrauch (ad libitum-Angebot)	-2 bis -3	-10	-28
Güllevolumen	-3 bis -5	-20	-30

Tabelle 4.9: Zusammenfassung der Auswirkungen einer Reduktion des Futterproteingehalts und des Einsatzes von Niedrigprotein-(Futter)rationen auf Stickstoffausscheidung und Ammoniakemission [199, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]

Futterrationen mit niedrigem Proteingehalt reduzieren auch die Emission von Geruchsstoffen wie H_2S [108, FEFANA, 2001] (Bezugnahme auf Hobbs et al., 1996).

Der Beitrag, der mit fütterungsspezifischen Maßnahmen zur tatsächlichen Reduktion von Emissionen aus Tierhaltungsanlagen erreicht werden kann, variiert in Abhängigkeit von einer Reihe von Faktoren, wie etwa Lufttemperatur im Stall, Luftgeschwindigkeit und der Wirtschaftsdüngeroberfläche.

Gleichzeitig reduzieren solche Futterrationen auch den Wasserverbrauch der Tiere. Was wiederum zur Wassereinsparung und einem geringeren Volumen an zu verwertendem Wirtschaftsdünger führt. Mit einem höheren Gehalt an Trockenmasse kann die Gülle überdies an Düngewert gewinnen.

Medienübergreifende Effekte: Mit Aminosäuren ergänzte Niedrigproteinrationen, wie in den oben beschriebenen Versuchen eingesetzt, hatten keinen Einfluss auf Wachstum, Futterverwertung oder Stickstoffretention der so gefütterten Schweine.

Betriebstechnische Daten: Betriebstechnische Daten zu besagten Schweinefütterungsversuchen wurden nicht übermittelt. Das Gewicht der Tiere lag im Allgemeinen zwischen 25 und 110 kg Lebendgewicht, das Fütterungsprogramm variierte zwischen 2- und Multiphasenfütterung.

Eignung: Der praktische Einsatz von Niedrigproteinrationen ist an keine besonderen technischen Voraussetzungen geknüpft. Die eingesetzten Rohproteingehalte können jedoch von Land zu Land variieren.

Die Körperwärmeproduktion wurde durch die Verabreichung von Niedrigproteinrationen reduziert. Dies wird als Vorteil angesehen, vor allem während der heißen Sommermonate in den EU-Mitgliedsländern im Mittelmeerraum. Bei säugenden Sauen tritt dieser Effekt noch deutlicher in Erscheinung.

Unter den im Vereinigten Königreich (GB) vorherrschenden Bedingungen weisen Ernährungswissenschaftler für Geflügel darauf hin, dass Tryptophan, das derzeit dem Futter nicht zugesetzt wird, für Legehennen im Alter zwischen 8 und 40 Wochen zur limitierenden Aminosäure wird. Somit ist Futter mit einem Rohproteingehalt von 15,5 – 16,5 % (Tab. 5.5) schon aus rein technischen Gründen nicht verfügbar, so dass unter britischen Verhältnissen für diese Geflügelkategorie mit einem höheren Rohproteingehalt gearbeitet werden muss.

Für die Schweinevor- und –endmast in GB, wo die Schlachtung bereits bei relativ niedrigen Körpergewichten erfolgt und der Genotyp der Tiere auf Maximierung des Magerfleischansatzes hin entwickelt ist, dürften selbst Werte aus dem in Tab. 5.1 aufgeführten oberen Bereich aus rein technischen Gründen nicht verfügbar sein. Unter den dort vorherrschenden Bedingungen können höhere Rohproteingehalte eingesetzt werden und dennoch, über die gesamte Lebensdauer der Schweine eine niedrigere Gesamt-N-Zufuhr erreicht werden.

Die Vorgehensweise bei der Reduktion stickstoffbedingter Umweltverschmutzung kann auf breiter Basis ohne weiteres umgesetzt werden, weil:

- nur geringe Investitionen und keine baulichen Veränderungen auf Betriebsebene erforderlich sind, und
- weil ein Futtermischwerke im Allgemeinen eine große Anzahl von Betrieben beliefern, wodurch sich die Kosten für eine betriebsindividuelle -Formulierung der Futtermittelrezeptur entsprechend verringern.

Kosten: Eine allgemeine Erläuterung zur Kostenbeurteilung des Fütterungmanagements ist in Abschnitt 4.2.1 nachzulesen. Für die Verabreichung von Niedrigproteinrationen bedarf es keiner besonderen technischen Einrichtungen und auch keiner Neuinvestitionen; eventuell sind aber zusätzliche Kosten für die Futtermittelrezepturen/-zusammenstellung zu beachten. Bei den Kostenschätzungen für fütterungsspezifische Maßnahmen sind folgende Faktoren berücksichtigt:

- zusätzliche Futterkosten
- Einsparungen bei den Wasserkosten
- Einsparungen bei den Kosten für Gülletransport und -behandlung oder für die Ausbringung
- Einsparungen bei den Kapitalinvestitionen, z.B. im Hinblick auf reduzierte Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger.

Um die Auswirkungen Rohprotein reduzierter Futterrationen zu veranschaulichen, sind entsprechende Berechnungen zwar angestellt worden, die Ergebnisse sind jedoch abhängig von den Annahmen für die Kostenfaktoren. Während in einer Veröffentlichung von einem Anstieg der Futterkosten im Bereich zwischen 1 und 3% [116, MAFF, 1999] ausgegangen wird, wird in einer anderen Veröffentlichung von Kosteneinsparungen in Höhe von ca. 3% dank reduzierter Futterkosten ausgegangen [115, Rademacher, 2000].

Aus Portugal wird von einem 5,5- bis 8%igen Anstieg der Futterkosten für Aufzuchtferkel und Endmastschweine berichtet, wenn der Rohproteingehalt um 2,0 bis 2,5% verringert und die Futterration durch Aminosäurezusatz ausgeglichen wird. In der Sauenhaltung belief sich diese Kostensteigerung auf 2,9 und 4,9% für tragende bzw. säugende Sauen. Diese Berechnungen basieren auf den Futterrohstoffpreisen vom Mai 2001. Was die Schwankungen der Futterrohstoffkosten, insbesondere proteinreicher Inhaltsstoffe, und die in der Futterkostenkalkulation berücksichtigten Faktoren betrifft, wären zusätzliche Kosteninformationen von den

einzelnen Mitgliedsstaaten hilfreich [201, Portugal, 2001].

Referenzbetriebe: Aminosäuren ergänzte Niedrigproteinrationen werden in gewissem Ausmaß in einigen Gebieten mit intensiver Tierproduktion bereits eingesetzt.

Referenzliteratur: [77, LEI, 1999], [82, Gill, 1999], [100, MLC, 1998], [108, FEFANA, 2001], [115, Rademacher, 2000] und [116, MAFF, 1999]

4.2.4 Zusatz von Phytase zur P-angepassten, Phytase-supplementierten Futterrationen für Geflügel und Schweine

Beschreibung: Zu diesem Verfahren existiert bereits eine Vielzahl von Veröffentlichungen aus der Praxis und der Wissenschaft. In Form von Phytat ist Phosphor Schweinen und Geflügel normalerweise nicht verfügbar, da ihnen die entsprechende Enzymaktivität im Verdauungstrakt fehlt. Mithin zielt dieses Verfahren im Prinzip darauf ab, den Tieren einerseits die entsprechende Menge verdaulichen Phosphors über das Futter zu verabreichen, durch die optimale Leistung und Erhaltungsbedarf sichergestellt werden, während andererseits die Ausscheidung des normalerweise in Pflanzen enthaltenen nicht verdaulichen Phytat-Phosphors limitiert wird (Tabelle 4.10). Die Formulierung einer Niedrigphosphorration kann durch folgende Maßnahmen erzielt werden:

1. Zusatz von Phytase
2. Steigerung der Verfügbarkeit von Phosphor in pflanzlichen Futterstoffen/mitteln
3. Verringerung des Einsatzes anorganischer Phosphate im Futter/in Futtermitteln.

In der EU sind derzeit vier Phytase-Vormischungen als Futterzusatzstoffe zugelassen (Richtlinie 70/524/EWG, Kategorie N). Die Zulassung neuer Phytaseprodukte wird von einer entsprechenden Produktbewertung abhängig gemacht, die die Wirksamkeit für die jeweils ausgewiesenen Tierkategorien garantieren sollte.
Von einigen Pflanzenzuchtbetrieben werden zurzeit neue Ansätze geprüft. Entwickelt werden Sorten mit hoher Phytaseaktivität und/oder niedrigem Phytinsäuregehalt [173, Spanien, 2001].

Futtermittel	Gesamt-P (%)	Phytat-P (%)	Phytaseaktivität (U/kg)
Mais	0,28	0,19	15
Weizen	0,33	0,22	1193
Gerste	0,37	0,22	582
Triticale	0,37	0,25	1688
Roggen	0,36	0,22	5130
Hirse	0,27	0,19	24
Weizenkleie	1,16	0,97	2957
Reiskleie	1,71	1,1	122
Sojaschrot	0,61	0,32	8
Erdnussschrotmehl	0,68	0,32	3
Rapsschrot	1,12	0,4	16
Sonnenblumenschrot	1	0,44	62
Erbsen	0,38	0,17	116

Tabelle 4.10: Gesamtphosphor, Phytat-Phosphor und Phytaseaktivität in ausgewählten pflanzlichen Futtermitteln [170, FEFANA, 2002] unter Bezugnahme auf J. Broz, 1998

Erzielter Umweltnutzen: Die nachstehend für Schweine und Geflügel aufgeführten Daten lassen sich in vielen Veröffentlichungen über den Einsatz von Phytase in Futtermitteln nachlesen. Sie stellen eine Zusammenfassung der Resultate dar, die mit unterschiedlichen Futterrationen unter unterschiedlichen Bedingungen erreicht wurden, wobei die Angaben der jeweils möglichen Minderungseffekte relativ zum Referenzverfahren angegeben sind.
Schweine

- Durch den Zusatz von Phytase zum Futter verbessert sich die Verdaulichkeit pflanzlichen Phosphors um 20 – 30% für Ferkel, 15 – 20% für Schweine in der Vor- und Endmast, und ebenfalls für Sauen;

- Generell gilt, dass eine durch den Einsatz von Phytase ermöglichte Herabsetzung des Phosphorgehalts im Futter um 0,1% bei Ferkeln zu einer Reduktion der Phosphorausscheidung von 35 – 40% führt, bei Schweinen in der Vormast und Endmast von 25 – 35%, und bei Sauen von 20 – 30%.

Geflügel

- Wird Phytase dem Futter zugesetzt, führt dies bei Broilern, Legehennen und Puten zu einer Verbesserung der Verdaulichkeit pflanzlichen Phosphors um 20 bis 30 Prozentpunkte, wobei die Schwankungsbreite mit dem Phytat-Phosphorgehalt der bei der Rationszusammenstellung verwendeten Futtepflanzen korreliert ist;
- Generell kann man davon ausgehen, dass eine durch den Einsatz von Phytase ermöglichte Reduktion des Gesamtphosphorgehalts im Futter um 0,1% bei Legehennen und Broilern zu einer um mehr als 20% reduzierten Phosphorausscheidung führt.

Mit Phytase ergänzte Niedrigphosphorrationen, wie in den Versuchen verabreicht, führten im Vergleich zu den Referenzrationen mit höherer Phosphorkonzentration zu keinerlei Beeinträchtigung der Wachstums-, Futterverwertungs- oder Legeleistung.

Eine mit dem Zusatz von Phytase verbundene Reduktion des Phosphorgehalts sollte immer im Hinblick auf die Mischfutterrezeptur im Allgemeinen erfolgen, um ein ungünstiges Phosphor-Kalzium-Verhältniss zu vermeiden. Auf landwirtschaftlicher Betriebsebene bedarf es keiner besonderen technischen Ausrüstung, um mit Phytase-ergänzten Niedrigphosphorrationen zu arbeiten.

Medienübergreifende Effekte: Erst kürzlich konnte nachgewiesen werden, dass Phytase nicht nur die Verdaulichkeit von Phosphor, sondern auch die von Protein verbessert [170, FEFANA, 2002] (unter Bezugnahme auf Kies et al., 2001).

Betriebstechnische Daten: Betriebstechnischen Daten liegen zurzeit noch nicht vor. Es kann jedoch festgehalten werden, dass Phytasen Futterzusatzstoffe sind, deren Effizienz hinsichtlich der Phosphorverdaulichkeit durch das SCAN (Scientific Committee on Animal Nutrition) als vorteilhaft beurteilt wurde.

Eignung: In Futtermitteln kann Phytase als Pulver, Granulat oder in flüssiger Form eingesetzt werden. Pulver- und granulatförmige Phytase eignen sich jedoch nur für Herstellungsprozesse, bei denen nicht mit übermäßig hohen Temperaturen (bis 80 – 85°C) gearbeitet wird. Zu beachten ist auch, dass die Stabilität von einem zum anderen Produkt variieren kann; Angaben zum Stabilitätsverhalten werden üblicherweise mitgeliefert, bzw. können vom Futtermittellieferanten abgerufen werden.

Flüssige Phytase ist geeignet für Herstellungsverfahren mit hohen Prozess-Temperaturen. In solchen Fällen muss eine speziell für die Flüssigzugabe nach dem Pelletiervorgang konzipierte Maschine zur Verfügung stehen. Von einigen Futtermittelherstellern werden derlei Anlagen für die Enzymapplikation bereits eingesetzt.

Auf landwirtschaftlicher Betriebsebene selbst müssen keinerlei zusätzliche Voraussetzungen erfüllt sein, um Phytase supplementierte, Phosphorangepasste Rationen einzusetzen, sofern der Einsatz unter vergleichbaren Bedingungen erfolgt (1-Phasen- oder Mehrphasen-Fütterungsprogramme).Dieser Ansatz zur Reduktion phosphorbedingter Umweltverschmutzung kann ohne weiteres auf breiter Basis in die Praxis umgesetzt werden, weil

- der Einsatz von pulverförmiger oder granulierter Phytase keinerlei Investitionen erfordert, auch wenn Futtermittehersteller für den Einsatz von Flüssigphytase eine gewisse Investition tätigen müssen;
- in landwirtschaftlichen Betrieben keinerlei bauliche Veränderungen nötig sind; und
- ein Futtermittelhersteller im Allgemeinen eine große Anzahl von Betrieben beliefert [170, FEFANA, 2002].

Kosten: Eine allgemeine Erläuterung zur Kostenschätzung des Fütterungmanagements ist in Abschnitt 4.2.1 nachzulesen. Um Phytase ergänztes Futter mit niedrigem Phosphorgehalt zu verwenden, bedarf es auf landwirtschaftlicher Betriebsebene keiner speziell für diesen Zweck konstruierten Anlagen und keinerlei zusätzlicher Investitionen. Vielmehr kann eine Anpassung der Ration - durch den Zusatz von Phytase und die Anpassung der Nährstoffgehalte - zu einer Verringerung der Futterkosten führen [170, FEFANA, 2002].

Referenzbetriebe: Seit der Markteinführung des ersten Phytaseprodukts vor über zehn Jahren hat die Futtermittelindustrie Phytase ergänzte Futterrationen mit niedrigem Phosphorgehalt insbesondere in Regionen mit intensiver Tierhaltung produziert – aber nicht nur dort. Nach dem Verbot des Einsatzes von Fleisch- und Knochenmehl hat sich diese Art der Futterzusammensetzung für Schweine und Geflügel sowohl in der EU als auch in Ländern der Dritten Welt stark weiterentwickelt [170, FEFANA, 2002].

Referenzliteratur:

- FEFANA, 2000 – WP ‚Enzymes and Micro-organisms' contribution to BREF document
- Broz J 1998 – Feeding strategies to reduce phosphorous excretion in poultry– 01-03-12-1998 – 136 – 141 pp.
- Kies, A.K., K.H.F. von Hemert und W.C. Sauer, 2001 – Effect of phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilisation.. World's Poultry Science Journal, 57, 109 – 126

4.2.5 Leicht verdauliche anorganische Futterphosphate

Beschreibung: Anorganische Futterphosphate gehören zur Kategorie der mineralischen Futterinhaltsstoffe. In der Richtlinie 96/25/EC, Teil B, Kapitel 11, sind verschiedene Futterphosphat-Typen aufgeführt. Diese unterscheiden sich hinsichtlich Mineralgehalt und chemischer Zusammensetzung, und weisen infolgedessen auch eine unterschiedliche Phosphorverdaulichkeit auf. Der Einsatz besser verdaulicher anorganischer Futterphosphate bringt günstige Auswirkungen auf die Nährstoffausscheidung und damit auch auf die Umwelt mit sich [198, CEFIC, 2002].

Erzielter Umweltnutzen: Die Nutzung hochverdaulicher Futterphosphate in Futtermittel führt zu niedrigeren Phosphorgehalten der verabreichten Rationen und somit zu einer Reduktion Nährstoffemissionen in die Umwelt. Beispiele hierfür finden sich in Tabelle 4.11.

Futter-phosphat	Verdaulichkeit (%)	Zusatzmenge (%)	Zusatzmenge (Gramm P)	Resorbiertes P[1)] (g)	Ausgeschiedenes P[1)] (g)
Defluoriertes Phosphat	59	1,56	28,0	16,5	11,5
Monokalzium-phosphat	84	0,87	19,6	16,5	3,1
[1)] aus dem anorganischen Futterphosphat					

Tabelle 4.11: Berechnung der reduzierten Phosphorausscheidung auf Basis der Verdaulichkeit für Geflügel ([189, CEFIC, 2002] unter Bezugnahme auf von der Klis und Versteegh (1996) zur prozentualen Verdaulichkeit

Aus obigem Rechenbeispiel ist klar ersichtlich, dass die Verwendung hochverdaulicher Futterphosphate anstatt solcher von geringerer Qualität einen bedeutenden Umweltnutzen mit sich bringt. Die gleiche Berechnung kann auch für Schweine angestellt werden, wobei sich dieselbe Reduktion der Phosphorausscheidung ergibt.

Eignung: In Abhängigkeit von den physikalischen Eigenschaften des Endprodukts werden Futterphosphate Futtermitteln entweder in Pulver- oder Granulatform zugesetzt. Die chemische Zusammensetzung anorganischer Futterphosphate und ihr Gehalt an verdaulichem Phosphor lassen sich im Voraus bestimmen, was z.T. auf ihre Unempfindlichkeit gegenüber unterschiedlichen Verfahrensbedingungen (wie Hitze oder Feuchtigkeit) zurückzuführen ist. In der Praxis lässt sich der Einsatz hochverdaulicher Futterphosphate ohne jede Schwierigkeit umsetzen. Seit Phosphate in dem auf landwirtschaftlichen Betrieben verwendeten Alleinfutter oder Mineralfutter verwendet werden, sind hochverdauliche Futterphosphate ein gängiges, verfügbares Produkt, das weder auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe noch der Mischfutterhersteller zusätzliche Investitionen erfordert [198, CEFIC, 2002].

Kosten: Eine allgemeine Erläuterung zur Kostenbeurteilung des Fütterungsmanagements ist in Abschnitt 4.2.1 nachzulesen. Für den Landwirt ergeben sich aus einem Wechsel zu hochverdaulichen anorganischen Futterphosphaten keinerlei zusätzliche Kosten. Futterphosphate werden üblicherweise auf Basis ihres

Gesamtphosphorgehalts vertrieben. Bei hochverdaulichen anorganischen Futterphosphaten liegen der Kalkulation der Gehalt an verdaulichem Phosphor und der sparsamere Gebrauch gegenüber anderen Futterphosphaten zugrunde. Niedrigere Einsatzmengen bringen sowohl dem Landwirt als auch dem Mischfutterhersteller Einsparungen. Es wird weniger Phosphor ausgeschieden, wodurch sich für den Landwirt die Wirtschaftsdüngeraufbereitungskosten ebenfalls reduzieren [198, CEFIC, 2002].

Referenzbetriebe: In Gegenden mit Intensivtierhaltung und entsprechenden Umweltproblemen sind einige Futtermittelhersteller und Tierproduzenten bereits dazu übergegangen, besser verdauliche anorganische Futterphosphate einzusetzen. Dies hat sich vornehmlich in den Niederlanden vollzogen, wo es durch diesen Wechsel keinerlei negative Auswirkungen auf die Tierleistung gegeben hat, positive Auswirkungen auf die Phosphorausscheidungsvolumen indes sehr wohl zu verzeichnen waren [198, CEFIC, 2002].

Referenzliteratur:

- Phosphorous Nutrition of Poultry. In: Recent Advances in Animal Nutrition, Nottingham University Press. 309 – 320, von: van der Klis, J.D., und Versteegh, H.A.J. (1996)
- A guide to feed phosphates by Sector Group Inorganic Feed Phosphates of CEFIC.
- Feed Phosphates in animal nutrition and the environment by Sector Group Inorganic Feed Phosphates of CEFIC

4.2.6 Andere Futterzusatzstoffe

Beschreibung: Zu den Zusatzstoffen, die Geflügel- und Schweinefutter in kleinen Mengen zugesetzt werden, gehören auch:

- Enzyme,
- Wachstumsförderer,
- Mikroorganismen.

Einsatz und Nachteile von antimikrobiell wirkenden Stoffen sind in Abschnitt 2.3.3.1 beschrieben.

Erzielter Umweltnutzen: Enzyme und Wachstumsförderer werden in der Praxis eingesetzt, um die Menge des verabreichten Futters bei gleich bleibender Wachstumsrate zu reduzieren. In der Folge kann bei Schweinen eine Reduktion der Nährstoffausscheidung von insgesamt 3% (annäherungsweise) erreicht werden; bei Geflügel liegt dieser Wert bei ca. 5%. Diese Minderungseffekte werden bei einer Verbesserung der Futterverwertungsrate um 0,1 Einheiten erwartet [199, FEFANA, 2002].

Mit dem Einsatz von Futterenzymen kann die Viskosität verdaulicher Substanzen vielfach durch einen Abbau von Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) verringert werden, womit auch der Feuchtigkeitsgehalt der Ausscheidungen gesenkt wird. Dies führt zu einer geringeren potenziellen Fermentation im Geflügelmist und somit zu einer Verringerung der Ammoniakemissionen [199, FEFANA, 2002].

Betriebstechnische Daten: Betriebstechnische Daten aus Versuchen liegen bis jetzt noch nicht vor. Allerdings ist die Wirksamkeit dieser Futterzusatzstoffe (siehe Anhang zur Richtlinie 70/524/EEC [EWG] vom SCAN (Scientific Committee on Animal Nutrition) vorteilhaft beurteilt worden.

Eignung: Futterzusatzstoffe werden Mischfutterrationen als Pulver, Granulat oder in flüssiger Form zugesetzt. In Pulver- oder Granulatform können diese allerdings nur bei Produktionsprozessen eingesetzt werden, in denen nicht mit übermäßig hohen Temperaturen gearbeitet wird (bis zu 80 – 85°C). Das Stabilitätsverhalten kann von einem Produkt zum anderen variieren, Angaben dazu werden üblicherweise vom Futtermittelhersteller zur Verfügung gestellt bzw. können von diesem abgerufen werden.
Flüssige Futterzusatzstoffe sind geeignet für Herstellungsverfahren mit hohen Prozesstemperaturen. In solchen Fällen muss eine speziell für die Flüssigzugabe nach dem Pelletiervorgang konzipierte Maschine zur Verfügung stehen. Von einigen Futtermittelherstellern werden derlei Anlagen für die Enzymapplikation bereits eingesetzt.

Auf landwirtschaftlicher Betriebsebene ergeben sich aus dem Einsatz von Futterzusatzstoffen keinerlei zusätzliche Anforderungen.

Diese auf Reduktion der Nährstoffausscheidung abzielende Vorgehensweise kann ohne weiteres auf breiter Basis in die Praxis umgesetzt werden, weil:

- der Einsatz von pulver- oder granulatförmigen Futterzusatzstoffen keinerlei Investitionen erfordert, wobei auf Futtermittelhersteller für den Einsatz von flüssigen Zusatzstoffen jedoch eine gewisse Investition zukommt;
- auf dem landwirtschaftlichen Betrieb keinerlei bauliche Veränderungen nötig sind; und
- ein Futtermittelhersteller im Allgemein eine große Anzahl von Betrieben beliefert [199, FEFANA, 2002].

Kosten: Eine allgemeine Erläuterung zur Kostenbeurteilung des Fütterungsmanagements ist in Abschnitt 4.2.1 nachzulesen. Im vorliegenden Fall bleibt festzuhalten, dass die Einführungskosten im Allgemeinen durch verbesserte Tierleistung gedeckt werden [199, FEFANA, 2002].

Referenzbetriebe: Futterzusatzstoffe werden in der Intensivtierhaltung dem Futter verbreitet eingesetzt und haben erwiesenermaßen gute Resultate bei der Tierleistung und der Reduktion der Nährstoffausscheidungen gezeigt [199, FEFANA, 2002].

Referenzliteratur:

- FEFANA, 2000 – WP ‚Enzymes and Micro-organisms' contribution to BREF document
- Geraert P.R., Uzu G., Julia T., 1997 – Les Enzymes NSP: un progrès dans l'alimentation des volailles – in 2° Journées de la Recherche Avicole 08-09-10-04-1997 – 59 – 66
- Eric van Heugten und Theo van Kempen: Understanding and applying Nutrition concepts to reduce nutrient excretion in swine, NC State University College of Agriculture and Life Sciences, 15-seitiges Dokument, wie vom North Carolina Cooperative Extension Service;
- A.J. Moeser und T. van Kempen: Dietary fibre level and xylanase affect nutrient digestibility and excreta characteristics in grower pigs – NC State University Annual Swine report 2002.

4.3 Techniken für den effizienten Umgang mit Wasser

Beschreibung: Landwirtschaftliche Betriebe können ihren Wasserverbrauch dadurch herabsetzen, dass beim Tränken weniger vergeudet und der Wasserverbrauch bei allen anderen, nicht direkt mit der Versorgung der Tiere in Verbindung stehenden Aktivitäten, reduziert wird. Der vernünftige Umgang mit Wasser kann als Bestandteil der guten fachlichen Praxis gewertet werden; hierzu gehören u.a.:

- die Reinigung von Ställen und Einrichtungen mit einem Hochdruckreiniger am Ende jedes Durchgangs. Dabei ist es jedoch wichtig, zwischen Sauberkeit und möglichst geringem Wasserverbrauch abzuwägen,
- regelmäßiges Kalibrieren bzw. Einstellen der Tränkeeinrichtungen, um Wasserverluste zu vermeiden,
- Erfassung des Wasserverbrauchs durch Messungen,
- Erkennung und Reparatur von Leckagen und
- Regenwasserrückhaltung in separaten Becken und Verwendung für Reinigungszwecke.

Eine Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs der Tiere gilt nicht als praxisgerechte Maßnahme. Der Verbrauch an Trinkwasser variiert mit dem jeweils verabreichten Futter, und obwohl bestimmte Haltungsstrategien restriktiven Trinkwasserzugang vorsehen, ist die ständige Trinkwasserverfügbarkeit und der Zugang zu Trinkwasserobligatorisch (Tierwohl).

In der Geflügelhaltung werden prinzipiell drei Typen von Tränkesystemen eingesetzt (siehe auch Abschnitt 2.2.5.3):

1. Nippeltränken mit niedriger Durchflussmenge, oder Tränken mit hoher Durchflussmenge und darunter liegender Auffangschale;
2. Wassertröge;
3. Rundtränken.

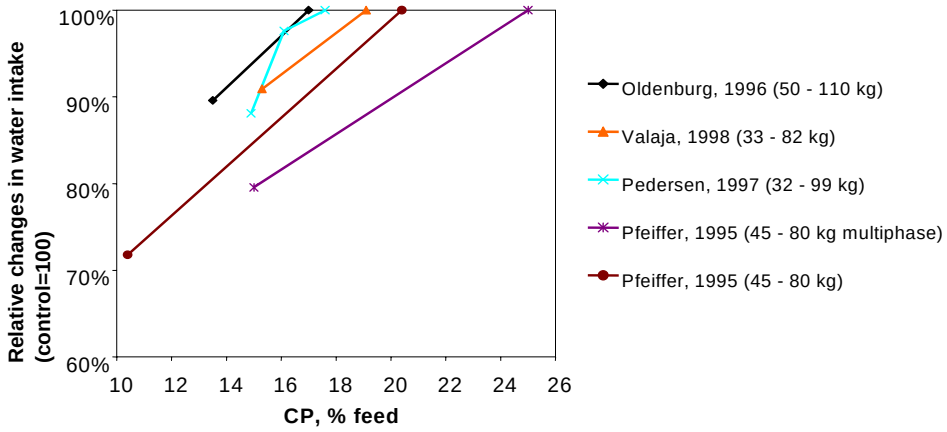
Für Schweine werden ebenfalls drei unterschiedliche Tränkensysteme eingesetzt (siehe auch Abschnitt 2.3.3.3):

1. Nippeltränken in einem Trog oder einem Tränkebecken
2. Wassertröge
3. Beiß-Nippel

Bei allen genannten Tränketypen – egal ob für Schweine oder Geflügel – kommen bestimmte Vorteile wie auch Nachteile zum Tragen. Fütterungstechnische Maßnahmen, durch die der Nährstoffgehalt im ausgeschiedenen Wirtschaftsdünger reduziert werden soll, sind in Abschnitt 4.2 beschrieben worden. Deren Einsatz hat auch Nebenwirkungen auf die Trinkwasseraufnahme, welche in Verbindung mit besagten Fütterungsmaßnahmen in der Tat als medienübergreifender Effekt angesehen werden können.

Erzielter Umweltnutzen: In Abschnitt 4.2 dieses Kapitels sind die Auswirkungen fütterungstechnischer Maßnahmen auf den Wasserverbrauch und mithin auf das erzeugte Güllevolumen dargelegt. Beim Geflügel zeigte sich, dass eine Verringerung des Futterproteingehalts um 3 Prozentpunkte zu einer 8%igen Reduktion des Trinkwasserverbrauchs führte.

Wenn Trinkwasser in der Schweinehaltung ad libitum angeboten wird, reduziert sich die Trinkwasseraufnahme der Tiere. In der Fachliteratur ist dargelegt, dass Futterrationen mit reduziertem Proteingehalt zu einer Absenkung des Trinkwasserverbrauchs beitragen. Die Ergebnisse sind in Abb. 4.2 zusammenfassend dargestellt.



Legende:
Relative changes in water intake (controlling = 100)
= Relative Veränderungen bei der Trinkwasseraufnahme (Kontrolle = 100)
CP, % feed = % Rohprotein-gehalt im Futter
Multiphase = Mehrphasen-fütterung

Abb. 4.2: Auswirkungen von Futterrationen mit reduziertem Rohproteingehalt auf die Trinkwasseraufnahme von Schweinen [99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000]

Medienübergreifende Effekte: In Schweineställen gelangt das abfließende Wasser typischerweise in das Güllesystem, was wiederum bedeutet, dass reduzierte Trinkwasseraufnahme zu einer Reduktion des auszubringenden Güllevolumens führt.

Betriebstechnische Daten: Die Ergebnisse wurden unter verschiedenen Bedingungen und für unterschiedliche Gewichtsklassen ermittelt.

Eignung: Siehe Abschnitt 4.2. Einer praktischen Anwendung der Fütterungsmaßnahme, über die hier berichtet wurde, stehen keine größeren Einschränkungen entgegen.

Kosten: Siehe Abschnitt 4.2.

Referenzliteratur: [99, Ajinomoto Animal Nutrition, 2000], [112, Middelkoop/Harn, 1996]

4.4 Techniken für effizienten Energieeinsatz

Schritte zur Verbesserung der Energieeffizienz eines Betriebs umfassen sowohl Maßnahmen guter landwirtschaftlicher Praxis als auch die Auswahl und Anwendung sachgemäßer maschineller Einrichtungen und sachgemäße bauliche Konzeption der Stallungen. Maßnahmen, die zur Senkung des Energieverbrauchs ergriffen werden, leisten gleichzeitig einen Beitrag zur Senkung der jährlichen Betriebskosten. Im vorliegenden Abschnitt werden zunächst einige allgemeine Maßnahmen näher beschrieben, gefolgt eine Reihe besonderer Beispiele für Reduktionstechniken. Methoden der Energieeinsparung stehen auch in enger Beziehung zu den in den Stallungen eingesetzten Lüftungssystemen.

Die einfachste Methode zur Regelung der Stallinnentemperatur ist die Regelung der Lüftung. Faktoren, die Einfluss auf die Stalltemperatur ausüben, sind [176, UK(GB) 2002]:

- Wärmeproduktion der Schweine
- jegliche Wärmezufuhr (z.B. Heizmatten oder Lampen für Ferkel)
- Lüftungsrate
- von der Stallluft absorbierte Wärme
- Wärmeverbrauch bei der Verdampfung von Wasser aus Tränken, Futtertrögen, Pfützen, und aus dem Urin
- Wärmeverluste über Wände, Dach und Fußboden
- Außentemperatur
- Besatzdichte

Das eingesetzte Lüftungssystem sollte auf ausreichende Kapazität hin konzipiert sein, um die Stalltemperatur in den warmen Sommermonaten, wenn der Stall voll mit Tieren maximalen Gewichts besetzt ist, effektiv regeln zu können; wobei gleichzeitig auch ausreichende Regelungsmöglichkeiten gegeben sein müssen, um in den kälteren Wintermonaten für eine minimale Lüftungsrate sorgen zu können, wenn der Stall mit Tieren geringsten Gewichts belegt ist. Aus Gründen der Tiergerechtheit sollten die Mindest-Lüftungsraten in jedem Fall ausreichen, um den Tieren die nötige Frischluft zuzuführen und unerwünschte Gase abzuführen.

Eine signifikante Reduzierung des Energiebedarfs ist möglich, wenn mit freier Lüftung statt Zwangslüftungssystemen gearbeitet wird. Dies ist jedoch nicht immer für alle Nutztierarten bzw. alle landwirtschaftlichen Zielsetzungen möglich oder wünschenswert.

4.4.1 Gute fachliche Praxis des effizienten Einsatzes von Energie in der Geflügelhaltung

4.4.1.1 Brennstoffe für die Stallheizung

Bei der Stallheizung lassen sich erhebliche Energieeinsparungen erzielen, wenn folgenden Faktoren beachtet werden:

- Durch räumliche Abtrennung beheizter Bereiche von nicht beheizten, und durch Begrenzung der beheizten Räume auf das notwendige Maß, können beim Brennstoffverbrauch Einsparungen erzielt werden;
- Einsparungen bei der für beheizte Stallräume erforderlichen Energie lassen sich darüber hinaus dadurch erzielen, dass auf richtige Einstellung der Heizanlage und auf gleichmäßige Warmluftverteilung im Stall geachtet wird, z.B. durch entsprechende räumliche Anordnung der Heizaggregate. Eine gleichmäßige Warmluftverteilung verhindert gleichzeitig auch die Lage eines Temperatursensors an einem Kaltpunkt innerhalb des Stalls , der andernfalls die Heizanlage unnötigerweise aktivieren könnte;
- Kontrollsensoren sollten regelmäßig kontrolliert und sauber gehalten werden, damit sie die Temperatur in Tierhöhe richtig erfassen können;
- Durch richtige Umluftführung kann die Warmluft unter dem Dach zum Stallboden hin umgeleitet werden;
- Eine Minimierung der Lüftungsraten, sofern dies die Anforderungen an das Stallklima erlauben, führt zu einer weiteren Reduktion der Wärmeverluste;
- Wärmeverluste lassen sich auch dadurch reduzieren, indem die Be- und Entlüftungsöffnungen weiter unten an den Stallwänden angebracht werden, weil Warmluft tendenziell nach oben steigt;
- Verlegung weiteren Isoliermaterials auf dem Stallboden, also oberhalb der in der Stallbodenkonstruktion bereits eingebauten materialspezifischen Isolierschicht, reduziert Wärmeverluste und den Brennstoffbedarf (vor allem an Standorten mit hohem Grundwasserpegel);
- Risse und undichte Fugen sollten umgehend abgedichtet werden;
- In Legehennenställen kann eine Wärmerückgewinnungsanlage zwischen der einströmenden und ausströmenden Luft installiert werden. Die so erzeugte Warmluft wird eingesetzt, um den Kot auf den unterhalb der Käfige laufenden Kotbändern zu trocknen, was eine Reduktion der Ammoniakemissionen bewirkt.

Um die erforderliche Mindestluftrate richtig einstellen zu können, bedarf es gut versiegelter Stallgebäude. Falls Heizung erforderlich ist, um den Feuchtigkeitsgehalt der Einstreu (Übersetzer: um Einstreu trocken zu halten)

aufrechtzuerhalten, sollten alle Quellen unnötiger Feuchtigkeit (z.B. Spritzwasser aus Tränken) beseitigt werden. Im Intervall laufende Ventilatoren sollten mit Rückschlagklappen oder –jalousien versehen werden, um auf diese Weise Wärmeverluste zu reduzieren.

Berichten zufolge konnten Einsparungen von bis 0,9 kWh je verkauftem Tier und Jahr bei einer um zehn Prozent über dem notwendigen Maß liegender Luftrate erzielt werden.

Für Nordwesteuropa werden bei der Planung neuer Geflügelställe U-Werte (K-Werte) von 0,4 $W/m^2/°C$ oder besser für die Gebäudeisolierung empfohlen.

4.4.1.2 Elektrische Energie

Mit folgenden allgemeinen Maßnahmen lässt sich der Verbrauch an elektrischer Energie reduzieren:

- Auswahl des richtigen Ventilatortyps und sachgemäße Ventilatorenanordnung im Stall,
- Einbau von Ventilatortypen mit niedrigem Stromverbrauch je m^3 Luftdurchsatz,
- effektiver Einsatz der Ventilatoren, wobei es z.B. wirtschaftlicher ist, einen Ventilator mit voller Leistung statt zwei Ventilatoren mit halber Leistung laufen zu lassen,
- Einsatz von Leuchtstoffröhren anstelle von Glühlampen, wobei jedoch deren "biologische" Eignung Berichten zufolge ungeklärt ist,
- Verwendung von Lichtprogrammen; so ermöglicht beispielsweise der Einsatz variabler Lichtperioden wie z.B. intermittierende Beleuchtung mit einer Periode Licht und drei Perioden Dunkelheit anstelle von 24 Stunden Licht pro Tag eine Reduzierung des Stromverbrauchs auf ein Drittel.

An der Station für angewandte Forschung im niederländischen Spelderholt sind Versuche mit intermittierender Lufttrocknung durchgeführt worden, um den Kot von Legehennen in Käfigverfahren zu trocknen. Die Ergebnisse der insgesamt drei Versuche sind in Tabelle 4.12 dargestellt.

Referenzliteratur: [26, LNV, 1994] und [73, Peirson, 1999] und [107, Deutschland, 2001]

Ammoniakemission und Kottrockensubstanz									
	Kontinuierliche Lufttrocknung[1)]				Trocknungsprogramme				
	Lufttemp. (°C)	Relative Luftfeuchtig-keit (%)	Trocken-substanz (Kot, %)	NH_3 (g/Tierplatz/ Jahr)	Verfahren	Energie-ersparnis[2)]	Trocken-substanz (%)	NH_3 (g/Tierplatz/ Jahr)	Emission im Vgl. zu kont. Trocknung[3)]
Versuch 1(1996)	19,6	70	62	9	15 Minuten 0,7 m^3 / 15 Minuten abge-schaltet	50	51	11	122
Versuch 2 (1997/1998)	18	88	55	18	1 Tag abgeschaltet / 4 Tage 0,7 m^3	20	52	21	117
					4 Tage 0,5 m^3 / 1 Tag 0,7 m^3	10	52	22	122
Versuch 3 (1999)	15,6	91	59	14	1 Tag abgeschaltet / 3 Tage 0,5 m^3 und 1 Tag 0,7 m^3	28	53	23	164

1) Kontinuierliche Lufttrocknung und Trocknungsprogramme: 0,7 m^3 je Legehenne je Stunde; Entnahme der Kottrockensubstanzproben (bei kontinuierlicher Trocknung und den Versuchsverfahren) 5 Tage nach Trocknung
2) Schätzwert im Vergleich zu kontinuierlicher Lufttrocknung
3) Emissionen bei kontinuierlicher Trocknung = 100

Tabelle 4.12: Intermittierende Lufttrocknung des Geflügelkotes von Legehennen in Käfighaltung

Quelle: Wissenschaftliche Station für angewandte Forschung im niederländischen Spelderholt; Fachartikel aus Pluimveehouderij, 22. Dez. 2000

4.4.1.3 Stallbeleuchtung mit niedrigem Energieverbrauch

Allgemeines: In Geflügelstallungen können unterschiedliche Lampentypen anstelle konventionellen Glühlampen eingesetzt werden, um den Energieverbrauch zu reduzieren. So können im Austausch gegen Glühlampen Leuchtstoffröhren (TL-Lampen) in Verbindung mit einem Mikrolichtstoß-Frequenzregler (> 280000) so eingesetzt werden, dass die Tiere das für dieses Licht typische schnelle Flimmern nicht wahrnehmen können.
Drei unterschiedliche Typen von Leuchtstoffröhren (mit je nach Hersteller unterschiedlichem Typen-Code) werden derzeit am Markt angeboten. Einige Beispiele dafür:

- TL-Lampen (Ø 38 mm), im 20-, 40- und 60-Watt-Bereich, nicht einstellbar,
- TLM-Lampen (Ø 38 mm), 40 und 60 Watt, einstellbar, Anwendung bei niedrigen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit, Schnellzündung ohne Starter,
- TLD-Lampen (Ø 26 mm), 18, 36 und 58 Watt,
- TLD HF (Hochfrequenz)-Lampen 16, 32 und 50 Watt, immer in Verbindung mit Elektronikschalter, Dimmer-kompatibel,
- SL-Lampen, 9, 13, 18 und 25 Watt, Leuchtstoffröhren mit bogenförmigen Röhren, können in konventionelle Glühlampenfassungen eingeschraubt werden; nicht einstellbar.

Erzielter Umweltnutzen: Tabelle 4.13 zeigt einen Vergleich verschiedener Lampentypen. Leuchtstoffröhren haben im Vergleich zu konventionellen Glühlampen eine höhere Lichtkapazität je Einheit verbrauchter Energie (Lumen/Watt). Die Nennleistung der eingesetzten Röhren und die Nutzungsdauer bestimmen den Jahresenergieverbrauch. Wenn konventionelle Glühlampen gegen kompakte Leuchtstoffröhren ausgewechselt werden, könnte dies zu einer Energieeinsparung von bis zu 75% führen. Eine weitere Energieeinsparung um bis zu 8% ist möglich, wenn man 38-mm-Leuchtstoffröhren gegen 26-mm-Röhren mit niedrigerer Wattzahl austauscht.

Lampentyp	Stärke (Watt)	Lichtflut (Lumen)	Spezifische Leuchtkraft (Lumen/Watt)	Einstellbar
Glühlampe	40	385	10	ja
Glühlampe	60	650	11	ja
Glühlampe	100	1240	12	ja
SL-Lampe/Röhre	9	425	47	nein
SL-Lampe/Röhre	13	600	46	nein
TL M	20	1200	60	ja
TL M	40	2900	73	ja
TL D	15	960	64	nein
TL D	30	2300	77	nein
TL D HF	16	1400	87	ja
TL D HF	32	3200	100	ja

Tabelle 4.13: Spezifische Leuchtkraft und die Möglichkeit der Lichtintensitätsreglung verschiedener Typen von Glühlampen und Leuchtstoffröhren [26, LNV, 1994]

Eignung: Weil bestimmte Röhrentypen nicht eingestellt werden können, sind diese für den Einsatz in der Tierhaltung weniger geeignet. Innerhalb der obigen Gruppierung lassen sich die Röhren des TL M-Typs leicht regeln, die TL D sind hingegen nicht regelbar. Allerdings bieten die TL D-Röhren in der Hochfrequenzversion (TLD HF) die höchste spezifische Leuchtkraft und sind regelbar, sofern ein Adapter vorhanden ist. Die meisten hier aufgeführten Lampentypen können, mit Ausnahme des TLD HF-Typs, in bestehenden Stallungen eingesetzt werden. Angaben zur Lebensdauer der Lampen sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die Lebensdauer einer Glühlampe ist definitionsgemäß dann beendet, wenn 50% der Glühfäden versagen, bei Leuchtstoffröhren ist dies bei 10%igem Ausfall und 20% weniger Lichtleistung der Fall. Dimmer beeinträchtigen die Lebensdauer und reduzieren die Periode wirtschaftlichen Einsatzes, vor allem bei konventionellen Glühlampen.

Eine Beurteilung der Auswirkungen des Einsatzes unterschiedlicher Beleuchtungs/Lampentypen auf die Tiergesundheit liegt bisher zwar noch nicht vor, dennoch sollte dieser Faktor jetzt und auch in Zukunft beachtet werden.

Lampentyp	Lebensdauer (in Stunden)
Konventionelle Glühlampe	1000
TLM-Lampe	6000
TLD-Lampe	6000 - 8000
TLD HF-Lampe	125000
SL-Lampe	8000

Tabelle 4.14: Lebensdauer unterschiedlicher Lampentypen, die zur Beleuchtung von Geflügelstallungen eingesetzt werden [26, LNV, 1994]

Kosten: Leuchtstoffröhren sind im Allgemeinen teurer als Glühlampen. TLD/HF-Lampen kosten z. Z. dreimal soviel wie Lampen des TL-D-Typs. Die jährlichen Betriebskosten (incl. Amortisationskosten bei Neuinstallationen) hängen deutlich von den Strompreisen und von der Anzahl der Ersatzlampen ab, die im Jahresverlauf angeschafft werden müssen.

Es wurde beobachtet, dass SL-Röhren oder Röhren eines ähnlichen Typs vielerorts eingesetzt werden, weil sich diese Lampen ohne weiteres in bestehenden Fassungen für konventionelle Glühlampen nutzen lassen.

Referenzbetriebe: Bekannt ist, dass energiesparende Beleuchtung verbreitet eingesetzt wird.

Referenzliteratur: [26, LNV, 1994]

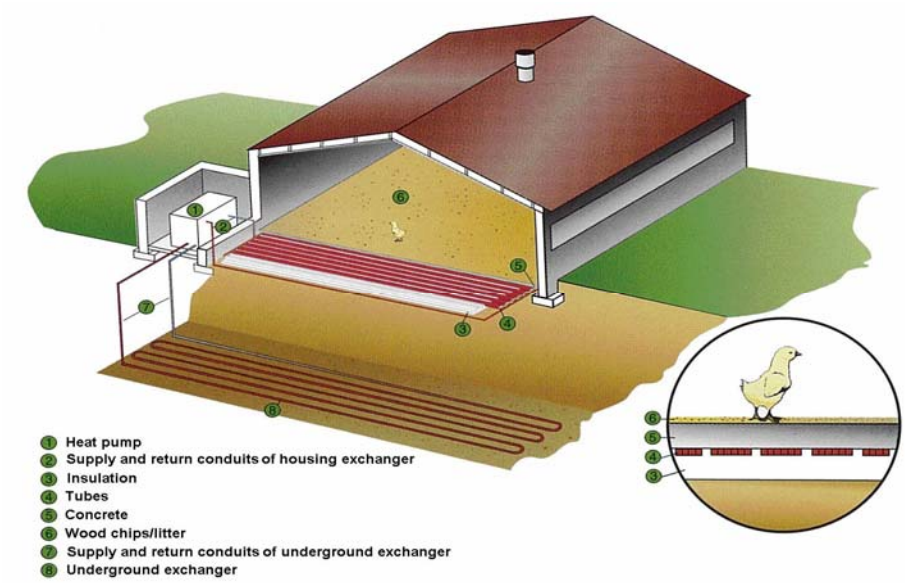
4.4.1.4 Wärmerückgewinnung in Mastgeflügelställen mit eingestreutem und beheiztem bzw. gekühltem Boden (Kombideck-Verfahren)

Kurzbeschreibung: Normalerweise verfügen Broilerställe über eine Innenluftheizung. Bei dem hier vorgestellten "Kombideck"-Verfahren werden hingegen der Stallboden und das darauf befindliche Material (z.B. Einstreu) beheizt. Das Verfahren besteht aus einer Wärmepumpe, einer aus Rohren bestehenden unterirdischen Speichereinrichtung in 2 bis 4 m Tiefe unter dem Stallboden. und einem isolierten, streifenförmig im Stallboden verlegten Wärmeaustauschysstems. .Das Verfahren arbeitet mit zwei Wasserkreisläufen: Einer für den Stall, und einer als Unterflur-Wärmespeicher. Beide Kreisläufe sind in sich geschlossen und über eine Wärmepumpe miteinander verbunden.

In dem Broilerstall liegen die Wärmetauscher in einer isolierten Schicht unterhalb (10 – 12 cm) des Betonbodens. Je nach Temperatur des durch die Streifen fließenden Wassers werden Fußboden und Einstreu entweder erwärmt oder abgekühlt.

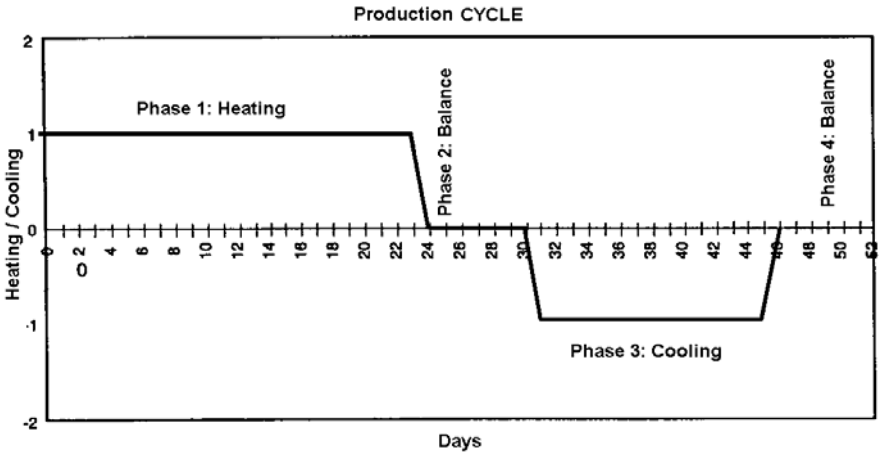
Die Wärme entstammt dem Warmwasser, das den Stall verlässt und kann zur Beheizung des Wasserkreislaufs im Stallboden rückgeführt werden. Die von der Wärmepumpe ausgehende Wärme wird in den isolierten Unterflurrohren gespeichert und kann bei Bedarf nach oben gepumpt werden.

Am ersten Tag eines neuen Mastdurchgangs wird das Wasser erwärmt und durch die Unterflurgänge geleitet,um den Stallboden zu erwärmen. Bis etwa zum 21. Lebenstag brauchen Broiler zusätzliche Wärme (ca. 28°C). Nach einer kurzen Phase des Temperaturgleichgewichts erzeugt der Wachstumsprozess der Tiere jedoch reichlich Wärme, die normalerweise in den Boden unterhalb des Stallgebäudes abstrahlt. Diese Wärme wird jetzt aber von einem Kaltwasserkreislauf aufgenommen und an eine Wärmepumpe zurückgeführt. Diese Pumpe leitet die Wärme aus dem Wasserkreislauf des Stalls zum einem zweiten Wasserkreislauf, in dem die Wärme unterirdisch gespeichert wird. Gleichzeitig erfahren die Broiler die benötigte Abkühlung, wobei eine Stalltemperatur von etwa 25 °C aufrechterhalten wird.



1) Wärmepumpe
2) Zufluss- und Abflussrohr der Wärmetauschanlage
3) Isolierung
4) Rohre /Streifen
5) Beton
6) Holzspäne/Einstreu
7) Zufluss- und Abflussrohre des Unterflur-Wärmetauschers
8) Unterflur-Wärmetauscher

Abb. 4.3: Schematische Darstellung einer Wärmerückgewinnungsanlage in einem Mastgeflügelstall



Legende
Production cycle = Mastdurchgang/Produktionszyklus in Phasen
Phase 1: Beheizung
Phase 2: Temperaturausgleich
Phase 3: Kühlung
Phase 4: Temperaturausgleich
Heating/Cooling = Heizung/Kühlung
Days = Tage

Abb. 4.4: Grafische Darstellung der Arbeitsweise des "Kombideck"-Verfahrens während eines Broiler-Mastdurchgangs

Wenn die Broiler den Stall verlassen, wird er geleert und gereinigt. Sobald er für den nächsten Durchgang vorbereitet ist, wird Warmwasser aus dem Unterflurspeicher nach oben gepumpt und durch die Wärmepumpe geleitet, um das Wasser im Stallwasserkreislauf zu erwärmen. Der Stallboden wird vorgeheizt, womit der Energiebedarf für die Erwärmung des Stallbodens auf die für Einstallung der Jungtiere erforderliche Temperatur gesenkt wird. Sobald die Broiler eingestallt sind (Phase 1), kommt die gespeicherte Wärme zum Einsatz, so dass nur noch wenig zusätzliche Heizenergie erforderlich ist.

Nach der kurzen Übergangsphase (Phase 2) muss wieder gekühlt werden (Phase 3), wobei die aus dem/vom Stall abstrahlte Wärme unterirdisch gespeichert und dort für den nächsten Mastdurchgang zur Verfügung gehalten wird.

Erzielter Umweltnutzen: Ein reduzierter Energieverbrauch ist der Haupteffekt. Die Wiedernutzung der während des vorausgegangenen Mastdurchgangs erzeugten Wärme reduziert die Lüftungsrate (14%); der Umfang der Energieeinsparung hängt vom Anlagentyp ab, wobei eine 50%ige Verringerung des Energieverbrauchs erzielt worden ist. Daten, die diese Ergebnisse besser veranschaulichen, sind in Tabelle 4.15 dargestellt.

Medienübergreifende Effekte: Die durchschnittliche Ammoniakemission über vier Mastdurchgänge lag bei 0,045 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr. Bei der Referenzanlage waren es 0,066 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr. Die durch dieses Verfahren mit erwärmter und/oder gekühlter Stallluft erzielte Verringerung der NH_3-Emission

beläuft sich auf ca. 32%.

Das Vorheizen vor der Einbringung der Einstreu und Einstallung des Gelügels verhindert die Kondensatbildung am Stallboden und folglich die Befeuchtung der Einstreu. Das Kot-Einstreugemisch wird nicht zerkleinert (z.B. am Ende einer Mastperiode), weil dies zu hohen Emissionen führt.

Auch führt das Verfahren zu einer besseren Leistung bei der Broilerproduktion (reduzierte Mortalität, bessere Futterverwertung, höhere Preise für das erzeugte Geflügelfleisch) und zu positiven Effekten hinsichtlich der Tiergerechtheit (weniger Hitzestress, niedrigere Mortalitätsrate, weniger Aufwand durch Tierarzt); [178, Niederlande, 2002].

	Brennstofftyp bzw. -nutzung	**Verbrauch**	**Energie-Äquivalenzwert (MWh/Jahr)**	**Kosten[2)] (Euros)**	**CO_2 (Tonnen)[3)]**
Referenzsituation	Heizöl	49,5 m^3	549	6273	65,0
	Erdgas	36,1 m^3	321	9277	158
	Elektrizität	40 MW/h	40	3757	14,8
	Gesamt		**910**	**19.307**	**237**
Bei Einsatz des "Kombideck"-Verfahrens	Heizung	63,6 MW/h	63,6		23,5
	Lüftung	34,4 MW/h	34,4		12,7
	Wärmepumpe[1]	189 MW/h	189		44,4
	Gesamt		**287**	**9 .194**	**80,6**
Minderung (in % vs. Referenzanlage)			**623 (70%)**	**10.113 (52%)**	**156,4 (66%)**

1) Wirkungsgrad der Wärmepumpe: 4,4
2) Bezugsjahr 1999, nach niederländischen Niedrigst- und Höchstpreisen für Elektroenergie statistisch bereinigt
3) CO_2-Äquivalenzwerte: Heizöl 3,2; Gas 1,8; Elektrischer Strom 0,37

Tabelle 4.15: Mit dem "Kombideck"-Verfahren in der Broilermast erzielte Ergebnisse [113, R&R Systems BV, 1999]

Betriebstechnische Daten: Für 80.000 Broiler wurden drei Wärmepumpen (je 0,1 kWe) eingesetzt. Die Besatzdichte lag bei 18 Tieren/m^2. Die Mortalitätsrate bewegte sich im Durchschnitt über sechs Durchgänge bei 2,34% (variierend zw. 1,96 – 3,24%). Die Haltungsbedingungen führten zu keinerlei Problemen. Zu Beginn entwickelte sich auf der kalten Stallbodenoberfläche ein wenig Kondensat, das sich jedoch schnell verflüchtigte und weder nassen Stallboden noch nasse Einstreu verursachte. In einer bestehenden Anlage könnte der Übergang auf das Kombideck-Verfahren ohne technische Veränderungen erfolgen, allerdings müsste die Lüftungsrate zurückgeführt werden. Das System selbst kann auch nach dem Baukastenprinzip eingebaut werden.
Im Jahre 2001 wurden die Leistungsdaten während der Broileraufzucht auf einem Betrieb mit zwei unterschiedlichen Ställen erfasst und miteinander verglichen. Ein Stall (Stall 2) war mit dem Kombideck-Verfahren ausgestattet, der andere Stall (Stall 1) nicht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.16 dargestellt. Sie zeigen, dass die Mortalitätsrate und die Energiekosten in Stall 2, d.h. in dem Stall mit dem Kombideck-Verfahren, niedriger lagen. Die Mehrausgaben je kg Broiler liegen hier jedoch höher.

	Stall 1	**Stall 2 (Kombideck)**
Broiler (Gesamtstückzahl)	33.000	34.000
Mortalität (%)	4,97	2,85
Schlachtgewicht (g), Ende der Mastperiode beim ersten Durchgang nach 35 Tagen	1.681	1.692
Schlachtgewicht (g), Ende der Mastperiode beim zweiten Durchgang nach 42 Tagen	2.250	2.236
Mehrausgaben je kg (Euro-Cent)	0,2	0,4
Futterverwertung (1.500 g)	1,55	1,40
Heizkosten (je Broiler in Euro-Cent)	3,13	2,10

Tabelle 4.16: (Broilermast–Praxisversuch mit zwei verschiedenen Haltungsverfahren) Betriebstechnische Daten bei Henk Wolters, Dalfsen, Niederlande [178, Niederlande, 2002]

Eignung: Das Kombideck-Verfahren kann sowohl in bestehenden als auch neuen Stallbauten eingesetzt werden. Beim Einbau in bestehende Ställe liegen die Kosten wegen der zusätzlich erforderlichen Isolierung etwas höher. Je nach Standort des betreffenden Mastgeflügelstalls werden Bau- und Erdbauarbeiten auf dem Betriebsgelände erforderlich.

Auf einem Betrieb mit mehreren Broilerställen kann möglicherweise erwärmtes Wasser aus einem Stall (aus dem gerade ausgestallt wird) zur Vorwärmung eines anderen (in den eingestallt wird) verwendet werden, wodurch sich der Energiebedarf für den Pumpenbetrieb noch weiter verringern könnte. Bisher ist diese Möglichkeit jedoch noch nicht in die Praxis umgesetzt worden.

Die Bodenverhältnisse auf dem Betriebsgelände müssen für die Anlage von geschlossenen Unterflurspeichern für umlaufendes Wasser geeignet sein. Für Gegenden mit festem und steinigem Boden ist diese Technik weniger geeignet. In Deutschland und in den Niederlanden werden die Anlagen üblicherweise 2 – 4 m unter der Erdoberfläche installiert.

Über die Anwendung des Kombideck-Verfahrens in klimatischen Verhältnissen, wo über längere Zeit mit härterem, tiefer in den Boden eindringendem Frost gerechnet werden muss, liegen bisher keine Informationen vor.

Kosten: Bei einer Besatzdichte von 20 Broilern je m^2 belaufen sich die Investitionskosten auf 2 Euro je Mastplatz. Die Betriebskosten (Abschreibung, Zinsen und Wartung) liegen bei 0,20 Euro je Broilerplatz und Jahr. Berichten zufolge lagen die jährlichen Ertragssteigerungen etwa dreimal so hoch wie die Jahresbetriebskosten. Zum Beispiel reduzierten sich die Tierarztkosten um etwa 30%, während die Energiekosten um etwa 52% zurückgingen. Die Kapitalinvestition hat sich nach etwa 4 bis 6 Jahren amortisiert [178, Niederlande, 2002].

Mit dem Verfahren könnten weitere Kosteneinsparungen an Standorten möglich sein, wo im Tagesverlauf unterschiedliche Energiekosten berechnet werden.

Referenzbetriebe: Im Jahre 2001 war das Kombideck-Verfahren mit insgesamt 500.000 Broilern (4 Betriebe in den Niederlanden, einer in Deutschland) im Einsatz. 2002 befand sich eine weitere Anlage dieses Typs mit 500.000 Mastplätzen im Bau; bis Ende 2002 wurde in den Niederlanden damit gerechnet, dass etwa 1 bis 1,5 Millionen Broiler nach diesem Verfahren gehalten würden, entsprechend etwa zwei bis drei Prozent der gesamten Broilerproduktion in den Niederlanden [178, Niederlande, 2002].

Referenzliteratur: IMAG, Rapport 98-1004

4.4.2 Gute fachliche Praxis des effizienten Energieeinsatzes in der Schweinehaltung

Für Schweine haltende Betriebe können die besten Möglichkeiten der Energieeinsparung ihrer Priorität entsprechend wie folgt aufgelistet werden:

1. Heizung,
2. Lüftung,
3. Beleuchtung,
4. Futterzubereitung

Allgemeine Maßnahmen, die im Betrieb ergriffen werden können, um den Energieverbrauch in der Schweinehaltung zu reduzieren:

- Bessere Ausnutzung vorhandener Stallkapazität,
- Optimierung der Besatzdichte,
- Absenkung der Stalltemperatur, soweit dies im Rahmen der Produktionsvorgaben und tiergerechter Haltung möglich ist.

Nachstehend einige praktische Möglichkeiten zur Verringerung des Energieverbrauchs:

- Zurückfahren der Lüftungsrate, wobei das für das Wohlbefinden der Tiere erforderliche Mindestniveau berücksichtigt werden muss,
- Gute Gebäudeisolierung, vor allem Verschalung der Heizrohre,
- Optimale räumliche Anordnung und Einstellung der Heizaggregate,
- Ausloten der Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung,
- Möglicher Einsatz Kesseln mit hohem thermischen Wirkungsgrad für neue Anlagen.

In zwangsgelüfteten Anlagen erhöhen sich die Emissionskonzentration und der spezifische Energiebedarf mit steigender Lüftungsrate, wie z.B. im Sommer. Zwangsgelüftete Anlagen werden so konzipiert, gebaut und betrieben, dass der Strömungswiderstand im Lüftungssystem so niedrig wie möglich gehalten wird, z.B. durch:

- kurze Luftschächte,
- Vermeidung plötzlicher Veränderungen des Luftschachtquerschnitts,
- Luftschachtführung mit möglichst wenig Richtungsänderungen oder Strömungshindernissen (z.B. Umlenkbleche);
- regelmäßige Entfernung von Staubablagerungen im Lüftungssystem und auf den Ventilatorflügeln;
- Verzicht auf Regenschutzhauben über den Abluftschachtöffnungen.

Hoch aufsteigende Abluftfahnen, die durch entsprechend hohe Abluftgeschwindigkeiten erzielt werden, können an Standorten vorgeschrieben sein, wo dies zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen erforderlich ist. Bypass-Abluftanlagen, die das ganze Jahr über hohe Luftgeschwindigkeiten sicherstellen, führen jedoch zu einer Verdopplung des Energiebedarfs.

Für eine gegebene Lüftungsrate und Luftdrucksteigerung sollten Ventilatoren mit dem niedrigstmöglichen Stromverbrauch gewählt wird. Ventilatoren mit niedriger Drehzahl (Umdrehung pro Minute (UpM) im unteren Bereich) verbrauchen weniger elektrische Energie als solche, die mit hoher Drehzahl (im hohen UpM-Bereich) arbeiten. Solche Niedrig-UpM-Ventilatoren können jedoch nur in Lüftungssystemen mit niedrigem Strömungswiderstand (<60 Pa) eingesetzt werden.

Ventilatoren mit eingebauter EK-Technologie (elektronische Kommutierung) zeichnen sich im Vergleich zu elektronisch oder Transformator-gesteuerten Lüftern durch bedeutend niedrigeren Stromverbrauch aus, vor allem im regulierten Drehzahlbereich. Neue Energiesparventilatoren haben einen um 30% niedrigeren Energiebedarf, so dass sich deren Anschaffung trotz höherer Kaufpreise relativ schnell amortisiert. Wenn eine Serie von Ventilatoren zur Stalllüftung eingesetzt werden, könnte sich eine Mehrfachserienschaltung als ratsam erweisen. Dies bedeutet, dass der Luftdurchsatz durch sukzessives Ein- bzw. Ausschalten jedes einzelnen Ventilators gesteuert wird. Damit eine solche Anordnung mit maximaler Effizienz arbeitet, läuft jeder Ventilator unter Volllast, um zum erforderlichen Lüftungsvolumen beizutragen. Der Luftdurchsatz entspricht der Anzahl der jeweils eingeschalteten Ventilatoren.

Wesentliche Einsparungen beim Stromverbrauch lassen sich durch ein kombiniertes System zur Heizungs- und Lüftungssteuerung erreichen, das optimal auf die Ansprüche der Tiere abgestimmt ist.

Ablufteinigungsanlagen können den Strömungswiderstand bei zwangsgelüfteten Anlagen erheblich erhöhen. Um die nötige Lüftungsrate sicherzustellen, können Ventilatoren mit höherer Kapazität und entsprechend höherem Stromverbrauch erforderlich sein – vor allem in den Sommermonaten. Hinzu kommt, dass elektrische Energie zum Betrieb von Wasserpumpen in Bio-Wäschern-Kreislauf und für Befeuchtungsvorgänge in Biofiltern (Abschnitt 4.6.5) benötigt wird.

In der Sauenhaltung wird mit einer räumlich begrenzten Zonenheizung gearbeitet, um den Saugferkelbereich zu heizen. Heißwasser-Bodenheizung ist im Vergleich zu elektrischer Bodenheizung oder Infrarotstrahlern die energiewirtschaftlich sinnvollere Lösung. In freigelüfteten Ställen befindet sich der Liegebereich in wärmeisolierten Boxen (sog. Boxen- und Liegeplatzställe), um auf zusätzliche Heizung verzichten zu können.

Wo mit Biogasanlagen gearbeitet wird, kann die aus dem produzierten Biogas gewonnene Energie (Elektrizität und Wärme) eingesetzt (wiedergewonnen) werden, um die aus fossilen Brennstoffen zu ersetzen. Es wird berichtet, dass es jedoch nur Ferkelaufzuchtbetrieben und landwirtschaftlichen Brennereien möglich ist, die Wärmeenergie das ganze Jahr über zu nutzen.

Der Energieverbrauch bei der Futterzubereitung kann um ca. 50% reduziert werden, wenn der Schrot mechanisch statt pneumatisch (Gebläse) von der Mühle zur Mischanlage oder zur Lagerstätte transportiert wird.

Beispiele zeigen, dass der Energieverbrauch in Abferkelställen durch den Einsatz technisch verbesserter Heizlampen von bisher 330 kW/h je Sau und Jahr auf 200 kW/h reduziert werden könnte.

Referenzliteratur: [27, IKC Veehouderij, 1993] und [72, ADAS, 1999]

4.5 Techniken der Emissionsminderung in der Geflügelhaltung

Dieser Abschnitt reflektiert den vorliegenden Informationsstand und setzt den Schwerpunkt auf Maßnahmen zur Minderung von luftgetragenen Emissionen der Geflügelhaltung. Eine Reduktion dieser Emissionen ist dadurch möglich, dass die Menge des produzierten Geflügelkots verringert, die Zusammensetzung des Kotes verändert und/oder der Kot aus dem Stall entfernt wird und entweder an anderer Stelle gelagert oder unmittelbar ausgebracht wird. Eine durch Trocknung bewirkte Minderung der NH_3-Emission verhindert die Freisetzung von Stickstoff (N) aus dem Kot und sorgt somit für die Beibehaltung der N-Konzentration des Kots. Folglich ist mehr N mit dem Kot vorhanden, der beim nachfolgenden Ausbringen möglicherweise emittiert.

Eine technische Beschreibung unterschiedlicher Techniken findet sich bereits in Abschnitt 2.2; nachfolgend sollen dazu jedoch integrierte Systeme, verbesserte stallbauliche Konzeptionen und End-of-pipe-Technologien anhand einer Reihe charakteristischer Merkmale, wie etwa Umweltleistung und Eignung bewertet werden.

Quantitatives Datenmaterial stammt hauptsächlich aus den Niederlanden, Italien und Deutschland. Aus anderen Quellen ist ebenfalls über in der Praxis eingesetzte Techniken berichtet worden, allerdings ohne Angabe der damit in Zusammenhang stehenden umweltspezifischen Leistungen. Die niederländischen Emissionswerte wurden auf Basis eines speziellen Protokolls ermittelt (siehe Anhang 7.5), bei dem Anforderungen an Stall, Haltungsbedingungen, Fütterung etc. abgefragt werden. Die italienischen Daten wurden errechnet oder gemessen, das dabei zugrunde liegende (Mess-)Protokoll ist im Bericht jedoch nicht aufgeführt. Die aus Deutschland vorliegenden Informationen enthalten weder Emissionsfaktoren noch prozentuale Reduktionswerte, wohingegen die Haltungsverfahren und das Managementsystem gut beschrieben sind.

Besonderer Hinweis: Alle diesbezüglichen Kostenangaben sind mit Vorsicht zu interpretieren. So werden in der italienischen Kostenaufstellung der auf die angewandte Technik zurückzuführende Nutzen oder negative Kostenaspekte berücksichtigt, während dies beim Datenmaterial aus anderen Ländern nicht der Fall ist. Das aus Deutschland vorliegende Material enthält neben den Kostenangaben auch die bei der Kalkulation von Arbeits- und Abschreibungskosten eingesetzten Faktoren.

4.5.1 Techniken für die Käfighaltung von Legehennen

Bei den dieser Haltungsform zugrunde liegenden, systemintegrierten Verfahren handelt es sich um eine Auswahl unterschiedlicher Stallbauweisen und Käfigtypen sowie unterschiedlicher Verfahren der Kotentfernung aus dem Stall und der Kotlagerung. Größtenteils handelt es sich dabei um Techniken, die durch eine Verbesserung der offenen Kotlagerung unter den Käfigen charakterisiert sind. Diese Technik wird nicht als potenzielle BVT erachtet, sondern dient als das hier nicht näher beschriebene Referenz-Verfahren. Die aus dieser Art der Aufstallung resultierenden Ammoniakemissionen (Stall und Kotlager zusammen genommen) variieren Berichten zufolge zwischen 0,083 (NL) und 0,220 (Italien) kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr.

Zunächst wird bei diesen Haltungsverfahren der Geflügelkot aus dem Käfigbereich entfernt und zu einer Lagerstätte befördert, die entweder mit dem Käfigbereich verbunden ist, oder sich als separates Lagergebäude

auf dem Betriebsgelände bedindet. Um diese Systeme miteinander zu vergleichen, müssen sowohl die Emission aus dem Käfig- als auch aus dem Lagerbereich bewertet werden. Emissionen aus der Lagerung hängen vom Trockensubstanzgehalt (% TM) des den Stall verlassenden Kotes, der Lufttemperatur im Lagerbereich und der Temperatur im Haufen/in der Miete selbst ab. Ammoniakemissionen aus Legehennenkot entstehen durch chemische Reaktionen im Kot und werden durch ansteigenden Feuchtigkeitsgehalt verstärkt, obwohl im Gegensatz dazu der Zusatz von Wasser zu Gülle die Ammoniakemissionen reduziert. Zwar wird die Zugabe von Wasser zur Verbesserung der Pumpfähigkeit der Gülle noch immer praktiziert, wegen der Geruchsbildung und des großen Wirtschaftsdüngervolumens nimmt die Bedeutung dieses Verfahren in der Praxis ab. Durch Kottrocknung können die chemischen Reaktionen gehemmt und somit die Emissionen reduziert werden. Je schneller der Kot getrocknet wird, desto niedriger sind die Ammoniakemission. Unterschiedliche Techniken werden eingesetzt, um über dem Kotband einen den Trocknungsvorgang beschleunigende Belüftung zu erzeugen. Eine Kombination aus häufiger Kotentfernung und -trocknung führt zur bestmöglichen Reduktion der Ammoniakemissionen aus dem Stall und auch aus den Kotlagerstätten – womit allerdings Energiekosten verbunden sind.

Wie bereits in Abschnitt 2.2 erläutert, wird zwischen Stallungen mit und ohne Käfigen unterschieden. Eine Anwendung der hier besprochenen Techniken in bestehenden Legehennenställen muss im Lichte der neuen europäischen Gesetzgebung zur artgerechten Haltung von Legehennen [74, EG, 1999] betrachtet werden, nach deren Vorgabe die Haltung in konventionellen Käfiganlagen allmählich ausläuft, und nur noch sog. ausgestaltete Käfigverfahren oder andere alternative Verfahren (Freiland oder offene Bodenhaltung) erlaubt sind. Angesichts der gegenwärtigen Übergangsphase, die am 1.1.2012 endet, müssen die mit der Anwendung/Einrichtung von Haltungsverfahren in neuen und bestehenden Stallungen entstehenden Kosten u.U. vor dem Hintergrund eines zeitlich auf zehn Jahre begrenzten Abschreibungszeitraums bewertet werden.

Käfigverfahren	NH_3-Reduktion (%)	Medienübergreifende Auswirkungen/Effekte	Eignung	Zusätzl. Investitionen[2] (EURO/ Hennenplatz)	Betriebskosten (EURO/Hennenplatz/Jahr)
Referenz-System: Offene Kotlagerung unter den Käfigen	0,083 – 0,220 (kg NH_3 / Hennenplatz/Jahr)				
Abschnitt. 4.5.1.1 Belüftete offene Kotlagerung (Kotkellerstall)	-443 – 30[1]	• Energiebedarf für Ventilatoren	• niedrige Arbeitskosten • spezielle Baumaßnahmen	0,8	0,03 (Energie) 0,12 (gesamt)
Abschnitt 4.5.1.2 „Stilt House"	k.A.	• niedriger Energiebedarf	• spezielle Baumaßnahmen • offene Lagerung	k.A.	k.A.
Abschnitt 4.5.1.3 Kotentfernung durch Schieber zu geschlossener Lagerstätte	0 (Emission v. Lagerstätte nicht eingerechnet)	• Energiebedarf für Kotschieber • Gerüche	• separate Kotlagerstätte erforderlich	k.A.	k.A.
Abschnitt 4.5.1.4 Kotentfernung durch Kotbänder zu geschlossener Lagerstätte	58 – 76	• Energiebedarf der Kotbänder • Emission aus Kotlagerung	• separates Kotlager erforderlich • spezielle Beschickungs-konstruktion für höhere Reduktionsleistung erforderlich	+ 1,14	+ 0,17 (insgesamt)
Abschnitt 4.5.1.5.1 Übereinander angeordnete/Etagenkäfige (Batterie) mit Kotbändern und Belüftungstrocknung des Kots	58	• Energiebedarf für Kotbänder und Trocknung • niedrige Emission aus Kotlager (45% TM)	• separates Kotlager erforderlich	0,39 (I) 2,05 (NL)	0,193 (I) 0,570 (NL)
Abschnitt 4.5.1.5.2 Übereinander angeordnete/Etagenkäfige (Batterie) mit Kotbändern und Wedel-Belüftungstrockung	60	• Energiebedarf von "Wedel"-Trocknung und Kotband • niedrige Emission aus Kotlager (45% TM)	• separates Kotlager erforderlich	2,25 (I)	0,11 (Energie) 0,310 (insgesamt)
Abschnitt 4.5.2.1.3 Übereinander angeordnete/Etagenkäfige (Batterie) mit Kotbändern und optimierter Belüftungstrocknung	70 – 88	• hoher Energiebedarf • niedriger Geruchspegel	• separates Kotlager erforderlich • Vorerwärmung für erhöhte Reduktionsleistung	0,65 (I) 2,50 (NL	0,36 (I) 0,80 (NL)
Abschnitt 4.5.1.5.4 Übereinander angeordnete/Etagenkäfige (Batterie) mit Kotbändern und Trocknungstunnel über den Käfigen	80	• hoher Energiebedarf • äußerst geringe Emission aus dem Kotlager (80% TM)	• separates Kotlager erforderlich • Konstruktion für obenliegenden Trocknungstunnel erforderlich	2,79 (I)	0,23 – 0,28 (Energie) 0.48 gesamt (I)
Abschnitt 2.2.1.1.6 Ausgestaltete Käfige	58	• Energiebedarf je nach Bandsystem (25 – 50% TM)	• kompletter Ersatz des vorhandenen Käfigsystems • obligatorisch ab 1.1.2012	k.A.	k.A.

1) Negative Reduktionsleistung bedeutet erhöhte Emission verglichen zum Referenzverfahren….2) Kostenunterschiede teils auf Einbeziehung positiver Effekte (I) zurückzuführen; zusätzliche Kosten im Vergleich zum Referenzverfahren Legende: k.A. = keine Angabe , (I) = Italien, (NL) = Niederlande

Tabelle 4.17: Zusammenfassung charakteristischer Merkmale von systemintegrierten Techniken für die Haltung von Legehennen in Käfigbatterien

4.5.1.1 Käfighaltung mit belüfteter, offener Kotlagerung (Kotkellerstall oder Hochbau-Systeme mit Belüftungskanälen)

Beschreibung: Diese Haltungsverfahren sind in Abschnitt 2.2.1.1.2 bereits näher beschrieben worden. Die übereinander angeordneten Etagenkäfige (Batterien) im oberen Stallbereich sind mit der darunter liegenden Kotlagerstätte verbunden.

Erzielter Umweltnutzen: Über einen Ventilator wird die Luft durch den Stall an den Käfigen und dem Kothaufen vorbei geleitet. Obwohl eine Belüftungstrocknung erfolgt, kann es im Kot in gewissem Ausmaß zu Gärprozessen kommen, was zu hoher Ammoniakemission führen kann. Vorliegende Daten zu der an den Entlüftungsöffnungen gemessenen Emission variieren zwischen 0,154 (italienischer Schätzwert) und 0,386 (niederländische Messwerte) kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr. Der Unterschied ist deutlich, vermutlich aber auf unterschiedliche Klimaverhältnisse zurückzuführen. Unter mediterranen Klimaverhältnissen zeigt dieses System ein größere umweltentlastende Wirkung als in Gebieten, wo wesentlich niedrigere Temperaturen vorherrschen [182, TWG, 2002].

Für Ställe mit Kotkanälen wird dasselbe Emissionsausmaß wie für Ställe mit Kotkeller angenommen. Vor allem in den Wintermonaten, wenn mit niedrigerer Lüftungsrate gearbeitet wird, mag die Ammoniakkonzentration zwar im Tierbereich auf niedrigerem Niveau liegen, bei den Emissionen aus der Kotlagerung ist dies jedoch nicht der Fall.
Durch zusätzliche Kotbelüftung mit Hilfe perforierter PE-Rohre könnte eine Emissionsminderung erzielt werden, Ergebnisse liegen hierzu jedoch noch nicht vor.

Medienübergreifende Effekte: Die Anwendung dieser Haltungsverfahren erfordert Energie für den Betrieb der Ventilatoren, wobei jedoch zu beachten ist, dass die Ventilatoren sowohl den Legehennenbereich als auch das Kotlager belüften.

Betriebstechnische Daten: Bei diesem Haltungsverfahren entsteht Kot mit einer Trockenmasse von 50 bis 60%. Weil der Kot so schnell getrocknet wird, ist die Geruchsentwicklung im Käfigbereich gering. Die Emission zeigt sich am Abluftaustritt der offenen Lagerstätte. Im Allgemeinen wird der Kot über eine komplette Legeperiode (13 – 15 Monate) gelagert; eine separate Kotlagerstätte ist nicht erforderlich.
In der Praxis gibt es bei Ställen mit Kotkanälen und Kotgruben Probleme wegen der Ammoniakkonzentrationen, die so hoch sein können, dass das Arbeiten in diesen Bereichen schwierig wird. Fliegen und verschmutzte Eier können ebenfalls zu Problemen führen, die mit sorgfältiger Wartung jedoch beherrschbar sein müsste.

In den Niederlanden lässt man dieses Haltungsverfahren wegen der Probleme mit Ammoniakemissionen, Fliegen und Geruchsentwicklung allerdings allmählich auslaufen [179, Niederlande, 2001].

Eignung: In Italien wird dieses System auf Großbetrieben wegen des damit verbundenen geringen Arbeitsaufwands eingesetzt. Es kann jedoch nur in Stallneubauten Anwendung finden, weil ausreichend Höhe für die Kotlagerung vorhanden sein muss. Allerdings könnte ein entsprechend. konzipiertes, schon vorhandenes Stallgebäude, wie etwa ein zweistöckiger Legestall, möglicherweise zu einem Kotkellerstall umgebaut werden. Informationsmaterial, das dies belegt, liegt zurzeit jedoch noch nicht vor.

Kosten: Die für das zusätzliche Erdgeschoss erforderlichen Investitionen werden z.T. durch den Wegfall einer externen Kotlagerstätte überflüssig [127, Italien, 2001]. Verglichen mit einem konventionellen offenen Kotlager belaufen sich die Investitionsmehrkosten auf 0,8 Euro je Hennenplatz. Die zusätzlichen Energiekosten liegen bei 0,03 Euro/Jahr/Hennenplatz. Die zusätzlichen Kosten sind mit 0,12 Euro je Hennenplatz und Jahr anzusetzen. Dies bedeutet, dass für eine NH_3-Reduktion zwischen 0,220 und 0,154 kg je Hennenplatz und Jahr (entsprechend 30%) ca. 1,84 Euro je kg gemindertem NH_3 zu Buche schlagen.

Referenzbetriebe: Ställe mit Kotkeller werden in verschiedenen EU-Mitgliedsstaaten eingesetzt (Vereinigtes Königreich und Niederlande mit 2,5 Mio. und Italien mit 8 bis 9 Mio. Hennen).

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [119, Elson, 1998], [179, Niederlande, 2001]

4.5.1.2 Käfighaltung in einem „Stilt House[4]

Beschreibung: Eine Kurzbeschreibung dieses Stallkonzeptes findet sich in Abschnitt 2.2.1.1.3. Bei diesem Haltungsverfahren besteht zwischen den im ersten Stock gelegenen Käfigbatterien und dem darunter liegenden Kotlager keine offene Verbindung. Der Lagerbereich ist jedoch an den Seiten offen und somit den Klimaeinflüssen ausgesetzt.

Erzielter Umweltnutzen: Die vom Stall und vom Kotlager ausgehenden Emissionen (Geruch, Ammoniak) sollten zusammenhängend gewertet werden, um dieses Haltungsverfahren sachgemäß beurteilen zu können. Die aus dem eigentlichen Stallbereich stammenden Emissionen werden als sehr niedrig angesehen. Es wird angenommen, dass das „Stilt House“ hinsichtlich Kottrocknung und –handhabung sowie Höhe/Minderung der Ammoniakemissionen leistungsstärker ist als das Kotkellerverfahren. Quantitative Daten, die diese Beobachtung unterstützen würden, liegen jedoch nicht vor. Wegen der seitlich geöffneten Bauweise der Kotlagerstätte ist die Emissionsmessung schwierig. Den Berichten zufolge bleiben die Ammoniumstickstoff-Gehalte im Kot hoch, weshalb von einer niedrigen Ammoniakemission ausgegangen wird. Die Emissionen – und damit die umweltentlastenden Wirkungen dieses Haltungsverfahrens - variieren in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen.

Medienübergreifende Effekte: Es wird Energie benötigt für die Belüftung des Legehennenbereichs und für das Öffnen der automatischen Klappen (wenn diese eingebaut wurden).

Betriebstechnische Daten: Mit Hilfe der Schwerkraft gelangt der Kot durch den Käfigschlitz in die Lagerstätte. Die Kotschieber sollten zwei- bis dreimal täglich zum Einsatz kommen, wodurch sichergestellt wird, dass die Kotmasse klebrig genug ist, um einen Haufen mit steilen Seitenflächen und großer Oberfläche für die Optimierung des Trocknungseffektes zu bilden. Der Trocknungsprozess geht langsam vor sich, ist jedoch im Frühjahr und Sommer, wenn es warm ist und im Stall mit maximaler Lüftungsrate gearbeitet wird, am stärksten. Untersuchungen ergaben Feuchtigkeitsgehalte des Kots von unter 20% (= mehr als 80% Trockenmasse) am Jahresende, wobei im Tierbereich die Ammoniakgehalte nicht über 3 ppm hinausgingen.

Eignung: Bestehende Ställe mit Kotkeller können zum „Stilt House“ umgebaut werden, wobei jedoch eine andere Stallgestaltung nötig sein kann. Diese erfordert ein anderes Stallmanagement als beim Kotgrubenverfahren. Die Konstruktion der Kot-Klappen ist ein entscheidender Faktor, weil deren Öffnung entsprechend der Lüftungsrate variieren und auch bei der Entmistung störungssicher betrieben werden muss. Gut konzipierte Klappen steigern die Trocknungswirkung und verhindern ein Eindringen des Windes in den Tierbereich.

Referenzbetriebe: Die „Stilt House“ –Verfahren sind im Vereinigten Königreich entwickelt worden und befinden sich dort im Einsatz.

Referenzliteratur: [119, Elson, 1998]

4.5.1.3 Käfighaltung mit Entmistung durch Kotschieber zu einer geschlossenen Lagerstätte

Beschreibung: Dieses Haltungsverfahren ist eine Alternative zur offenen Kotlagerung, wobei der Kotkeller flacher ist und häufiger entmistet wird. Der Geflügelkot wird vom Betriebsgelände abtransportiert oder in einer Lagerstätte auf dem Betriebsgelände gelagert.

Erzielter Umweltnutzen: Die bei diesem Haltungsverfahren auftretenden Emissionen sind eine Kombination aus den Emissionen des Stallbereiches und der separaten Kotlagerstätte. Den vorliegenden Berichten ist zu entnehmen, dass die Emissionen aus dem Legehennenstall denen des Referenzverfahrens mit 0,083 kg NH_3/Hennenplatz/Jahr entsprechen. Die Geruchsemissionen werden im Vergleich zum Referenzverfahren als geringer angesehen, weil sich weniger anaerobe „Hot-Spots“ entwickeln können.

Medienübergreifende Effekte: Diese hängen ab vom Energiebedarf für einen ein- oder zweimal jährlichen

[4] Anmerkung des Übersetzers: keine Übersetzung, da in D nicht praktiziert. Wörtlich: Stelzenhaus

Frontladerbetrieb und dem Energieaufwand, der für den im Abstand von einigen Tagen betriebenen Kotschieber entsteht.

Betriebstechnische Daten: Besondere Anforderungen an den praktischen Einsatz dieses Verfahrens gibt es mit Ausnahme des Kotschieberbetriebs nicht.

Eignung: Das System ist einfach, erfordert in der Praxis jedoch eine separate Kotlagerstätte. Es wird nicht davon ausgegangen, dass dieses Verfahren in Verbindung mit weiteren Stallneubauten eingesetzt werden wird.

Kosten: Diese Form der Käfighaltung gilt als kostengünstiges System.

Referenzbetriebe: Aus den Niederlanden vorliegende Daten zeigen, dass dieses Haltungsverfahren auf weniger als ein Prozent der Legehennenbetriebe eingesetzt wird.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [26, LNV, 1994], [122, Niederlande, 2001]

4.5.1.4 Käfighaltung mit Entmistung per Kotband zu einer geschlossenen Lagerstätte

Beschreibung: Dieses Haltungsverfahren, bei dem Kotbänder zur Entmistung eingesetzt werden, ist in Abschnitt 2.2.1.1.5 näher beschrieben. Saubere Kotbänder und häufige Entmistung zu einer geschlossenen Lagerstätte stellen niedrige Ammoniakemissionen aus dem Stallbereich sicher. Bei diesem Verfahren ist eine zusätzliche Anlagenkomponente für die Lagerung erforderlich.

Erzielter Umweltnutzen: Die umweltentlastende Wirkung dieses Systems hängt zwar von der Häufigkeit der Kotentfernung ab, es ist jedoch fraglos besser als das in Abschnitt 4.5.1.3 beschriebene Schieberverfahren, das gewöhnlich einige Kotreste zurücklässt. Je häufiger der Kot ausgeräumt wird, desto niedriger ist die vom Stall ausgehende Emission; wenn z.B. der Kot mindestens zweimal wöchentlich aus dem Stall entfernt wird, reduziert sich Berichten zufolge die NH_3-Emission je Hennenplatz und Jahr auf 0,035 kg. Bei zweimal täglicher Entmistung sprechen diese Berichte sogar von einem Rückgang der NH_3-Emission auf 0,020 kg je Hennenplatz und Jahr.

Weil der Kot aus dem Stall geräumt wird und keine Kotreste auf den Kotbändern verbleiben, wird ein niedrigeres Geruchsniveau erzielt, was wiederum das Stallklima günstig beeinflusst. Bei diesem Verfahren findet keine Kottrocknung statt; der nasse/feuchte Kot wird aus dem Stall verbracht, um entweder an anderer Stelle gelagert oder direkt ausgebracht zu werden.

Medienübergreifende Effekte: Der Einsatz dieses Verfahrens erfordert zusätzliche Energie für den Betrieb der Kotbänder. Die niedrigste Emission wird dadurch erreicht, dass zum einen die Schiebevorrichtung am Futterwagen eingesetzt, und zum anderen auch für häufigeren Betrieb der Kotbänder gesorgt wird. Es ist davon auszugehen, dass zusätzlicher Energiebedarf ausschließlich durch den häufigeren Betrieb der Kotbänder entsteht.

Betriebstechnische Daten: Statt trockenem Kot fällt bei diesem Verfahren nasser/feuchter Kot an.

In den Niederlanden lässt man dieses Verfahren wegen der hohen Kosten, die mit der Veräußerung des "nassen" Kotes verbunden sind, und auch wegen der relativ hohen Ammoniak-Emissionen allmählich auslaufen [179, Niederlande, 2001].

Eignung: Käfige mit Kotbändern können sowohl in neuen als auch bestehenden Stallanlagen eingesetzt werden. Im Allgemeinen wird das System in Verbindung mit übereinander angeordneten Käfigbatterien eingesetzt. Das Referenzverfahren müsste aber komplett ersetzt werden. Es ist fraglich, ob die häufigere Entmistung gegenüber anderen, ebenfalls verfügbaren, jedoch technisch weiterentwickelten Verfahren als Verbesserung angesehen werden kann.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten für den Betrieb einer zweimal wöchentlich arbeitenden Entmistungsanlage belaufen sich im Vergleich zum Verfahren mit offener Kotlagerung auf 1,14 Euro je

Hennenplatz. Die für häufigeres Entmisten nötige Vorrichtung bedingt ebenfalls Mehrkosten, zu denen jedoch keine Daten übermittelt wurden. Bei einer 58%igen Reduktion der Emissionsrate (im Vergleich zum Referenzverfahren) belaufen sich die relativen Kosten auf rund 23,6 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Betriebskosten liegen bei 0,17 Euro je Legehenne und Jahr.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden werden etwa 3,524 Mio. Legehennen nach diesem Verfahren gehalten. In neuen Stallgebäuden wird es nur gelegentlich installiert. Weiter Daten über den Einsatz dieses Verfahrens liegen bis dato noch nicht vor.

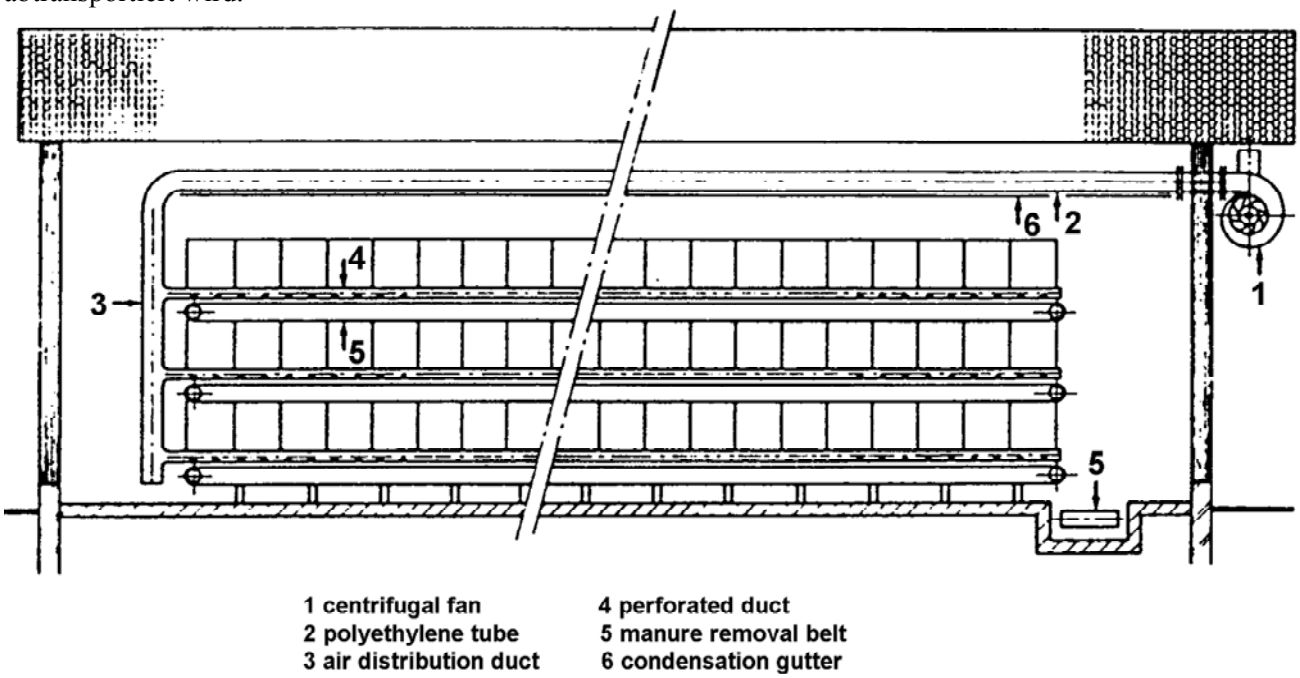
Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [128, Niederlande, 2000], [179, Niederlande, 2001]

4.5.1.5 Käfigbatterien mit Kotbändern und Kottrocknung

In diesem Abschnitt werden unterschiedliche Käfigkonstruktionen erläutert, die zur Trocknung des unterhalb der Käfige gesammelten Kotes entwickelt wurden. Auch auf den damit einhergehenden Umweltnutzen wird dabei eingegangen.

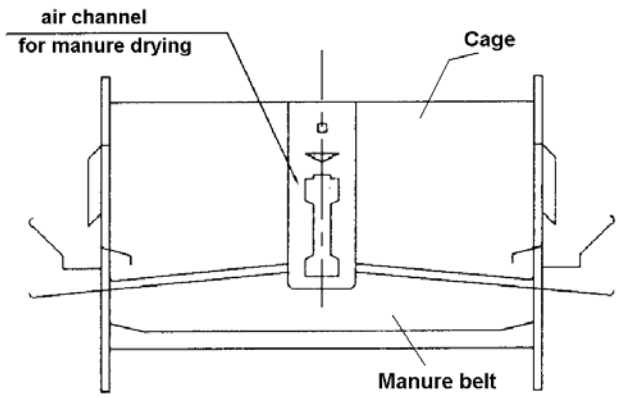
4.5.1.5.1 Käfigbatterien mit Kotbändern und Trocknung durch Kotbandbelüftung

Beschreibung: Der Legehennenkot wird auf einem Kotband gesammelt, wobei für jede Etage ein Kotband vorgesehen ist. Über dem Kotband verläuft eine Röhre mit Luftlöchern, durch die (evtl. vorgewärmte) Luft über das Kotband geblasen wird. Der Kot wird einmal wöchentlich aus dem Stall zu einer überdachten Lagerstätte außerhalb des Stalls befördert, wo er über einen längeren Zeitraum gelagert werden kann. Auf einigen Betrieben erfolgt die Lagerung auch in einem Container, der innerhalb von zwei Wochen vom Betriebsgelände abtransportiert wird.



Legende:
1 Radialventilator
2 Polyethylen (PE)-Rohr
3 Luftverteilungsschacht
4 Perforierte Zuluftleitung (Belüftungskanal)
5 Kotband
6 Kondensatrinne

Abb. 4.5: Schematische Darstellung eines Käfigs mit (pneumatischer) Kotbandbelüftung (Belüftungstrocknung) [10, Niederlande, 1999]



Legende:
air channel for manure drying = Luftkanal für Kottrocknung
cage = Käfig
manure belt = Kotband

Abb. 4.6: Schematische Darstellung eines Batteriesystems mit Kotbandbelüftung und einem Trocknungskanal für zwei Käfigreihen [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Wenn ein Kotbandbelüftungssystem mit einer Trocknungskapazität von 0,4 m^3 Luft je Legehenne und Stunde installiert ist, wird im Verlauf eines Trocknungszeitraums von sieben Tagen ein Trockenmassegehalt von mindestens 45% erreicht. Die NH_3-Emission liegt bei 0,035 kg je Hennenplatz und Jahr. Nach dem Entmistungsvorgang verbleibt kein Kot auf den Kotbändern.

Medienübergreifende Effekte: Für den Betrieb der Kotbänder und der für die Zwangslufttrocknung erforderlichen Ventilatoren ist Energie erforderlich. Zusätzlicher Energiebedarf entsteht zudem, wenn mit Vorwärmung gearbeitet wird. In modernen Käfighaltungsverfahren realisiert man die Vorerwärmung über einen Wärmetauscher, in dem die Außenluft angesaugt und der durch die Abluft aus dem Stall erwärmt wird. Die Höhe der zusätzlich erforderlichen Energiezufuhr variiert; das Datenmaterial zeigt zusätzliche 1,0 bis 1,6 kW/h je Hennenplatz und Jahr gegenüber dem Referenzverfahren, was einem Gesamtenergieverbrauch von 2 bis 3 kW/h aufweist.

Betriebstechnische Daten: Mit diesem Verfahren sind sehr niedrige NH_3- Emissionsraten und eine Reduktion der Geruchsentwicklung im Stall erreichbar. Die vorgewärmte Luft trocknet den Kot, aber es kommt als zusätzlicher Vorteil hinzu, dass das Kleinklima im Käfigbereich, also im direkten Umfeld der Hennen, sehr gut ist. Dies ermöglicht bessere Produktionsergebnisse als mit dem Referenzverfahren.

Eignung: Dieses Verfahren kann in neuen wie auch bestehenden Stallanlagen mit drei oder mehr Käfigetagen betrieben werden. Die Belüftungsvorrichtung könnte auch zu einer schon bestehenden Käfiganlage mit Kotband (ohne Trocknungsvorrichtung) hinzugefügt werden, über praktische Beispiele liegen derzeit jedoch noch keine Berichte vor.

Kosten: Beim Kostenvergleich mit dem Referenzverfahren muss berücksichtigt werden, dass u.U. die externe Kotlagerung einfacher gestaltet werden kann (keine Gülle, sondern Trockenkot) und dass mehr Hennen in der Batterieanlage untergebracht werden können. Je nach Einbeziehung dieser Kostenfaktoren variieren die erforderlichen zusätzlichen Investitionskosten, Berichten zufolge bewegen sie sich zwischen 0,39 Euro (I) und 2,05 Euro (NL) je Hennenplatz und Jahr.

Die Kosten für den zusätzlichen Energiebedarf variieren ebenso wie die jährlichen Betriebskosten. Letztere wurden mit 0,193 Euro (I) bzw. 0,57 Euro (NL) je Hennenplatz und Jahr angegeben.

Bei den Kosteneffizienzdaten ist ebenfalls eine große Variation vorhanden. Bei einer Reduktion von 60% verglichen mit dem Referenzverfahren würde der Einsatz dieses Verfahrens in Italien 1,45 Euro je kg gemindertem NH3 kosten, in den Niederlanden wären es demgegenüber 42,70 Euro.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden werden 14,598 Mio. Legehennen mit diesem Verfahren gehalten. Das Verfahren mit einer NH_3-Emission von 0,035 kg je Legehenne und Jahr wurde vor 12 Jahren entwickelt. Heute wird es bei den meisten Stallneu- und –umbauten umgesetzt.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.5.1.5.2 Käfigbatterien mit Kotband und Wedel-Belüftung

Beschreibung: Dieses Verfahren hat das gleiche Konstruktionsprinzip wie das vorhergehende (Abschnitt 4.5.1.5.1), nur sind hier eine Reihe von Luftwedeln über dem Kotband angebracht, wobei jeweils ein Wedel für zwei Käfige (Rücken an Rücken) vorgesehen ist. Jeder Luftwedel wird über ein Antriebsgestänge betätigt, das alle Wedel einer Käfigreihe simultan antreibt und die Luft auf das Kotband lenkt (Abb. 4.7). Der Unterschied zum vorher beschriebenen Verfahren liegt darin, dass die Trocknungsluft nicht von außen zugeführt, sondern lediglich Stallinnenluft über das Kotband gelenkt wird. Dies kann sich insofern als Vorteil erweisen, als sich Luftvorwärmung oder der Einsatz eines Wärmetauschers erübrigt, wie dies beim Umluftverfahren der Fall ist (folglich gibt es auch keine Probleme mit der Verstopfung von Wärmetauschern oder Luftschächten mit Staub). Der Kot wird einmal wöchentlich aus dem Stall befördert, mit einem Trockenmassegehalt von mindestens 50%.

Erzielter Umweltnutzen: Die von diesem Verfahren ausgehende Emission bewegt sich bei ca. 0,089 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr (I). Dies entspricht einer 40%igen Reduktion im Vergleich zum Referenzverfahren mit einem Emissionswert von 0,220 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr (I).

Medienübergreifende Effekte: Der Energiebedarf der Luftwedel liegt unter dem des zuvor beschriebenen Verfahrens mit perforierten Luftleitungen. Allerdings geht mit dem Betrieb der Wedel eine gewisse Geräuschentwicklung einher.

Betriebstechnische Daten: Wie beim vorherigen Verfahren (Abschnitt 4.5.1.5.1) kann auch hier eine niedrige NH_3-Emission erzielt werden. Wegen der kontinuierlichen Luftumwälzung werden ein gutes Stallklima und eine einheitliche Temperatur im gesamten Stall erzielt. Auch scheint die Geruchsentwicklung im Vergleich mit der zuvor beschriebenen Technik niedriger zu liegen.

Eignung: Dieses Verfahren kann in neuen wie auch in bestehenden Ställen in Verbindung mit vier bis acht Käfigetagen eingesetzt werden. Auch könnte die Luftwedeltechnik möglicherweise an bestehende Käfiganlagen mit Kotband angebaut werden, die noch nicht über eine Kottrocknungsanlage verfügen. Über praktische Beispiele liegen jedoch noch keine Berichte vor.

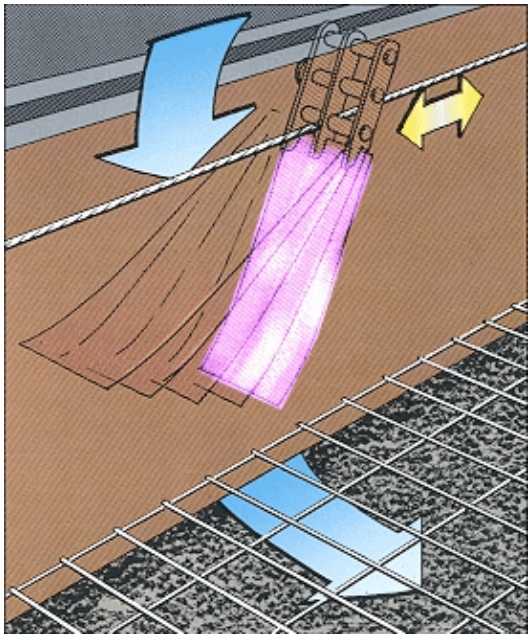


Abb. 4.7: Funktionsprinzip der Wedel-Belüftung [127, Italien, 2001]

Kosten: Verglichen mit dem Referenzverfahren beläuft sich die Zusatzinvestition auf 2,25 Euro je Hennenplatz. Der zusätzliche Energiebedarf bewegt sich zwischen 1,0 und 1,2 kW/h je Henne, entsprechend 0,11 – 0,14 Euro je Hennenplatz und Jahr. Die Gesamtkosten (Kapitalinvestitionen plus Betriebskosten) belaufen sich auf 0,31 Euro je Hennenplatz und Jahr. Dies entspricht einem Kostenaufwand von 2,32 Euro je kg gemindertem NH3, bei einer im Vergleich zum Referenzverfahren 60%igen Minderung der NH_3-Emission.

Referenzbetriebe: Das Verfahren wird gegenwärtig auf einigen großen Geflügelbetrieben in Italien in die

Praxis umgesetzt; etwa 700.000 bis 800.000 Legehennen werden dort nach diesem Verfahren gehalten.

Referenzliteratur: [127, Italien, 2001]

4.5.1.5.3 Käfigbatterien mit Kotbändern und technisch verbesserter Belüftungstrocknung

Beschreibung: Das grundsätzliche Verfahrensprinzip ist bereits unter 4.5.1.5.1 näher beschrieben worden. Der Kot wird alle fünf Tage aus dem Stall in einen abgedeckten Container befördert, der binnen zwei Wochen vom Betriebsgelände abtransportiert werden muss. Die Kottrocknung erfordert bei diesem Verfahren den Einbau einer zwangsgelüfteten Trocknung mit einer Trocknungskapazität von 0,7 m^3 je Legehenne und Stunde und einer Lufttemperatur von 17°C. Die maximale Trocknungsperiode liegt bei fünf Tagen, und der Kot muss einen Trockenmassegehalt von mindestens 55% aufweisen.

Erzielter Umweltnutzen: Die NH_3-Emission aus diesem System bewegt sich zwischen 0,010 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr (NL) und 0,067 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr in Italien (I).

Medienübergreifende Effekte: Die Geruchskonzentration im Stall wird als vergleichsweise niedrig erachtet. Die Geräuschpegel sind vergleichbar mit denen des zuvor unter Abschnitt 4.5.1.5.1. beschriebenen Verfahrens. Verglichen mit anderen Trocknungsverfahren wird hier für die Kottrocknung viel Energie verbraucht, was sich durch Vorwärmung der einströmenden Luft jedoch reduzieren lässt. Die Staubentwicklung ist im Vergleich zu anderen Haltungsverfahren geringer.

Betriebstechnische Daten: Mit diesem System sind sehr niedrige NH_3-Emissionen aus dem Stall zu erreichen. Mit vorgewärmter Luft wird der Kot trockener und das Kleinklima in den Käfigen verbessert, was auch zu besseren Produktionsergebnissen führt. In modernen Legehennenställen erfolgt die Luftvorwärmung über einen Wärmetauscher, bei dem die Frischluft durch die nach außen strömende Abluft erwärmt wird.

Eignung: Das Verfahren kann sowohl in neuen als auch bestehenden Ställen in Verbindung mit 3 bis 10 Käfigetagen angewendet werden. Über Betriebe, in denen schon vorhandene Kotbandanlagen mit diesem Trocknungssystem nachgerüstet wurden, liegen z. Zt. noch keine Informationen vor.

Kosten: Dieses Verfahren ist als „Niedrigkostensystem“ anzusehen, das speziell für Großbetriebe geeignet ist, in denen der vorhandene Raum durch eine hohe Besatzdichte effizient genutzt werden soll. Die vorliegenden Berichte enthalten jedoch sehr unterschiedliche Angaben zu den Kosten. Die aus Italien gemeldeten niedrigeren Kosten sind z.T. auf die zusätzlichen Einnahmen durch höhere Eierpreise zurückzuführen, mit deren Hilfe die Kosten für den Einsatz des verbesserten Verfahrens ausgeglichen werden konnten.

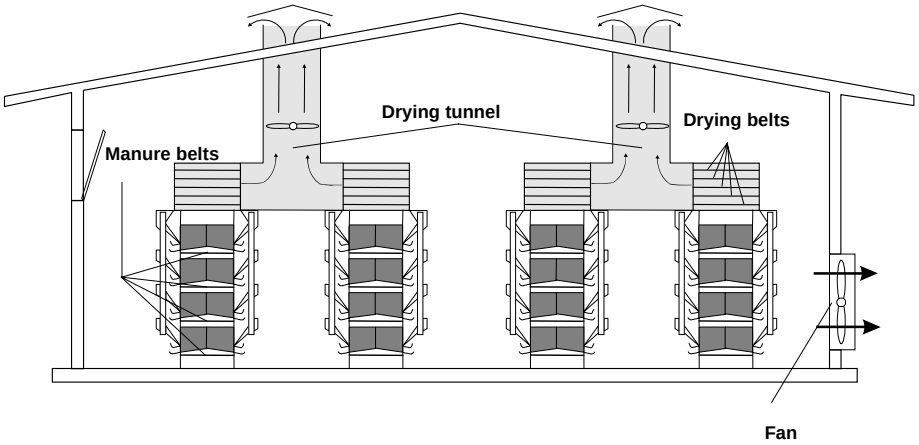
Im Vergleich zum Referenzverfahren bewegen sich die zusätzlichen Investitionskosten zwischen 0,65 Euro (I) und 2,50 Euro (NL) je Hennenplatz. Die jährlichen Kosten je Hennenplatz variieren zwischen 0,365 und 0,80 Euro (Kosten für elektrischen Strom eingerechnet). Bei einer 70– bis 88%igen Reduktion der Ammoniakemission, verglichen mit dem Referenzverfahren, variiert die „Kosteneffizienz“ zwischen 2,34 und 34,25 Euro je kg gemindertem NH3.

Referenzbetriebe: Das Verfahren wurde Ende der 90er Jahre entwickelt. In den Niederlanden werden gegenwärtig rund 2 Mio. Legehennen nach diesem Verfahren gehalten. Gegenwärtig werden diese Verfahren mit dieser Kotbandbelüftung auf Großbetrieben in Stallneubauten und beim Umbau vorhandener Ställe in die Praxis umgesetzt.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [124, Deutschland, 2001], [127, Italien, 2001]

4.5.1.5.4 Käfigbatterien mit Kotband und Trocknungstunnel oberhalb der Käfige

Beschreibung: Das Konzept der Anlage entspricht prinzipiell dem der zuvor beschriebenen Käfigverfahren mit Kotbandbelüftung. Der Kot wird hier auf unterhalb der Käfige laufenden Bändern gesammelt und zu einem Ende der Käfigreihe transportiert. Von dort wird nach oben auf Trocknungsbänder in einem oberhalb der Käfige liegenden Trocknungstunnel befördert, der sich über die gesamte Länge der Käfigreihe erstreckt. Der Kot wird auf den Bändern im Tunnel verteilt und trocknet dort. Am Ende eines (kompletten) Laufs von einem Tunnelende zum anderen wird der Kot von jedem dieser Bänder auf das unterste Band im Tunnel gebracht, auf dem der getrocknete Geflügelkot gesammelt und mit einem letzten Durchgang zum gegenüberliegenden Ende transportiert wird. Dies bedeutet, dass der Kot am Ende eines kompletten Durchgangs' einen hohen Trockenmassegehalt aufweist. Der Tunnel wird mit Hilfe eines Radialventilators belüftet, der die Abluft durch einen Abluftkamin im Stalldach nach außen befördert. Die zur Trocknung benötigte Luft wird an den beiden gegenüberliegenden Tunnelenden aus dem Stallinneren entnommen; die Kotbänder werden im Takt von einigen Minuten Minuten weiterbewegt, der gesamte Umlauf im Tunnel dauert zwischen 24 und 36 Stunden.



Legende:
Manure belts = Kotbänder
Drying tunnel = Trocknungstunnel
Drying belts = Trocknungsbänder
Fan = Ventilator

Abb. 4.8: Schematische Darstellung eines Trocknungstunnels oberhalb der Käfigbatterien

Erzielter Umweltnutzen: Die Ammoniakemission liegt Berichten zufolge bei 0,015 (NL) bis 0,045 (I) kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr. Der Kot kann einen sehr hohen Gehalt an Trockenmasse von nahezu 80% erreichen.

Medienübergreifende Effekte: Für die Belüftung des Trocknungstunnels wird Energie benötigt. Der tatsächliche Energieverbrauch hängt von der Größe der Anlage insgesamt (Anzahl der Käfige) und vom Strömungswiderstand im Tunnel ab. Zur Beurteilung der Auswirkung von Änderungen der Bauweise und des Betriebes auf den Energiebedarf müssen noch weitere Informationen bereitgestellt werden. Wegen der Abfuhr der Stallinnenluft wird von einer niedrigen Geruchsentwicklung ausgegangen.

Betriebstechnische Daten: Dieses Verfahren wird systembedingt in Verbindung mit der Stalllüftung eingesetzt. Beide Lüftungssysteme müssen dabei so synchronisiert sein, dass gegenseitige Störungen ausgeschaltet werden, weil diese den Betrieb des Trocknungstunnels beeinträchtigen könnten.

Eignung: Das System wurde bsiher in Ställen mit vier bis sechs Käfigetagen eingesetzt. Über Nachrüstung oder Umbau bestehender Käfiganlagen liegen keine Berichte vor; eine Umsetzung dieses Systems in bestehenden Ställen würde jedoch bauliche Veränderungen am Dach erfordern, um die Abluft aus der Trocknung durch Kamine abführen zu können. Die Höhe der Abluftkamine wirkt sich wiederum auf die Ventilatorleistungs- und den Energiebedarf aus. Außerdem erfordert das System eine externe Lagerung des getrockneten Kots (Container oder andere Lagermöglichkeiten).

Kosten: Kostendaten liegen aus Italien vor. Demnach beläuft sich die Mehrinvestition auf 2,79 Euro je Hennenplatz; der zusätzliche Energiebedarf bewegt sich zwischen 2,0 und 2,5 kW/h je Henne und Jahr, entsprechend 0,23 – 0,28 Euro je Hennenplatz und Jahr. Die zusätzlichen Gesamtkosten (Kapitalinvestition plus Betriebskosten) liegen bei 0,48 Euro je Hennenplatz und Jahr; die bedeutet bei 80%iger Reduktion der NH_3-Emission im Vergleich zum Referenzverfahren Kosten von ca. 2,74 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: In Italien werden etwa 1 Mio. Legehennen nach diesem Verfahren gehalten.

Referenzliteratur: [127, Italien, 2001]

4.5.2 Techniken zur käfiglosen Haltung von Legehennen

Käfiglose Haltungsverfahren erfordern ein anderes Management bei der Eierproduktion, und müssen daher von den Käfigverfahren getrennt werden. Für diese Haltungsverfahren liegen bisher nur wenige Erfahrungswerte vor, die deshalb im hier vorliegenden Dokument alle gleichwertig berücksichtigt werden. Aus diesem Grund konnte bisher auch noch kein Referenzverfahren bestimmt werden, weshalb das in Abschnitt 4.5.2.1.1 beschriebene Grundkonzept auch hier als Referenz dient. Die Tabelle 4.18 liefert eine Zusammenfassung der bisher verfügbaren Resultate.

Käfiglose Haltungssysteme	NH_3-Reduktion (%)	Medienüber-greifende Effekte	Eignung	Kosten[1)] (Euro/kg NH_3-Reduktion)
Referenzverfahren: Abschnitt 4.5.2.1.1 Tiefstreu-Haltungsverfahren für Legehennen	0,315 (kg NH_3/Hennen-platz/Jahr)	natürliche Lüftung; 80% TM; Staub	üblicherweise angewandt	
Abschnitt 4.5.2.1.2 Tiefstreu mit Belüftungstrocknung	60	• Energie für Belüftung und Lufterwärmung	• Anforderungen an Stallboden-konstruktion	16,13
Abschnitt 4.5.2.1.3 Tiefstreu mit perforiertem Boden und Belüftungstrocknung	65	• Energie für Belüftung und Lufterwärmung	• Anforderungen an Stallboden-konstruktion	k.A.
Abschnitt 4.5.2.2 Volierenverfahren	71	• hohe Staubpegel • Energiebedarf je nach Kotbandverfahren	• Anwendung erfordert spez. Anlagen und Einrichtungen	k.A.
1) Nutzeffekte in Kostendifferenz einbezogen (I) *k.A. = keine Angaben; TM = Trockenmasse*				

Tabelle 4.18: Zusammenfassung charakteristischer Merkmale von Techniken zur käfiglosen Haltung von Legehennen

4.5.2.1 Tiefstreu- oder Bodenhaltungsverfahren

4.5.2.1.1 Tiefstreu-Haltungssysteme für Legehennen

Beschreibung: Das Tiefstreuverfahren für Legehennen ist in Abschnitt 2.2.1.2.1 bereits näher beschrieben worden.

Erzielter Umweltnutzen: Die Ammoniak-Emission beträgt ca. 0,315 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr.

Medienübergreifende Effekte: Wird freie Lüftung eingesetzt, liegt der Energiebedarf relativ niedrig. Weil der Mist in diesem Haltungsverfahren einen TM-Gehalt von bis zu 80% aufweist und weil sich die Tiere frei bewegen können, kann es im Stall zu erheblicher Staubentwicklung kommen.

Betriebstechnische Daten: In den niederländischen Tiefstreuställen liegt die Besatzdichte bei sieben Hennen je m^2, wobei Zwangslüftungsverfahren praktiziert werden. Wegen der hohen Staubkonzentration wird das Tragen einer Gesichtsmaske empfohlen. Kot und Einstreu werden am Ende der Legeperiode aus dem Kotkeller entfernt.

Bei diesem Haltungsverfahren können die Legehennen ihre natürlichen Verhaltensweisen beinahe vollständig entfalten. Strukturell sieht das Stallinnere eine Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche vor. Das macht

dieses System artgerechter als die Käfighaltung. Aus technischer Sicht können einheitliche Stalllüftung und –Beleuchtung ebenfalls leichter realisiert werden als in der Käfighaltung; die Beobachtung der Tiere gestaltet sich überdies auch einfacher. Allerdings ist im Vergleich zur Käfig- und Volierenhaltung eine geringere Leistung (Legerate) beobachtet worden, und der Futterverzehr liegt ebenfalls etwas höher als bei der Käfighaltung, weil die Tiere bei niedrigerer Besatzdichte eine größere Aktivität entfalten.

Reduzierte Besatzdichte kann auch zu Problemen mit zu feuchter Einstreu und feuchtem Stallklima in den Wintermonaten führen. Dies zieht wiederum einen im Vergleich zu Käfig- und Volierenställen höheren Energiebedarf nach sich. Tendenziell begünstigt die Haltung in größeren Gruppen auch aggressives Tierverhalten (Auftreten von Federpicken und Kannibalismus). Gelegentlich kann es auch zu Problemen kommen, wenn die Eier auf dem Boden statt in den Legenestern abgelegt werden. Darmparasiten stellen einen weiteren Gefahrenpunkt dar, weil die Tiere direkten Kontakt mit dem Kot und der Einstreu haben. Wenn das Haltungsverfahren Kotlagerung im Stall vorsieht, können die Ammoniakkonzentrationen der Stallluft höher liegen, als dies beim Einsatz von Kotbändern, mit denen der Kot regelmäßig zu einer außen liegenden Lagerstätte befördert wird, der Fall wäre.

Eignung: Das System wurde in bestehenden Stallgebäuden installiert. Ein Übergang von Käfigen auf Bodenhaltung würde einen kompletten Umbau der Anlage erfordern.

Kosten: Wegen der im Vergleich zu anderen Haltungssystemen niedrigeren Leistung muss mit höheren Kosten gerechnet werden. Deutsche Schätzungen [124, Deutschland, 2001] sprechen von insgesamt 20,90 Euro je Tierplatz, die sich wie folgt zusammensetzen:

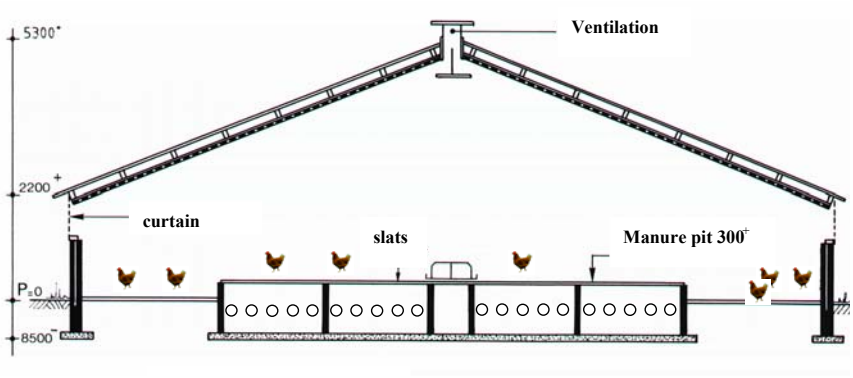
- Arbeitsaufwand: 2,70 Euro (bei einem Stundenlohn von 12,5 Euro)
- Kapitalinvestition: 4,20 Euro (11% jährliche Kosten: 5% Abschreibung, 2,5% Reparatur und Wartung, 7% Zinsen)
- Betriebskosten: 14,00 Euro
- Gesamtkosten: 20,90 Euro je Hennenplatz

Referenzbetriebe: In den Niederlanden sind etwa 1000 solcher Ställe für die Unterbringung von rund 6 Mio. Legehennen errichtet worden – was ca. 20% des Gesamtbestandes von 30 Mio. Legehennen entspricht.

Referenzliteratur: [128, Niederlande, 2000], [124, Deutschland, 2001], [179, Niederlande, 2001]

4.5.2.1.2 Tiefstreuverfahren mit Zwangsbelüftungstrocknung des Kots

Beschreibung: Dieses Verfahren beruht auf dem zuvor beschriebenen, nur wird die Ammoniakemission durch Zwangsbelüftung reduziert. Die Zwangsbelüftung erfolgt über Rohrleitungen, die 1,2 m^3 Luft je Hennenplatz und Stunde mit einer Temperatur von 20°C über den Kot blasen, der sich entweder unter den Gitterboden oder auf den für die Entmistung angebrachten (belüfteten) Kotbändern befindet.



Legende
ventilation = Lüftung
curtain = Jalousie
manure pit = Kotkeller
slats = Gitterboden/ perforierter Boden

Abb. 4.9: Tiefstreuverfahren mit Kotkeller und Belüftungstrocknung durch Belüftungskanäle unter dem Gitterboden [128, Niederlande, 2000]

Erzielter Umweltnutzen: Durch den Einsatz der Belüftung und die schnelle Kottrocknung reduzieren sich bei der Kotgrubenlagerung die Emissionswerte auf 0,125 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr. Verglichen mit dem Referenzverfahren (0,315 kg NH_3) erreicht dieses System eine Reduktion der Ammoniakbelastung um 60%. Häufige Entmistung mit (belüfteten) Kotbändern dürfte erwartungsgemäß zu noch niedrigeren Emissionswerten führen.

Medienübergreifende Effekte: Im Vergleich zum Referenzverfahren darf man auch eine verringerte Geruchsentwicklung erwarten. Weil eine Heizung eingebaut werden muss, um die in den Lüftungsrohren erforderliche Temperatur von 20°C zu erreichen, liegt der Energiebedarf dieses Verfahrens hoch. Die Aufrechterhaltung des Luftstroms erfordert weitere Energie. Die Luft wird durch Lufteinlässe in den Seitenwänden und durch eine Firstöffnung im Dach eingezogen.

Betriebstechnische Daten: Prinzipiell ist das Stallmanagement bei diesem Verfahren dasselbe wie beim Tiefstreu-Referenzverfahren.

Eignung: Das System lässt sich nur in Legehennenställen einsetzen, wo unterhalb des Gitterbodens ausreichend Platz frei bleibt. Traditionell haben Kotgruben eine Tiefe von 80 cm, bei diesem System müssen jedoch weitere 70 cm hinzukommen. Hennenhalter/Landwirte, die mit diesem Stallsystem bereits arbeiten, äußern sich nicht zuletzt deshalb zufrieden, weil der praktische Einsatz nur wenige Änderungen an der traditionellen Stallbauweise erfordert.

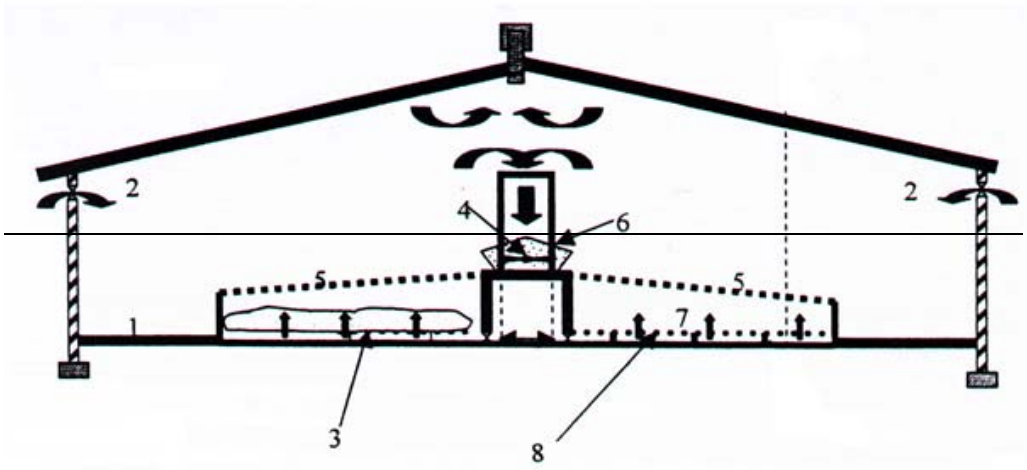
Kosten: Verglichen mit dem Referenzverfahren (Abschnitt 4.5.2.1) belaufen sich die zusätzlichen Investitionskosten auf 1,10 Euro je Hennenplatz, die zusätzlichen Jahreskosten auf 0,17 Euro. Die Kosten für eine 60%ige Ammoniakreduktion (0,315 auf 0,125 kg NH_3) belaufen sich damit auf rund 5,78 Euro je kg gemindertem NH3.

Referenzbetriebe: Das Verfahren ist noch sehr neu. In den Niederlanden wird es auf nur einem Legebetrieb (mit 40.000 Hennen) eingesetzt; in Deutschland bei etwa fünf Prozent der Legebetriebe. Zunehmender Einsatz dieses Systems ist für die Zukunft zu erwarten.

Referenzliteratur: [122, Niederlande, 2001], [124, Deutschland, 2001], [181, Niederlande, 2002]

4.5.2.1.3 Tiefstreuverfahren mit perforiertem Stallboden und Belüftungstrocknung

Beschreibung: Der Legehennenstall ist nach traditioneller Bauweise (mit Wänden, Dach etc.) errichtet. Das Verhältnis von eingestreuter zur Gitterbodenfläche liegt bei 30:70. Die Legenester sind ebenfalls im Bereich der den Gitterroste untergebracht. Unterhalb der Gitterroste und dem Kot befindet sich ein perforierter Boden, durch den die Luft strömen kann, die zum Trocknen des darauf liegenden Kots benötigt wird (Abb. 4.10). Dieser perforierte Boden kann mit maximal 400 kg/m^2 belastet werden. Zwischen dem Kotgrubenboden und dem perforierten Boden (Luftkanal) muss ein Zwischenraum von 10 cm frei bleiben. Die Öffnungen des perforierten Bodens machen 20% seiner Gesamtoberfläche aus.



Legende:
1 = Einstreuboden
2 = Lufteintritt
3 = Kot
4 = Ventilator für Kottrocknung
5 = Gitterroste
6 = Legenester
7 = perforierter Boden
8 = Luftkanal

Abb. 4.10: Tiefstreusystem mit perforiertem Boden und Zwangslufttrocknung des Kots [128, Niederlande, 2000]

Erzielter Umweltnutzen: Verglichen mit den 0,315 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr des Referenzverfahrens kann hier eine Reduktion der NH_3-Emissionen um 65% auf 0,110 kg erzielt werden.

Medienübergreifende Effekte: Wegen der erforderlichen Zwangslüftung besteht höherer Energiebedarf.

Betriebstechnische Daten: Der Kot der Legehennen fällt durch den Gitterboden auf den perforierten Boden. Zu Beginn der Legeperiode wird eine 4 cm dicke Schicht Hobelspäne auf den perforierten Boden aufgebracht. Die vorgewärmte Luft wird von unten durch die kleinen Öffnungen im perforierten Boden unter dem Kot geblasen. Um die sachgemäße Kottrocknung sicherzustellen, werden Ventilatoren mit einer Gesamtleistung von 7 m^3 Luft/Stunde bei 90 Pascal installiert. Der Kot bleibt etwa 50 Wochen lang (also für eine Legeperiode) auf dem perforierten Boden und wird danach aus dem Stall entfernt. Zwischen dem perforierten Boden und dem Gitterboden ist ein Mindestabstand von 80 cm einzuhalten. Durch den kontinuierlichen Luftstrom erfolgt eine kontinuierliche Kottrocknung. Der Trockenmassegehalt des Kots liegt bei ca. 75%. Der Landwirt sollte sich mit einer Gesichtsmaske schützen.

Die Tränkeeinrichtungen müssen oben auf den Gitterrosten angebracht werden; durch richtig angeordnete Rohrleitungen sollten Wasserverluste jedoch vermeiden.

Eignung: Die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Verfahren in der Praxis eingesetzt wird, ist bei Neuanlagen am größten. Es könnte jedoch auch in bestehenden Stallgebäuden Verwendung finden, hierdurch würden zusätzliche Kosten entstehen.

Kosten: Die Investitionskosten belaufen sich auf 1,20 Euro je Hennenplatz, die Jahreskosten auf 0,18 Euro je Tier.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden setzen etwa 10 Betriebe dieses Verfahren ein (im Jahr 2001).

Referenzliteratur: [128, Niederlande, 2000], [179, Niederlande, 2001], [181, Niederlande, 2002]

4.5.2.2 Volierenverfahren

Beschreibung: Eine genauere Beschreibung dieses Haltungssystems findet sich unter Abschnitt 2.2.1.2.2.

Erzielter Umweltnutzen: Datenmaterial zur Ammoniakemission liegt bisher nur aus den Niederlanden vor, wobei sich die Werte auf 0,09 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr belaufen – das sind 71% weniger als beim käfiglosen Referenzverfahren. Diese Verringerung der Emission ist auf die Entmistungsform zurückzuführen, durch die rund 90 Prozent des insgesamt anfallenden Kots mindestens einmal wöchentlich über Kotbänder aus dem Stall entfernt werden. Die verbleibenden 10% liegen im Einstreubereich und werden am Ende der Legeperiode aus dem Stall entfernt [179, Niederlande, 2001].

Medienübergreifende Effekte: Verglichen mit der Käfighaltung liegt der Staubgehalt der Stallluft den Berichten zufolge deutlich höher. Für die Schleimhäute von Mensch und Tier ergibt sich daraus eine höhere Belastung. Der Energiebedarf hängt in erster Linie von der Lüftung ab, er kann zwischen 2,70 kW/h je Hennenplatz und Jahr für Anlagen ohne Kotband und 3,70 kW/h je Hennenplatz und Jahr für Anlagen mit belüftetem Kotband variieren.

Betriebstechnische Daten: Den Hennen steht mehr Bewegungsfreiheit zur Verfügung als ihren Artgenossen in der Käfighaltung, allerdings müssen die neu eingestallten Junghennen aus einem Volierenaufzuchtstall stammen. Volierensysteme sind artgerechter als konventionelle Bodenhaltungsverfahren, weil der Lebensraum der Tiere deutlicher strukturiert ist. Wegen der höheren Besatzdichte werden im Winter auch günstigere Temperaturverhältnisse festgestellt. Futterverwertung und Legerate sind ebenfalls besser als in der Bodenhaltung. Der vorhandene Stallraum kann durch einen außen liegenden Scharrbereich ergänzt werden.

Allerdings können die Tiere in direkten Kontakt mit ihren Fäkalien kommen, was das Risiko eines Darmparasitenbefalls mit sich bringt. Auch kommt es in der Volierenhaltung zu einem prozentual höheren Anteil an Schmutzeiern oder "verlegten" Eiern. Ein weiterer negativer Effekt resultiert aus den größeren Tiergruppen, die zusammen mit natürlichen Licht zu aggressiverem Verhalten führen, so dass Federpicken und Kannibalismus vorkommen können, was wiederum potenziell höhere Verluste nach sich zieht. Die Beobachtung der Tiere ist ebenfalls schwieriger, und der Medikamentenbedarf liegt tendenziell höher.

Eignung: Verglichen mit Käfig- oder Bodenhaltung werden Volierensysteme in der Praxis bisher noch wenig eingesetzt, dennoch hat man nennenswerte praktische Erfahrungen sammeln können. Weil für Eier aus reiner Stallvolierenhaltung keine nennenswerte Nachfrage besteht, wird dieses Verfahren in Deutschland derzeit nur in Kombination mit Auslaufmöglichkeit eingesetzt.

Kosten: Die Kosten für das Volierenverfahren mit Entmistung über belüftete Kotbänder belaufen sich auf insgesamt 16,5 bis 22,0 Euro je Hennenplatz und Jahr:

- Arbeitsaufwand: 1,2 Euro (bei 12,5 Euro Stundensatz)
- Kapitalinvestition: 2,4 – 5,6 Euro (11% jährliche Kosten: 5% Abschreibung, 2,5% Reparatur plus Wartung und 7% Zinsen)
- Betriebskosten: 12,9 – 14,4 Euro [124, Deutschland, 2001]
- Gesamtkosten: 16,5 – 22,0 Euro

Treibende Kraft zur Einführung: Der Einsatz von Volierenverfahren könnte aus Gründen des Tierschutzes und der Tiergerechtheit zunehmen. Eine weitere treibende Kraft könnte die Entscheidung der EG (Verordnung Nr. 1651/2001 der Kommission) sein, dass für die Angabe des Haltungsverfahrens bei der Eierkennzeichnung keine anderen Begriffe als 'Freiland', 'Stallhaltung' oder 'Käfighaltung' genutzt werden dürfen [179, Niederlande, 2001].

Referenzbetriebe: Generell ist die Zahl der Volierenställe gering. Aus den Niederlanden vorliegende Zahlen belegen, dass rund drei Prozent (649.000) der Legehennen in Volierenställen gehalten werden – das sind weniger als ein Prozent der niederländischen Geflügelbetriebe.

Referenzliteratur: Siehe Fact Sheets (Datenblätter), [124, Deutschland, 2001]

4.5.3 Techniken zur Haltung von Broilern

Traditionell erfolgt die Broilermast in volleingestreuten Bodenhaltungsställen (siehe Abschnitt 2.2.2). Sowohl aus Gründen der artgerechten Haltung als auch zur Minimierung von Ammoniakemissionen muss nasse Einstreu vermieden werden. Der Trockenmassegehalt hängt von folgenden Faktoren ab:

- Tränkesystem,
- Dauer der Mastperiode,
- Besatzdichte,
- Isolierung des Stallbodens.

In den Niederlanden wurde eine neue Haltungstechnik entwickelt, um nasse Einstreu zu vermeiden oder zu minimieren. Bei diesem verbesserten Konzept (bekannt als VEA-System, niederländische Abkürzung für "Broilerställe mit niedriger Emission") wird der Isolierung des Stallgebäudes, dem Tränkesystem (Vermeidung von Wasserverlusten) und dem Einsatz von Hobelspänen bzw. Sägemehl als Einstreu besondere Beachtung geschenkt. Exakte Messungen haben jedoch gezeigt, dass das traditionelle Haltungsverfahren und das VEA-System die gleichen Ammoniakemissonen von 0,08 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr (NL) aufweisen.

Die Emission von 0,08 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr wird als Referenzwert betrachtet.

In den Niederlanden, wo eine Reihe von Haltungstechniken entwickelt wurde, werden derzeit nur wenig neue emissionsmindernde Anlagen erstellt. Alle in diesem Abschnitt vorgestellten Verfahren, die in letzter Zeit entwickelt wurden, stammen aus den Niederlanden und zeichnen sich durch ein ´Belüftungstrocknungssystem aus, bei dem das Kot- und Einstreugemsich von Luft durchströmt werden [10, Niederlande, 1999], [35, Berckmans et al., 1998].

Weil die Lüftungssrate von der natürlichen Luftbewegung abhängt, liegt es auf der Hand, dass die Gestaltung des Stalls sowie der Luftein- und Luftaustrittstellen von entscheidender Bedeutung sind. Energieverbrauch und –kosten sind niedriger als beim zwangsgelüfteten Stall.

Haltungstechnik	**NH_3-Reduktion (%)**	**Medienübergreifende Effekte**	**Eignung**	**Jährl. Kosten (Euro/kg gemindertem NH_3)**
<u>Referenzverfahren:</u> Mit Ventilatoren zwangsgelüfteter Tiefstreustall	0,080 (kg NH3/Tier-platz/Jahr)	. Staubkonzentration . Energiebedarf abhängig vom Lüftungssystem	. üblicherweise eingesetzt	
Abschnitt 4.5.3.1: Perforierter Stallboden mit Belüftungstrocknung des Kots	83	hoher Energiebedarf	. basiert auf dem Referenzverfahren	2,73
Abschnitt 4.5.3.2 Etagenstall mit „schwebendem“ Boden u. Belüftungstrocknung des Kots	94	hoher Energiebedarf höhere Staubentwicklung	. erfordert Einbau von Etagenböden	2,13
Abschnitt 4.5.3.3 Etagenkäfig mit herausnehmbaren Käfigseitenwänden und Belüftungstrocknung des Kots	94	. hoher Energiebedarf ähnliche Staub-entwicklung . geringe Staubentwicklung, wenn keine Einstreu eingesetzt wird	. erfordert Einbau von Etagenböden . aus Gründen artgerechter Haltung begrenzt	2,13

Tabelle 4.19: Zusammenfassung charakteristischer Eigenschaften von systemintegrierten Techniken in der Mastgeflügelhaltung

4.5.3.1 Perforierter Stallboden mit Zwangsbelüftungstrocknung

Beschreibung: Das Haltungsverfahren ist dem Referenzverfahren für Broiler (Abschnitt 2.2.2) ähnlich. Es handelt sich um einen Stall mit doppeltem Boden, wovon der obere zu mindestens 4% der Gesamtbodenfläche perforiert ist. Die Öffnungen sind durch ein Plastik- oder Metallgitter geschützt. Ein kontinuierlicher nach oben gerichteter Luftstrom strömt durch den perforierten Boden mit einer Mindestkapazität von 2 m^3 pro Std. und Broilerplatz. Auf dem perforierten Boden liegt Einstreu. Kot und Einstreu bleiben während der gesamten Mastperiode (ca. 6 Wochen) auf dem Boden. Der kontinuierliche Luftstrom trocknet das Einstreu-Kotgemisch (> 70% Trockenmasse), was zu reduzierten Ammoniakemissionen führt. Verbesserungen in der Bauweise können dazu beitragen, die Verteilung der Trocknungsluft durch Kanalisierung des Luftstroms zu verbessern (Abb. 4.11).

Erzielter Umweltnutzen: Die Belüftung von Einstreu und Kot führt zu einer erheblichen Reduktion der Ammoniakemissionen, so dass ein Emissionswert von 0,014 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr (verglichen mit dem Referenzwert von 0,080 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr) erreicht wird.

Medienübergreifende Effekte: Wegen der Zwangsbelüftung besteht hoher Energiebedarf, wodurch sich der Verbrauch an elektrischer Energie, und damit die Stromkosten, im Vergleich zum Referenzverfahren verdoppeln.

Betriebstechnische Daten: Die Tiere können ihre arttypischen Verhaltensweisen entfalten; bei großen Gruppen bedeutet dies jedoch auch, dass es unter den Tieren zu Rangordnungskämpfen kommt. Das Verfahren wird in geschlossenen Stallanlagen eingesetzt. Im Sommer herrscht im Stall eine niedrigere Lufttemperatur, weil die Luft im zweischichtigen Betonboden abgekühlt wird. Da der Zuluftstrom in Tiernähe austritt, verbessern sich die Klima-Bedingungen im Stall. Bei Stromausfall kann nicht gelüftet werden, was bei hohen Außentemperaturen zu einem rapiden Anstieg der Stalltemperatur führen kann (mit der Konsequenz steigender Ammoniak- und sonstiger Emissionswerte und möglicher Verluste von Tieren).

Wegen des hohen Kot-Trockenmassegehaltes von 80% ist die Staubentwicklung im Mastgeflügelstall ebenfalls erheblich. Die Tiere sind zwar sauberer, der Landwirt sollte jedoch eine Atemschutzmaske benutzen. Entmistung und Stallreinigung zwischen den Mastdurchgängen erfordern höheren Arbeitsaufwand.

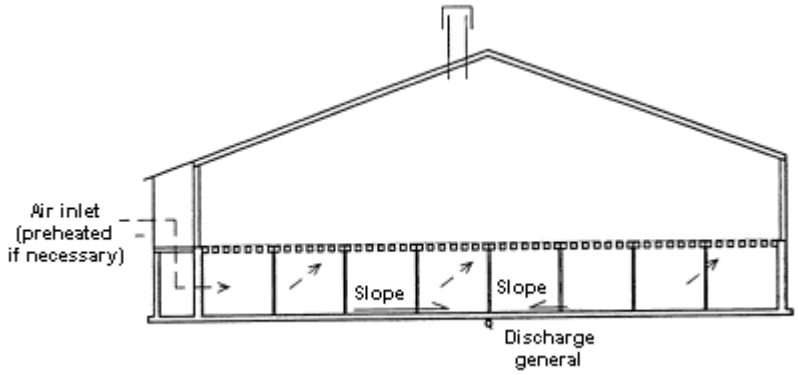
Eignung: Das Verfahren kann nur in Stallneubauten eingesetzt werden, weil unterhalb des perforierten Bodens ein ausreichend tiefer Kotkeller (2 m) liegen muss, die in bestehenden Stallgebäuden normalerweise nicht vorhanden ist. Ein baulich verbessertes Verfahren erfordert eine geringere Grubentiefe.

Kosten: Verglichen mit dem Referenzverfahren bedingt dieses System zusätzliche Investitionskosten von ca. 3 Euro je Broilerplatz, womit es etwa 25% teurer wird. Dies entspricht einer zusätzlichen Investition von 45,50 Euro je kg gemindertem NH_3 ((1000 g/(80 g–14 g)*3 Euro)). Bei einer weitergehenden Kalkulation können die zusätzlichen Investitionskosten für den perforierten Boden von 65,90 Euro je m^2 und eine Besatzdichte von 20 Broilern je m^2 berücksichtigt werden. In diesem Fall belaufen sich die zusätzlichen laufenden Kosten auf 0,37 Euro je Broilerplatz und Jahr.

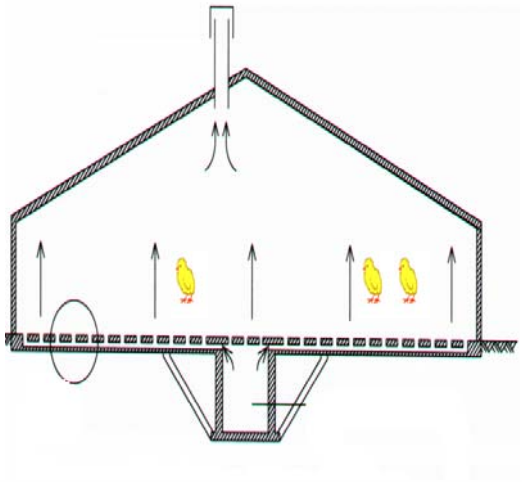
Wegen der hohen Kosten und dem nur auf NH_3-Emissionsminderung begrenzten Nutzeffekt wird dieses System gegenwärtig auf in wenigen Broilermastbetrieben eingesetzt [179, Niederlande, 2001].

Referenzbetriebe/Broilerplätze: In den Niederlanden werden ca. 450.000 Broiler in diesem Verfahren gehalten. Das System ist noch neu; in einigen mitteleuropäischen Ländern wird es auf versuchsweise eingesetzt.

Referenzliteratur: [23. VROM/LNV, 1996], [124, Deutschland, 2001], [128, Niederlande, 2000]



Legende
Air inlet (preheated if necessary) = Lufteintritt (falls erforderlich vorerwärmt)
Slope = Neigung
Discharge general = Austrag (Übersetzer: vermutlich zur Entsorgung von Schmutz- und Abwasser)



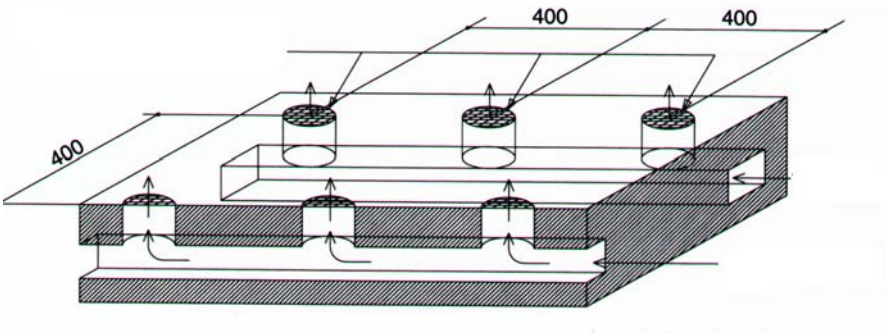


Abb. 4.11: Schematische Darstellung eines Belüftungstrocknungsverfahrens mit perforiertem Boden für Broiler (A) bzw. mit baulich verbessertem Konzept (B) und Detaildarstellung des Stallbodens beim verbesserten Konzept (C) [128, Niederlande, 2000]

4.5.3.2 Etagenverfahren mit Zwangsbelüftungstrocknung für Broiler

Beschreibung: Typisch für dieses System ist ein kontinuierlich nach unten oder oben gerichteter Luftzug durch etagenmäßig angeordnete Ebenen, die mit Einstreu bedeckt sind. Die Luft wird durch Abluftkanäle unterhalb des Etagenbodens (4,5 m^3 je Stunde und Broilerplatz) abgeführt. Der „schwebende Boden“ besteht aus einem perforierten Polypropylenband. Die Abteile, in denen die Tiere gehalten werden, haben eine Breite von 3 m und eine der Stalllänge entsprechende Abmessung. Das Etagenverfahren besteht aus 3 bis 4 Etagen. Am Ende der Mastperiode kann der bewegliche Boden die Broiler zum Stallausgang befördern, wo sie zum Abtransport in den Schlachthof in Container verladen werden.

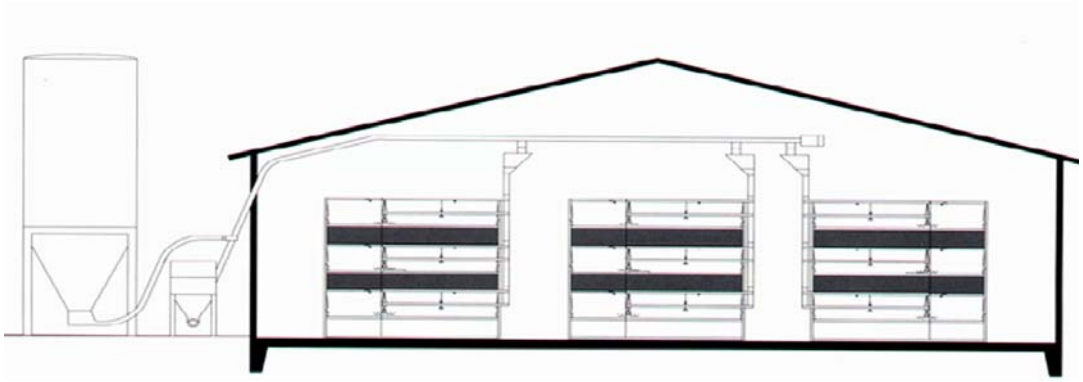


Abb. 4.12: Schematischer Querschnitt und grundsätzliches Konzept eines Etagenverfahrens mit Belüftungstrocknung (aufwärts gerichtete Luftführung) für Broiler [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Die Ammoniakemission wird auf 0,005 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr vermindert (entsprechend einer 94%igen Reduktion gegenüber dem Referenzverfahren mit 0,08 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr).

Medienübergreifende Effekte: Der Ventilatorbetrieb verursacht einen höheren Stromverbrauch.

Betriebstechnische Daten: Im Sommer sind die Broiler durch die Nähe zum Luftstrom geringerem Hitzestress ausgesetzt. Außerdem sind sie wegen des trockenen Mistes sauberer. Bei nach oben gerichtetem Luftstrom und einem Kot-Trockenmassegehalt von 80% könnten Staubprobleme entstehen, so dass das Tragen einer Atemschutzmaske empfohlen wird. Bei einer Bauweise mit nach unten gerichtetem Luftstrom macht Staub weniger Probleme.

Eignung: Das Verfahren kann in neuen und bestehenden Geflügelmastställen eingesetzt werden. Wegen der Etagen muss das Stallgebäude jedoch hoch genug sein.

Kosten: Verglichen mit dem Referenzverfahren belaufen sich die zusätzlichen Investitionskosten bei nach unten gerichtetem Luftstrom auf 2,27 Euro je Broilerplatz, entsprechend 36 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahreskosten liegen bei 0,38 Euro je Broilerplatz.

Referenzbetriebe: Das Verfahren ist erst in jüngerer Zeit entwickelt worden. In den Niederlanden werden auf einem Geflügelmastbetrieb 45.000 Broiler nach diesem Verfahren gehalten. In einigen mitteleuropäischen Ländern befindet es sich noch im Versuchsstadium.

Referenzliteratur: [23, VROM/LNV, 1996], [128, Niederlande, 2000]

4.5.3.3 Etagenkäfigverfahren mit herausnehmbaren Käfigseitenwänden und Zwangsbelüftungstrocknung

Beschreibung: Bei diesem System handelt es sich um eine Modifizierung des unter 4.5.3.2. beschriebenen Verfahrens (siehe auch unten: Abb. 4.13 und Abb. 4.14). Es handelt sich um ein Käfigverfahren mit mehreren Etagen. Der Mastgeflügelstall selbst ist nach konventionellem Muster gebaut und mit Ventilatoren ausgestattet. Die Etagen sind 1,5 m breit, mit Abschnitten von 6 Metern Länge. Jede Etage verfügt über beschichtete Gitterroste, durch deren Spalten die Luft über die gesamte Länge passieren kann. Die Gitterroste sind mit einer Schicht Hobelspäne bedeckt, in denen die Broiler scharren und abkoten können.

Um Frischluft einzubringen und den Kot auf den Bändern zu trocknen, sind beidseitig der Anlage Luftleitungen verlegt. In der Mitte jeder Etage befindet sich eine weitere Luftleitung, durch die den Broilern Frischluft zugeführt wird. Am Ende jedes sechswöchigen Mastdurchgangs werden die Käfigseitenwände entfernt und die Broiler über ein Förderband abtransportiert. Auf demselben Band wird auch der Kot in einen geschlossenen Container verbracht und vom Betriebsgelände wegtransportiert. Dasselbe System wurde auch ohne Einstreu eingesetzt.

Erzielter Umweltnutzen: Die Ammoniak-Emission wird um 94% reduziert und ist damit der Emission des Etagenbodenverfahrens mit 0,005 kg NH_3 je Broilerplatz und Jahr ähnlich. Die Verwendung von Einstreu scheint auf die Ammoniakemission keinen Einfluss auszuüben.

Medienübergreifende Effekte: Wegen der Zwangslüftung hat das hier beschriebene Verfahren gegenüber der Referenz einen höheren Energiebedarf. Die Staubentwicklung dürfte beim einstreulosen Verfahren erwartungsgemäß niedriger liegen als im eingestreuten. Der für die Zwangslufttrocknung erforderliche Energiebedarf dürfte sich in einem ähnlichen Rahmen bewegen. Es wird vermutet, dass die häufige Kotentfernung erhebliche Auswirkungen auf die Emissionsminderung hat. Im zuvor beschriebenen Verfahren bleibt der Kot über die gesamte Mastperiode hinweg auf dem Band liegen, was einen höheren und betriebssicheren Luftstrom erforderlich macht, um die gleiche Reduktionsleistung zu erreichen.

Betriebstechnische Daten: Die Geruchsentwicklung im Broilerstall selbst wird ebenfalls erheblich reduziert. Im Unterschied zum „Schwebboden-Verfahren“ ist die Staubentwicklung im Stall größer, weil der Kot einen Trockenmassegehalt von bis zu 80% aufweisen kann. Deshalb muss sich der Landwirt unter Umständen mit einer Atemschutzmaske schützen.
Bei der einstreulosen Version des Verfahrens sind die stallklimatischen Bedingungen für die Tiere und für den Landwirt wegen der geringeren Staubentwicklung besser; gleichzeitig kann das Fehlen von Einstreu jedoch nachteilige Auswirkungen auf das Verhalten der Tiere mit sich bringen. Der Arbeitsaufwand für Entmistung und Reinigung könnte bei der einstreulosen Version ebenfalls geringer sein.

Eignung: Bauliche Veränderungen am Mastgeflügelstall sind für den praktischen Einsatz dieses Systems nicht erforderlich. Die Käfiganlage selbst ist allerdings spezifisch auf dieses System zugeschnitten und müsste neu installiert werden. Die technischen Ergebnisse und die umweltentlastende Wirkung sind sehr gut; die Anforderungen an die Tiergerechtheit könnten für den weiteren Einsatz dieses Systems jedoch ein limitierender Faktor sein.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf 3 Euro (ca. 25%) bei einer Gesamtinvestition von 12 Euro je Broilerplatz. Der Erlös aus dem Mastgeflügelverkauf steigerte sich bei diesem System um ca. 15%; verglichen mit dem Referenzverfahren belaufen sich die zusätzlichen Investitionskosten auf 40 Euro je kg gemindertem NH_3 ((1.000 g/(80 g – 5 g)*3 Euro))

Referenzbetriebe/Broilerplätze: In den Niederlanden befindet sich dieses System auf nur sehr wenigen Betrieben (weniger als 1%) im Einsatz; aus anderen Ländern Europas liegen dazu bisher keine Berichte vor.

Referenzliteratur: [23, VROM/LNV, 1996], [128, Niederlande, 2000]

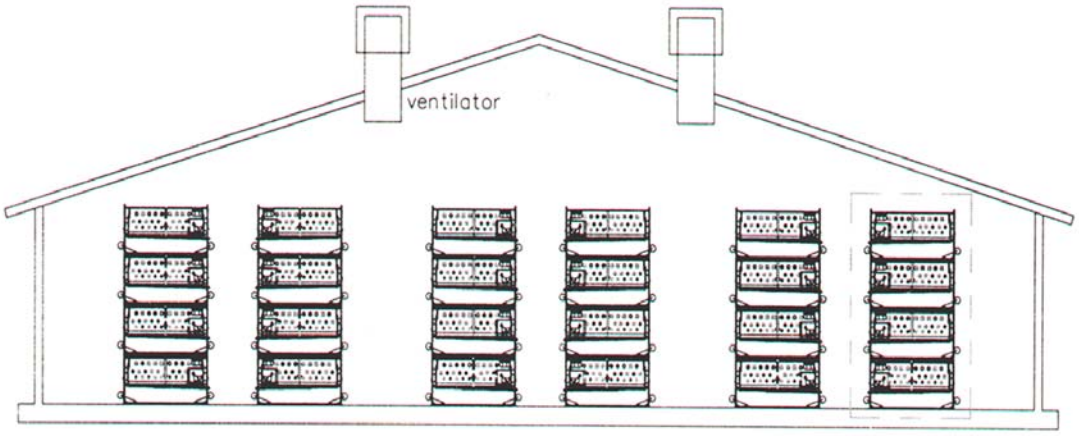


Abb. 4.13: Einstreu-Mastgeflügelstall mit Etagenkäfigen – schematische Darstellung [128, Niederlande, 2000]

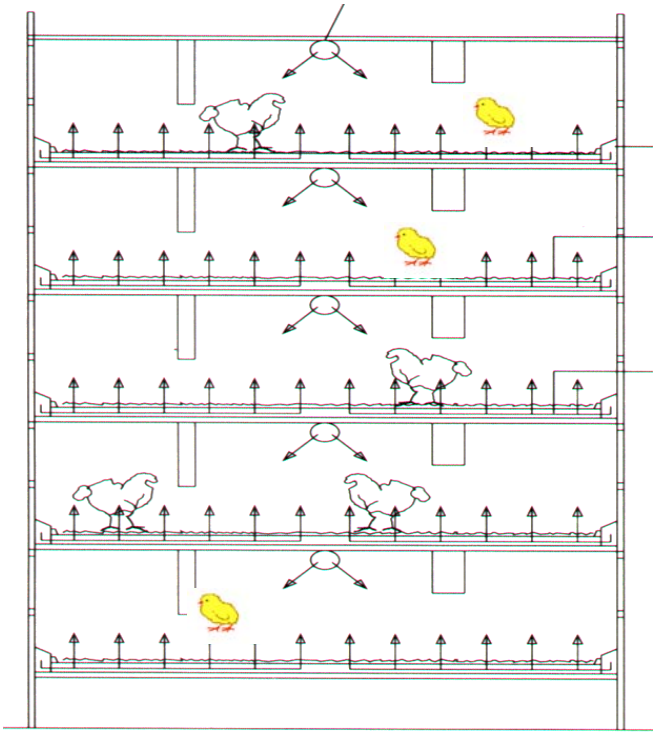


Abb. 4.14: Schematischer Querschnitt eines Käfigs im Etagenverfahren mit Einstreu [128, Niederlande, 2000]

4.5.4 Techniken in der Putenhaltung

Beschreibung: Die üblicherweise in der Putenhaltung eingesetzten Techniken sind in Abschnitt 2.2.3.1.1) näher beschrieben.

Erzielter Umweltnutzen: Die von einem üblicherweise eingesetzten Putenstall mit komplett eingestreutem Boden ausgehenden Ammoniakemissionen wurden unter praktischen Bedingungen gemessen und betragen demzufolge 0,680 NH_3 je Putenplatz und Jahr. Über das eingesetzte Fütterungsregime liegen keine Informationen vor. Bei freigelüfteten oder offenen Putenställen könnten sich niedrigere Emissions- und Geruchswerte ergeben, genaue Messwerte dürften jedoch nur schwer zu ermitteln sein.

Medienübergreifende Effekte: Weil es sich bei dieser Haltungsform entweder um einen offenen oder geschlossenen Putenstall mit oder ohne Zwangbelüftung handeln kann, unterliegt der Energieverbrauch erheblichen Schwankungen. Bei einem Offenstall (100 x 16 x 6 m^3) ohne Zwangsbelüftung belief sich der Energieverbrauch auf ca. 1,5 kWh je Putenplatz und Jahr. Wird Zwangsbelüftung eingesetzt, liegt dieser Wert höher.

Betriebstechnische Daten: Haltungs- und Managementverfahren sind den Anforderungen der Puten angepasst. Regelmäßige Kontrolle der Tiere und der technischen Einrichtungen ist ein "Muss" für den Betrieb der Anlage mit maximaler Effizienz. Die Puten können sich frei bewegen; Fütterungstechnik und Tränken sind so angeordnet, dass sie von den Tieren schnell und einfach gefunden werden. Auch können die Puten viele ihrer arttypischen Verhaltensmuster ausüben, wie z.B. Scharren, Staubbaden, die Gliedmaßen ausstrecken und Flügelschlagen – ebenso ist ihr Kontakt zu den Artgenossen im Stall nicht eingeschränkt. Es werden Gruppen mit stabiler Rangordnung (Hackordnung/Picken) gebildet. Es ist davon auszugehen, dass das Stallklima in offenen Ställen besser ist als in geschlossenen.

Eignung: In der gewerblichen Putenhaltung wird dieser Stalltyp ohne Einschränkungen hinsichtlich Konstruktion oder speziellen Anforderungen (von den in Abschnitt 2.2.3.1.1 aufgeführten abgesehen) am häufigsten eingesetzt.

Kosten: Gegenüber der Haltung in geschlossenen Ställen wird der freigelüftete Offenstall als das kostengünstigere System angesehen. Nach aus Deutschland vorliegenden Kostenschätzungen [124, Deutschland, 2001] belaufen sich die Gesamtkosten (bei einem 50/50-Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Puten) auf 34,71 Euro je Putenplatz und Jahr:

- Arbeitskosten: durchschnittlich 1,8 Euro (bei 12,5 Euro Stundensatz)
- Kapitalinvestition: 4,46 Euro (11% auf das Jahr umgelegt, mit 5% Abschreibung, 2,5% Reparaturen und Wartung und 7% Zinsen)
- Betriebskosten 28,45 Euro
- Gesamtkosten 34,71 Euro

Referenzbetriebe: In Deutschland arbeiten viele Putenerzeuger mit geschlossenen Ställen, tendenziell geht man bei neuen Anlagen jedoch zum Offenstall über. In den Niederlanden findet dieses System (geschlossene Variante) in 120 Putenställen (99% aller Putenställe im Lande) Anwendung.

Referenzliteratur: [128, Niederlande, 2000], [124, Deutschland, 2001]

4.5.5 End-of-Pipe-Technologien zur Reduktion von Emissionen aus Geflügelställen

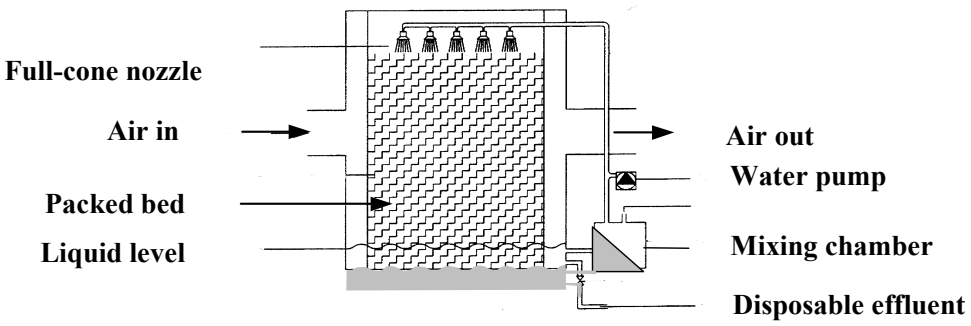
4.5.5.1 Chemischer Luftwäscher

Beschreibung: Bei diesem Verfahren (Abb. 4.15) wird die gesamte Abluft aus der Stalllüftung durch einen chemischen Luftwäscher geführt, bevor sie an die Umgebungsluft abgegeben wird. In der Anlage wird eine saure Waschflüssigkeit, die bei Kontakt mit der eintretenden Abluft Ammoniak absorbiert, über eine Pumpe zirkuliert. Nach der Absorption kann die gereinigte Luft die Anlage verlassen. In den meisten Fällen wird verdünnte Schwefelsäure als Waschflüssigkeit eingesetzt, Salzsäure kann jedoch ebenfalls verwendet werden. Die Ammoniakabsorption findet nach folgender Reaktion statt:

$$2\ NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2\ NH_4^+ + SO_4^{2-}$$

Erzielter Umweltnutzen: Die prozentuale Ammoniakreduktion für allgemein übliche Legehennen-Bodenhaltung mit Tiefstreu und für ein allgemein übliches Broilerhaltungsverfahren sind in Tabelle 4.20 dargestellt.

Medienübergreifende Effekte: Das System erfordert die Lagerung von Chemikalien. Ein möglicherweise limitierender Faktor beim Einsatz dieser Technik könnte, je nach eingesetzter Säure, ein im Abwasser zu erwartender höherer Sulfat- oder Chloridgehalt sein. Durch den Einsatz des chemischen Luftwäschers erhöht sich der Energieverbrauch des Betriebs.



Legende:
Full-cone nozzle = Kegelstrahldüse
Air in = Lufteintritt
Packed bed = Füllkörper
Liquid level = Flüssigkeitspegel
Air out = Luftaustritt
Water pump = Wasserpumpe
Mixing chamber = Mischkammer
Disposable effluent = Abwasser zur Entsorgung

Abb. 4.15: Schematische Darstellung eines chemischen Luftwäschers [10, Niederlande, 1999]

Eignung: Als End-of-pipe-Technologie kann dieses Verfahren in Neu- und Altbauen eingesetzt werden, in denen der Abluftstrom an einem Punkt gesammelt und dem Luftwäscher zugeführt werden kann. Für freigelüftete Ställe ist diese Technik nicht geeignet.

Hoher Staubgehalt in der Abluft aus dem Stall kann die Wäscherleistung beeinträchtigen. Das macht diese Technik für Haltungsverfahren mit hohem TM-Gehalt im Kot oder für einen Einsatz in trockenen Klimazonen weniger geeignet. Ein Staubfilter kann erforderlich werden, der jedoch den Druck im Abluftsystem erhöht und damit zu höherem Energieverbrauch führt. Die Technik erfordert regelmäßige Überwachung und häufige Kontrollen, was die Arbeitskosten erhöht.

Kosten: Nähere Angaben finden sich in Tabelle 4.20. Die dort aufgeführten Kostendaten lassen sich wie folgt erklären: Für Mastgeflügel beläuft sich der Referenzwert für die Ammoniakemission auf 0,08 kg je Tier und Jahr; die mit dem chemischen Luftwäscher erzielte Reduktionsleistung liegt bei 81%, was einer Emission von 0,015 kg je Tier und Jahr entspricht. Auf den Broilerplatz umgerechnet, belaufen sich die Kosten für diese Reduktion auf 3,18 Euro, bezogen auf das kg geminderte Ammoniakemission sind es (1.000/65)*3,18 = 48,92 Euro. Gleiches gilt auch für die Kostenrechnung für Legehennen. [181, Niederlande, 2002]

Leistung	Geflügelart	
	Legehennen (Tiefstreu)	**Mastgeflügel**
kg NH_3-Emission/Tierplatz/Jahr	0,095	0,015
prozentuale Reduktion (%)[1)]	70	81
zusätzliche Investitionskosten (Euro/Tierplatz)	3,18	3,18
zusätzliche Investitionskosten (Euro/kg NH_3)	145,50	48,92
zusätzliche Jahreskosten (Euro/Tierplatz)	6,70	0,66
[1)] Für Legehennen beträgt die Ammoniakemission des Referenzverfahrens 0,032 kg/Henne/Jahr, für Mastgeflügel auf 0,080 kg/Broiler/Jahr		

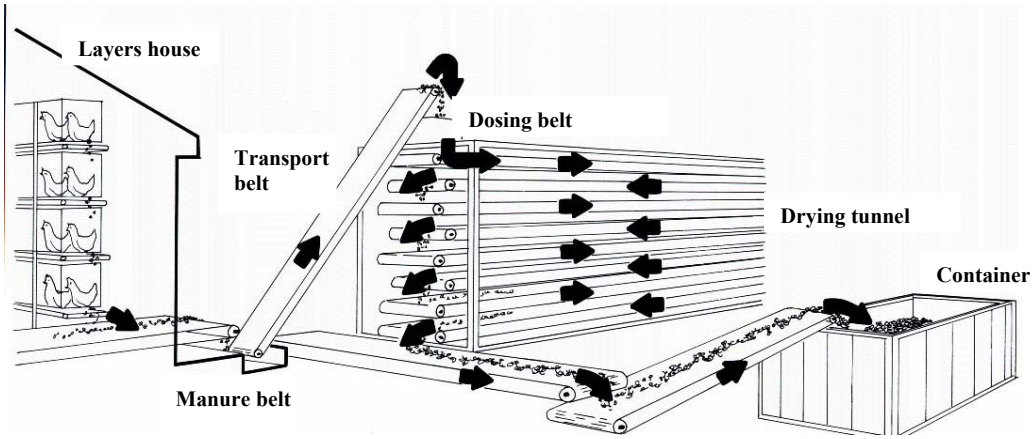
Tabelle 4.20: Zusammenfassung von Betriebs- und Kostendaten beim Einsatz eines chemischen Luftwäschers zur Emissionsreduktion in der Lege- und Mastgeflügelhaltung

Referenzbetriebe: In den Niederlanden werden etwa 1 Mio. Legehennen und 50.000 Broiler in Ställen mit chemischen Luftwäschern gehalten.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.5.5.2 Externer Trocknungstunnel mit perforierten Kotbändern

Beschreibung: Der Kot wird über Bänder aus dem Legehennenstall befördert und zum oberen Band eines Trocknungstunnels transportiert, der hauptsächlich aus mehreren Etagen von gelochten Bändern besteht; der Kot wird durch die Bänder von einem Ende des Tunnels zum anderen und dann in umgekehrter Richtung in die unteren Etagen transportiert (Abb. 4.16). Am Ende des unteren Bandes hat der Kot einen Trockenmassegehalt von 65 – 75% und wird zu einer überdachten Lagerstätte oder in einen Container transportiert. Zur Belüftung zieht der Tunnel Luft aus dem Legehennenstall, so dass nur ein geringer zusätzlicher Strombedarf entsteht. Üblicherweise wird der Tunnel seitlich neben dem Legehennenstall platziert.



Legende:
Layer house = Legehennenstall
Manure belt = Kotband
Transport belt = Transportband
Dosing belt = Zuteilungsband
Drying tunnel = Trocknungstunnel
Container = Behälter

Abb. 4.16: Funktionsprinzip eines externen Trocknungstunnels mit perforierten Kotbändern – schematische Darstellung [128, Niederlande, 2000]

Erzielter Umweltnutzen: Den Berichten zufolge liegt die Emission aus dem Stall bei 0,067 kg NH_3 je Hennenplatz und Jahr, wobei jedoch nicht klargestellt wird, ob dieser Wert die Emission des gesamten Verfahrens also einschließlich der Emission aus dem Trocknungstunnel, darstellt.

Medienübergreifende Effekte: Um diese Anlage zu belüften, wird nur in begrenztem Ausmaß zusätzliche Energie (elektrischer Strom) benötigt, weil die Ventilatoren des Trocknungstunnels dieselben sind, die auch zur Lüftung des Legehennenstalls eingesetzt werden. Allerdings müssen gleichzeitig mehrere Kotbänder mitlaufen, woraus sich zusätzlicher Energiebedarf ergibt. Die Geruchsentwicklung im Stall selbst ist wahrscheinlich niedriger als bei Haltungsverfahren, bei denen der Kot innerhalb des Stallgebäudes getrocknet wird.

Betriebstechnische Daten: Innerhalb kurzer Zeit kann ein sehr niedriger Trockenmassegehalt erzielt werden. Falls regelmäßiger Abtransport in Containern nicht möglich ist, muss für den getrockneten Kot eine separate Lagerstätte vorhanden sein.

Eignung: Das System kann in Verbindung mit neuen Ställen eingesetzt werden, eignet sich aber insbesondere auch für bereits bestehende Ställe, weil vorhandene Gebäude kaum verändert werden müssen. Es wird lediglich eine Vorrichtung benötigt, um dem Stall Warmluft für den Kottrocknungstunnel zu entziehen.

Kosten: Vorhandene Kostendaten beziehen sich auf den Einsatz dieses Systems in Italien. Obwohl über die Investitionskosten keine Angaben vorliegen, können die für den Tunnel erforderlichen zusätzlichen Kosten durch niedrigere Kosten für die externe Kotlagerung ausgeglichen werden. Die zusätzlichen Energiekosten von lediglich 0,03 Euro je Hennenplatz und Jahr halten sich ebenfalls in Grenzen. Die zusätzlichen Betriebskosten (Kapital plus Betriebskosten) liegen bei insgesamt 0,06 Euro je Hennenplatz und Jahr. Dies entspricht bei einer 70%igen NH_3-Reduktion Kosten von 0,37 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: Aus Italien wird berichtet, dass dieses System vereinzelt Anwendung findet.

Referenzliteratur: [127, Italien, 2001], [128, Niederlande, 2000]

4.6 Techniken zur Reduzierung von Emissionen der Schweinehaltung

Vorliegender Abschnitt spiegelt die übermittelten Informationen zu Techniken wider, die eine Reduktion der von Schweinehaltungsanlagen ausgehenden Emissionen zum Ziel haben. Die verfügbaren Informationen beziehen sich dabei vollständig auf die NH_3-Emission in die Luft. Die Techniken können in folgende Kategorien aufgeteilt werden:

- Integrierte Techniken
    - fütterungstechnische Maßnahmen zur Reduzierung des N-Gehalts im Kot/Wirtschaftsdüngers (Abschnitt 4.2)
    - Steuerung des Stallklimas
    - Optimierung der Stallbauweise und –ausgestaltung
    - End-of-Pipe-Technologien

In Abschnitt 4.2 sind fütterungstechnische Maßnahmen beschrieben worden, mit deren Hilfe Emissionen aus dem Stall durch eine Senkung der Stickstoffkonzentration im Wirtschaftsdünger verhindert werden sollen. Obwohl das Ausmaß der luftgetragenen Emissionen noch von vielen weiteren Faktoren beeinflusst wird, sollten Unterschiede in der Zusammensetzung der Futterrationen deutlich sein, um die Daten zur umweltentlastenden Wirkung alternativer Haltungstechniken korrekt interpretieren zu können.

Vielfach geht aus dem vorliegenden Informationsmaterial zu Haltungsverfahren und die damit einhergehenden Ammoniakemissionswerte nicht hervor, ob Futterrationen mit reduziertem N-Gehalt eingesetzt wurden oder nicht. Folglich ist nicht immer klar, ob die umweltentlastende Wirkung eines Haltungsverfahrens gänzlich auf Änderungen in der Stallausgestaltung zurückzuführen ist, oder nicht zT. auch anderen Faktoren, wie etwa Fütterungstechniken, zuzuschreiben ist. Es wird angenommen, dass im Allgemeinen Phasenfütterung eingesetzt wurde und Emissionswerte (-faktoren) miteinander vergleichbar sind. Um derlei Effekte auszuschließen, bzw. um eine Interpretation unterschiedlicher Messwerte zu ermöglichen, ist es wichtig, definierte Messprotokolle zu verwenden, die die Fütterungsbedingungen und sonstigen Managementaspekte standardisieren, um einen Vergleich der Emissionen zu ermöglichen (siehe dazu z.B. auch Anhang 7.5).

Durch reduzierte Luftgeschwindigkeiten an der Wirtschaftsdüngeroberfläche im Stall und niedrige Innentemperaturen (geringere Verschmutzung der Stallböden) können die Emissionen noch weiter reduziert werden. Eine optimale Steuerung des Stallklimas kann, vor allem im Sommer, die Tiere den Dungbereich zum Abkoten nutzen, während die Liege- und Aktivitätsbereiche sauber und trocken bleiben. Luftströme mit niedrigem Volumen, niedrige Lufteintrittstemperaturen und niedrige Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich und über den Stallböden tragen allesamt dazu bei, das Vorkommen und Freisetzen luftverunreinigender Substanzen im Stall zu reduzieren. Die Luftführung im Stall lässt sich durch entsprechende Positionierung und Dimensionierung der Ein- und Austrittsöffnungen (z.B. Abzug durch den Giebel oder Seitenwände) günstig beeinflussen. Zuluftführung durch perforierte Einlasskanäle und Porendecken bringt niedrige Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich. Lufteintrittstemperatur und Luftvolumen lassen sich z.B. auch durch Frischlufteinlässe, die im Schattenbereich platziert werden, reduzieren. Alternativ kann die Zuluft über den Futtergang oder über einen Erd-(oder Wasser-)Wärmetauscher führt.

Um den Bedürfnissen der Schweine gerecht zu werden, müssen diese Einfussfaktoren gesteuert werden, was häufig auch einen gewissen Energieeinsatz bedingt. Beurteilung und Quantifizierung der durch Anwendung dieser Techniken erzielten Emissionsminderung sind komplex; klare Schlussfolgerungen wurden bisher nicht übermittelt.

Große Bedeutung kommt der Haltungstechnik zu, d.h. der Kombination von Stallbodensystem, Wirtschaftsdüngersammlungs- und Entmistungsverfahren. Die hier beschriebenen Haltungsverfahren umfassen hauptsächlich einige oder alle der nachfolgend aufgeführten Prinzipien:

- Verringerung emittierender Wirtschaftsdüngeroberflächen,
- Entfernung des Wirtschaftsdüngers (der Gülle) aus dem Güllekanal zu einem externen Güllelager,
- Einsatz zusätzlicher Behandlungsverfahren, wie etwa Belüftung, um Spülflüssigkeit zu erhalten,
- Kühlung der Wirtschaftsdüngeroberfläche,
- Veränderung der chemischen/physikalischen Eigenschaften des Wirtschaftsdünger, wie etwa Senkung des pH-Werts,
- Einsatz glatter, leicht zu säubernder Flächen.

Einige allgemeingültige Feststellungen lassen sich voranstellen. Eine Verringerung der perforierten Fläche von 100 auf 50% der Bodenfläche reduziert die emittierende Wirtschaftsdüngeroberfläche um ca. 20%, wobei auf dem planbefestigten Bodenbereich verbleibender Kot ebenfalls berücksichtigt werden muss. Das Verfahren mit 50% perforierter Fläche arbeitet im Winter gut, jedoch nicht so gut im Sommer [83, NFU/NPA, 2001]. Die Auswirkungen von perforierten Böden erwiesen sich auch als größer, wenn das Verhältnis von Auftrittsbreite zur Schlitzweite gegen 1 ging. Die Verwendung eines weicheren Materials für solche Böden hat den Berichten zufolge die Ammoniakevaporation um fast 30% senken können. Bei einer Unterflur-Abluftführung kommt es zu höheren Emissionen, wenn der Abstand zwischen Gülleoberfläche und der Unterkante des perforierten Bodens kleiner als 50 cm ist.

Prinzipiell verringert sich die Emission mit abnehmender perforierter (Ober)fläche und einer geringeren emittierenden Wirtschaftsdüngeroberfläche – wobei es jedoch wichtig ist, zwischen perforierter und nicht perforierter Bodenfläche das optimale Verhältnis zu finden. Bei einer Vergrößerung nichtperforierten Bereiches bleibt mehr Kot auf dem planbefestigten Bereich liegen, was zu einem Anstieg der Ammoniakemissionen führen kann. Ob dies jedoch eintritt oder nicht, hängt größtenteils von der Urinmenge und dessen Ablaufgeschwindigkeit ab, sowie von der Entfernung zur Grube. Ein konvexer, glatter Boden beschleunigt den Urinablauf; die Trittsicherheit der Tiere ist dabei jedoch auch zu berücksichtigen.

Das Ausräumen der Wirtschaftsdünger (z.B. 80% Emissionsminderung durch Schieber) und die Spülung (70%) können als effektiv angesehen werden. Für manche Tierkategorien (z.B. Mastschweine und tragende Sauen) ist der Effekt jedoch nicht immer deutlich. Die Konsistenz der Wirtschaftsdünger und die Oberflächenbeschaffenheit der Entmistungsflächen können die reduzierende Wirkung beeinträchtigen, die üblicherweise beim Einsatz von Kotschiebern erzielt wird.

Es ist davon auszugehen, dass der Einsatz von Einstreu in der Schweinehaltung EU-weit wegen des gestiegenen Bewusstseins für tiergerechte Haltung zunehmen wird. Einstreu kann in Verbindung mit automatisch gesteuerten, freigelüfteten Haltungsverfahren eingesetzt werden, wobei die Einstreu es den Tieren ermöglicht, ihre Temperaturansprüche selbst zu steuern. So kann den Energiebedarf für Lüftung und Heizung entsprechend herabgesetzt werden. Die Erzeugung von Festmist statt Gülle gilt aus agronomischer Sicht als vorteilhaft, weil die eingearbeitete organische Substanz die physikalischen Eigenschaften des Bodens verbessert, wodurch sich Oberflächenabfluss und die Auswaschung von Nährstoffen in Fließgewässer verringert.

Um leichter Vergleiche anstellen zu können, werden die Techniken nach IVU-Tierkategorie beschrieben. Die erzielten Emissionsminderungen, die mit der Anwendung verbundenen Kosten und die wichtigsten Eigenschaften sind jeweils in einer Tabelle zusammengefasst, die der Beschreibung der Haltungsverfahren für jede Schweinekategorie vorangestellt ist. Um die umweltentlastende Wirkung und die Kosten von Reduktionstechniken vergleichen zu können, ist es zielführend, eine Referenztechnik für jede Kategorie von Schweinen auszuwählen. Bei dieser Vorgehensweise wird die Technik mit der höchsten Ammoniakemission als Referenz gewählt, so dass die anderen Techniken entsprechend ihrer relativen umweltentlastenden Wirkung (prozentuale Emissionsminderung) bewertet werden können. Die angegebenen relativen Werte sind lediglich ein Indiz für eine mögliche Emissionsminderung denn ein absoluter Wert, der von sehr viel mehr Faktoren als dem Haltungsverfahren abhängt.

CH_4, NM-VOC und N_2O müssen zwar ebenfalls Berücksichtigung finden, dennoch hat NH_3 größte Bedeutung und ist der Schlüssel-Luftschadstoff, da es in den größten Mengen freigesetzt wird. Fast alle übermittelten Informationen über die Minderung von Emissionen aus der Schweinehaltung bezogen sich auf die Reduzierung der NH_3-Emissionen. Es ist davon auszugehen, dass Techniken zur Minderung der NH_3-Emission ebenfalls einen Beitrag zur Reduzierung der Emission anderer gasförmiger Verbindungen leisten [59, Italien, 1999]. In diesem Zusammenhang ist es auch zu berücksichtigen, dass eine Reduktion der Emissionen aus der Stallhaltung möglicherweise zu einem Anstieg der NH_3-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung oder der Ausbringung führen kann.

Es wird darauf hingewiesen, dass nicht alle übermittelten Daten auch gemessene Daten sind. Einige sind auf Basis verfügbarer Informationen errechnet oder abgeleitet worden; dies ist jedoch entsprechend gekennzeichnet. So beruhen z.B. bei den Daten aus Italien auf einem konstanten Verhältnis der Ammoniakemission aus der Gruppenhaltung von Sauen zur Emission aus der Schweinemast von 1,23:1. Dies deshalb, weil Daten für die

Einzelhaltung von Sauen nicht immer vorlagen.

Ergebnisse von Kostenrechnungen hängen von den berücksichtigten Kostenfaktoren ab. So wiesen z.B. die Kostendaten aus Italien "negative Kosten" aus, was den Nettonutzen (also Einsparungen) der Anwendung eines bestimmten Haltungsverfahrens widerspiegeln soll. In diesem Fall wäre die Anwendung des Referenzverfahrens teurer als die des alternativen Haltungsverfahrens. Mit Ausnahme von Italien sind derlei Kosteneinsparungen in den Kostendaten nicht enthalten.

In diesem Abschnitt werden mögliche Reduktionstechniken beschrieben und verglichen. Kapitel 5 stellt die Ergebnisse der Bewertung der technischen und ökonomischen Vorteile vor. In einigen Ländern ist der Einsatz einiger Haltungsverfahren begrenzt oder nicht erlaubt aufgrund von Gesundheitsbestimmungen oder Marktanforderungen.

Alle integrierten Maßnahmen zur NH_3-Emissionsminderung in der Schweinehaltung ziehen einen höheren Stickstoffgehalt der auszubringenden Gülle nach sich – und das in einer Größenordnung, die beim Ausbringen zu potenziell höheren Emission führen können.

4.6.1 Systemintegrierte Haltungstechniken für güste und tragende Sauen

Beschreibung: Die Leistungsfähigkeit der Haltungstechniken für güste und tragende Sauen sind in Tabelle 4.21 zusammengefasst. Viele dieser Techniken finden darüber hinaus auch für Schweine in der Vor- und Endmast Anwendung (s. Abschnitt 4.6.4), wobei die hierfür relevanten Umweltdaten/Kenngrößen in Tabelle 4.24 zusammengefasst sind.

Gegenwärtig können leere und tragende Sauen entweder einzeln oder in Gruppen gehalten werden. Die EU-Gesetzgebung zur artgerechten Haltung von Schweinen (91/630/EWG) sieht jedoch das Einhalten von Mindestansprüchen an das Tierwohl vor und macht zur Bedingung, dass Sauen und Jungsauen ab der 4. Woche nach dem Decken bis zu einer Woche vor dem erwarteten Abferkeltermin in Gruppen zu halten sind; dies gilt ab 1. Januar 2003 für Neubauten oder wesentliche Änderungen und ab 1. Januar 2013 auch für Altanlagen.

Es liegt auf der Hand, dass bestimmte Techniken ein höheres Emissionsminderungspotenzial haben als andere, doch selbst mit derselben Technik wurden in verschiedenen Mitgliedsstaaten unterschiedliche Werte ermittelt. Faktoren wie Gruppen- oder Einzelhaltung, der Einsatz von Stroh, und die klimatischen Bedingungen während der Messung wirken sich allesamt auf die Emissionen aus.

Die oben angeführte EU-Gesetzgebung zur artgerechten Schweinehaltung (91/630/EWG, durch die Richtlinie des Rates 2001/88/EG ergänzt) enthält auch Anforderungen hinsichtlich der Stallbodengestaltung. Für Jungsauen und tragende Sauen muss ein bestimmter Teil der Stallbodenfläche planbefestigt sein, bei dem maximal 15% für Drainageöffnungen vorgesehen sein dürfen. Diese neuen Bestimmungen gelten ab dem 1. Januar 2003 für alle Neuanalgen und wesetliche Änderungen, und für alle Betriebe ab dem 1. Januar 2013. Die Auswirkungen dieser neuen Bodengestaltung auf die Emissionen im Vergleich zu einem üblicherweise eingesetzten vollperforierten Boden (dem Referenzverfahren) wurden nicht untersucht. Die maximal 15% Drainageöffnungen im durchgehend planbefestigten Bodenbereich liegen noch unter den 20%, die nach den neuen Bestimmungen für perforierte Betonböden vorgesehen sind (maximale Schlitzweite 20 mm, Mindestauftrittsbreite 80 mm für Sauen und Jungsauen). Der Gesamteffekt ist somit eine Reduktion der Schlitzfläche.

Referenztechnik: Für Sauen ist dies eine Güllegrube (Übersetzer: Güllegrube bezeichnet einen Güllelagerraum unter dem Stall ohne ein außerhalb des Stalls befindlichen Lagerbehälter) unter einem vollperforierten Boden mit Betonspalten. Der Wirtschaftsdünger wird in Form von Gülle entweder in Intervallen entfernt, nach jeder Mastperiode, oder noch seltener. Durch Zwangslüftung werden die von der gelagerten Gülle emittierten Gaskomponenten abgeführt.

Erzielter Umweltnutzen: Der jeweilige Emissionswert variiert mit den Haltungsbedingungen. Für in Gruppen gehaltene Sauen (frei bewegliche Haltung) wurden Emissionswerte zwischen 3,12 (DK) und 3,17 (I) kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr berichtet, während die Einzelhaltung mit höheren Werten von 4,2 kg NH_3 je Sauenplatz

und Jahr (NL) verbunden ist.

Medienübergreifende Effekte: Der für Zwangslüftung erforderliche Energiebedarf ist unterschiedlich; für Italien liegt jedoch ein geschätzter Durchschnittswert von 42,2 kWh je Sau und Jahr vor [185, Italien, 2001].

Betriebstechnische Daten: Die Bedingungen, unter denen die Emissionsdaten erfasst wurden, wurden standardisiert. Das bedeutet, dass keine besonderen Techniken eingesetzt wurden, die die Emissionen verändert haben könnten oder die sich von der üblichen Praxis des Landwirts (wie z.B. Fütterung, Trinkwasserversorgung, Stallklimasteuerung) grundsätzlich unterschieden hätten.

Eignung: Der Einsatz dieses Systems ist europaweit üblich.

Kosten: Die Kosten für eine Neueinrichtung werden auf über 600 Euro je Sauenplatz und Jahr geschätzt, inklusive der Investitionskosten (Zinsen, Abschreibungen etc.) und laufenden Kosten (Energie, Wartung etc.) [185, Italien, 2001].

Referenzbetriebe: Schätzungsweise 2.381.000 Sauen (74% des EU-weiten Bestandes) und 4.251.000 tragende Sauen (70% des EU-Gesamtbestandes) werden derzeit einzeln gehalten. Man geht davon aus, dass ein großer Teil davon auf vollperforierten Böden steht.

Abschnitt	Haltungsverfahren		NH_3-Minderung (%)	Energieeinsatz (kWh/Platz/Jahr)
4.6.1	Sauen in Gruppen- oder Einzelhaltung auf vollperforiertem Boden, Zwangslüftung und darunter liegende Güllegrube **(Referenzverfahren)**		3,12 (DK) bis 3,7 (I) und 4,2 (NL) kg NH_3/Sauenplatz/Jahr	42,2
	Vollperforierte Böden (VPB)			
4.6.1.1	VPB mit Vakuumsystem		25	wie Referenz
4.6.1.2	VPB mit Spülkanälen	keine Belüftung	30	22,8 [1)]
		Belüftung	55	40,3 [1)]
4.6.1.3	VPB mit Spülrinnen/Spülrohren	keine Belüftung	40	18,5 [1)]
		Belüftung	55	32,4 [1)]
	Teilperforierte Böden (TPB)			
4.6.1.4	TPB mit verkleinerter Güllegrube		20 – 40	wie Referenz
4.6.1.5	TPB mit Kühlrippen an der Gülleoberfläche		52	höher als Referenz
4.6.1.6	TPB mit Vakuumsystem	Betonspalten/roste	25	wie Referenz
		Metallspalten/roste	35	wie Referenz
4.6.1.7	TPB mit Spülkanälen	keine Belüftung	50	21,7 [1)]
		Belüftung	60	38,5 [1)]
4.6.1.8	TPB mit Spülrinnen/ Spülrohren	keineBelüftung	40 – 60	14,4 [1)]
		Belüftung	70	30 [1)]
4.6.1.9	TPB mit Mistschieber (tragende Sauen)	Betonspalten	15 – 40	höher als Referenz
		Metallspalten/roste	50	höher als Referenzs
	Planbefestigter Betonboden (PBB)			
4.6.1.10	PBB mit komplett eingestreut		0 bis – 67 [2)]	weniger als Referenz
4.6.1.11	PBB mit Stroheinstreu und elektronisch geregelten Fütterungsautomaten		38	weniger als Referenz

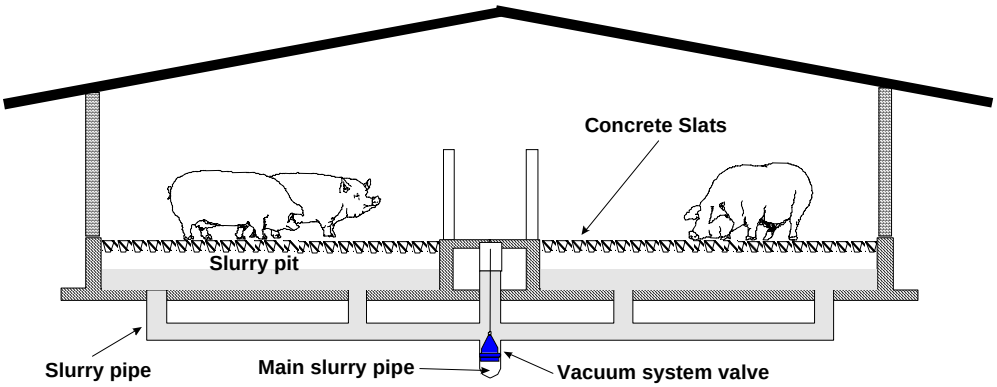
[1)] bezieht sich auf den Energiebedarf für den Spülvorgang, nicht für die Lüftung
[2)] eine negative Reduktion bedeutet höhere Emissionen

Tabelle 4.21: Leistungsdaten verschiedener systemintegrierter Haltungstechniken für neue Anlagen für leere und tragende Sauen.

4.6.1.1 Vollperforierter Boden mit Vakuumsystem (VPB/Vakuum)

Beschreibung: Auf dem Boden des Güllekanals unter dem vollperforierten Boden sind alle 10 m^2 Auslassöffnungen vorgesehen, die mit einem Kanalisationssystem verbunden sind. Die Gülle wird durch Öffnung eines Ventils in der Güllehauptleitung entleert. Dadurch entsteht ein geringer Unterdruck (Vakuum), so dass die Gülle abläuft. Der Kanal kann je nach vorhandener Kapazität ein- oder zweimal wöchentlich geleert

werden.



Legende:
Concrete Slats = Betonspaltenboden
Slurry pit = Güllekanal
Slurry pipe = Gülleleitung
Main slurry pipe = Güllehauptleitung
Vacuum system valve = Vakuumsystem-Ventil

Abb. 4.17: Vollperforierter Boden mit Vakuumsystem [185, Italien, 2001]

Erzielter Umweltnutzen: Minderung der NH_3-Emission um ca. 25% aufgrund häufiger Kanalentleerung. Entsprechend italienischer Daten ca. 2,77 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr.

Medienübergreifende Effekte: Weil das System manuell bedient wird, besteht kein zusätzlicher Energiebedarf. Verglichen mit teilperforierten- oder durchgehend planbefestigten Betonböden wird für die Reinigung weniger Wasser benötigt. Es wird angenommen, dass Aerosole, die sich während der Kanalentleerung entwickeln, durch das beim Öffnen der Ventile entstehende Vakuum entfernt werden.

Betriebstechnische Daten: Im Vergleich zur Referenztechnik ist dieses System einfach zu betreiben [184, TWG ILF, 2002].

Eignung: In bestehenden Stallgebäuden kann diese Technik eingesetzt werden, und zwar in Verbindung mit:

- einem durchgehend planbefestigten Betonböden und ausreichender Stallhöhe, um das System oberhalb des bestehenden Bodens einbauen zu können;
- dem Umbau eines vollperforierten Bodens mit darunter liegender Güllegrube.

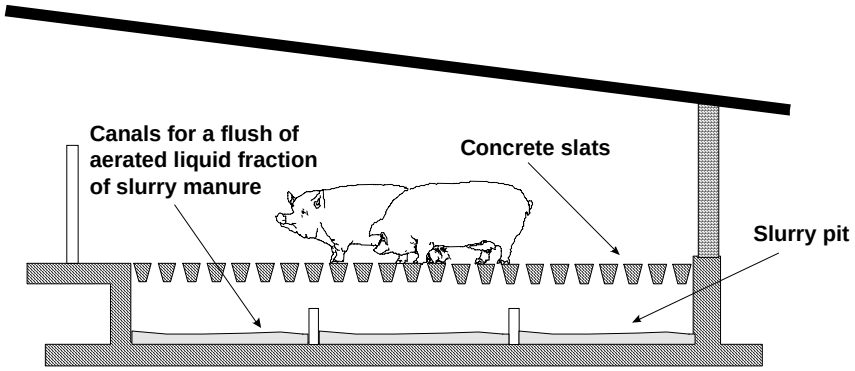
Kosten: Aus Italien liegen Berichte über negative Zusatzkosten (d.h. Kosteneinsparung) in Höhe von 8,60 Euro je Sauenplatz und Jahr für Neubauten im Vergleich zum Referenzverfahren vor.

Referenzbetriebe: Bei einer steigenden Anzahl italienischer Betriebe wird diese Technik bei Neubauten für tragende Sauen eingeführt, z.B. auf der Sartori-Farm in der Gegend von Parma.

Referenzliteratur: [185, Italien, 2001]

4.6.1.2 Vollperforierter Boden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Unterflurkanälen (VPB Spülkanäle)

Beschreibung: Ein vollperforierter Boden mit darunter liegenden Güllekanälen mit einer 10 cm dicken Gülleflüssigkeitsschicht. Die Kanäle werden mindestens einmal täglich mit der frischen bzw. mit belüfteten Gülle-Flüssigphase gespült. Die belüftete Flüssigphase enthält 5% Trockenmasse. Die Kanäle haben eine leichte Neigung, um die Gülleabführung zu erleichtern. Die Spülflüssigkeit wird von der einen Seite des Stallabteils oder des Stalls zur anderen gepumpt und gelangt dort in einen Sammelkanal, von wo sie in ein externes Güllelager abgeführt wird.



Legende:
Canals for a flush of aerated liquid fraction of slurry manure =
Kanäle für die Spülung mit belüfteter Gülleflüssigphase
Concrete slats = Betonspaltenboden
Slurry pit = Güllekanal

Abb. 4.18: Vollperforierter Boden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Güllekanälen [185, Italien, 2001]

Erzielter Umweltnutzen: Der kombinierte Effekt einer verkleinerten Wirtschaftsdüngeroberfläche in Verbindung mit der Gülleentfernung durch Spülung reduziert die NH_3-Emission um 30% bei Spülung mit frischer Flüssigphase, und um 55% bei Spülung mit belüfteter Flüssigphase.

Medienübergreifende Effekte: Der für den Betrieb dieses Systems erforderliche Energiebedarf hängt ab von der Entfernung zwischen Güllekanal und der Lagerstätte für die behandelte Gülle. Die Spülung erfordert zusätzlichen Energieaufwand, der wie folgt eingeschätzt werden kann:

- 8,2 kWh je Sau und Jahr für das Spülen
- 14,6 kWh je Sau und Jahr für die Abtrennung der Gülleseparierung
- 17,5 kWh je Sau und Jahr für die Güllebelüftung.

Der Energieverbrauch insgesamt ist geringer als oder gleich dem des Referenzverfahrens, weil keine Zwangslüftung erforderlich ist.

Häufiges Spülen könnte u.U: auch zur Reduzierung von Aerosolen beitragen.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Diese Geruchsspitzen sind ausgeprägter, wenn die Spülung ohne Belüftung erfolgt. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Ausreichende Luftzufuhr durch freie Lüftung und häufige Güllespülung vorausgesetzt, bedarf es im Stall keiner Zwangslüftung.

Der Einsatz dieses Systems erfordert eine Vorrichtung zur Abtrennung der Flüssigphase der Gülle, bevor diese belüftet und zwecks Spülung zurückgepumpt werden kann.

Eignung: Bei entsprechender baulicher Ausführung (z.B. die Tiefe) des bestehenden Güllekanals kann das Verfahren auch in bestehende Stallungen installiert werden. Es gibt Beispiele für die Anwendung auf bestehenden planbefestigten Betonböden, wobei die Rinnen auf dem bestehenden Stallboden aufgebracht wurden; es muss jedoch ausreichend (Decken-)Höhe zur Verfügung stehen.

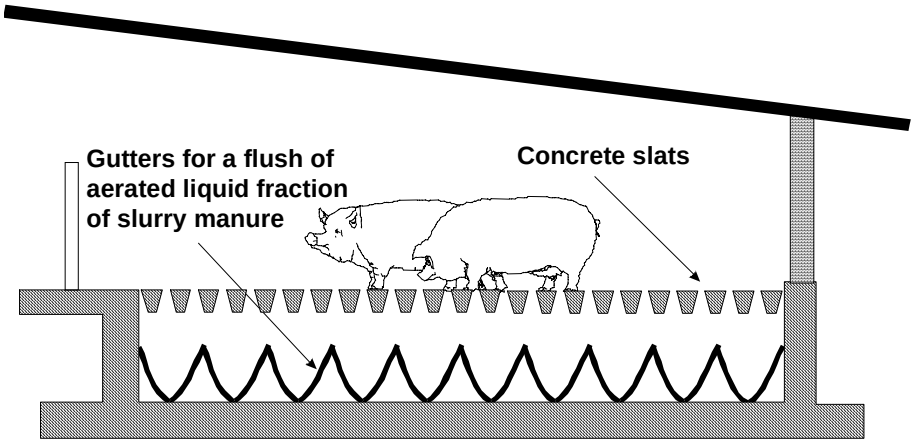
Kosten: Der Einsatz in Neuanlagen hat negative Zusatzkosten (d.h. Kosteneinsparung) in Höhe von 4,82 Euro je Sauenplatz und Jahr zu Folge. Wird ohne Belüftung gespült, liegen diese negativen Zusatzkosten (d.h. Kosteneinsparung) bei 12,16 Euro je Sauenplatz und Jahr. Bei bestehenden Anlagen sind die Kosten unterschiedlich und hängen von der Bauart der vorhandenen Gebäude ab (siehe Einführung zu Abschnitt 4.6.1).

Referenzbetriebe: Dieses Verfahren wird zunehmend in Stallungen für leere/tragende Sauen (und Mastschweine) eingesetzt, zum Beispiel auf dem Betrieb Borgo del Sole im Raum Parma.

Referenzliteratur: [185, Italien, 2001]

4.6.1.3 Vollperforierter Boden mit Spülrinnen oder Spülrohren (VPB Spülrinnen)

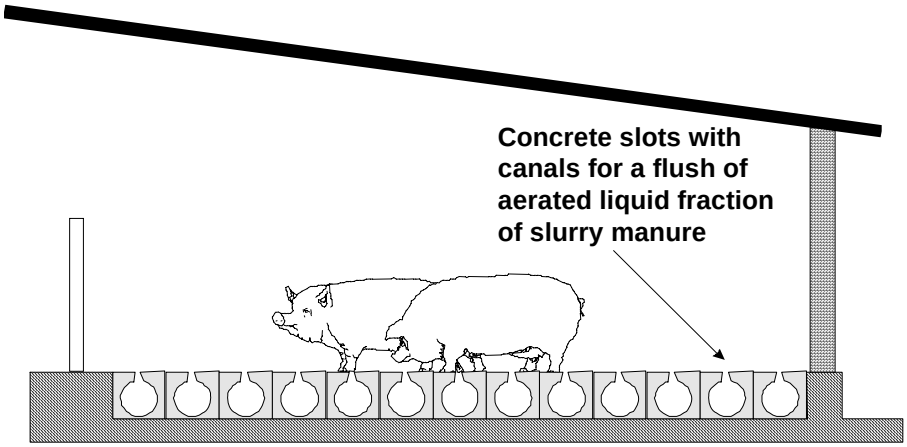
Beschreibung: Kleine Kunststoff- oder Metallrinnen werden unterhalb eines vollperforierten Bodens installiert. Weil diese Rinnen mit leichtem Gefälle verlegt werden, läuft der Urin kontinuierlich ab. Die Gülle wird ein- oder zweimal täglich durch Spülung mit der Gülleflüssigphase entleert, siehe Abb. 4.19. Der Urin läuft ständig über ein Abflussrohr zum Güllelager ab.



Legende:
Gutters for a flush of aerated liquid fraction of slurry manure = Rinnen für Spülung mit der belüfteten Gülleflüssigphase
Concrete slats = Betonspaltenboden

Abb. 4.19: Vollperforierter Boden mit Spülrinnen [185, Italien, 2001]

Ein Alternativverfahren besteht aus Buchten mit vollperforierten Böden mit PVC-Rohren, die im Beton unter jedem Spalt eingebaut sind, siehe Abb. 4.20. Durch die Neigung kann der Urin ständig ablaufen. Einmal oder sogar mehrmals täglich wird separierte und belüftete Gülle rückgeführt, um den Kot zu entfernen und die Rohre zu reinigen.



Legende:
Concrete slots with canals for a flush of aerated liquid fraction of slurry manure = Betonboden mit Schlitzen mit darunter liegenden Kanälen für Spülung mit belüfteter Gülleflüssigphase

Abb. 4.20: Vollperforierter Boden mit Spülrohren [59, Italien, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Eine verringerte Gülleoberfläche, häufiges Ableiten der Gülle und ständiger Urinablauf tragen dazu dabei, die NH_3-Emission um 40% zu senken, wenn mit frischer Gülle gespült wird, und um 55%, wenn die Spülung mit belüfteter Gülle erfolgt. Über Unterschiede zwischen dem Einsatz von Rohren und Rinnen liegen keine Informationen vor.

Medienübergreifende Effekte: Das Spülen erfordert Energieeinsatz, der wie folgt eingeschätzt werden kann:

- 3,9 kWh je Sau und Jahr für das Spülen
- 14,6 kWh je Sau und Jahr für die Gülleseparierung
- 13,9 kWh je Sau und Jahr für die Güllebelüftung

Wo dieses System ohne Zwangslüftung betrieben wird, z.B. in Italien, liegt der Gesamtenergiebedarf unter dem des Verfahrens mit vollperforiertem Boden mit Zwangslüftung.

Häufiges Spülen kann u. U. auch zur Reduzierung von Aerosolen beitragen.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Diese Geruchsspitzen sind ausgeprägter, wenn die Spülung ohne Belüftung erfolgt. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Siehe Abschnitt 4.6.1.2

Eignung: Siehe Abschnitt 4.6.1.2. In Italien werden Rinnen- und Rohrverfahren in Anlagen für tragende Sauen eingesetzt; gleichzeitig setzen Betriebe das Rohrverfahren zunehmend in der Endmast ein.

Kosten: Die Anwendung in Stallneubauten liegt im Bereich von 0,56 Euro an zusätzlichen Kosten je Sauenplatz und Jahr (Rinnen) bis zu negativen Zusatzkosten (d.h. Kosteneinsparung) von 5,54 Euro je Sauenplatz und Jahr (Rohrsystem). Wenn ohne Belüftung gespült wird, liegen die negativen Zusatzkosten (d.h. Kosteneinsparung) zwischen 2,44 und 8,54 Euro je Sauenplatz und Jahr. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten weisen Einsparungen von 1,22 – 4,27 Euro je Sauenplatz und Jahr ohne Belüftung auf, während sich diese Kosten mit Belüftung im Bereich von 0,28 Euro zusätzlicher Kosten und 2,77 Euro Kostenersparnis bewegen [184, TWG ILF, 2002]. Wegen der geringeren Kosteneinsparung liegen die Kosten dieses Verfahrens etwas höher als beim Spülkanalverfahren.

Bei bestehenden Stallgebäuden sind die Kosten unterschiedlich und von der Bauweise abhängig (siehe auch Einführung zum Abschnitt 4.6.1).

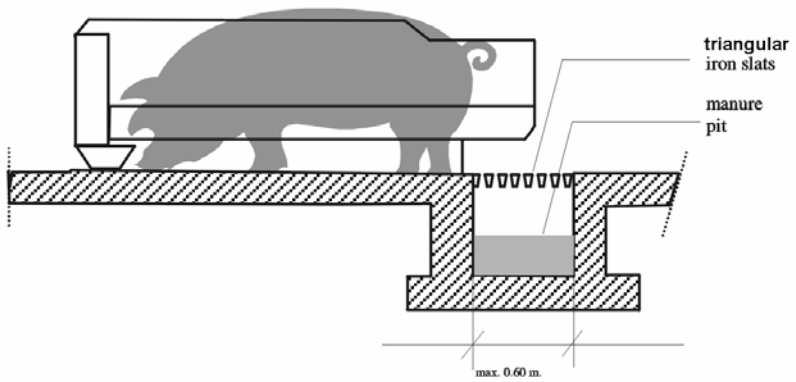
Referenzbetriebe: In Italien werden ca. 5.000 Sauen nach dem VPB-Verfahren mit Rinnen (Bertacchini-Farm) und 7.000 Sauen nach dem VPB-System mit Rohren gehalten.

Referenzliteratur: [185, Italien, 2001]

4.6.1.4 Teilperforierter Boden mit verkleinertem Güllekanal

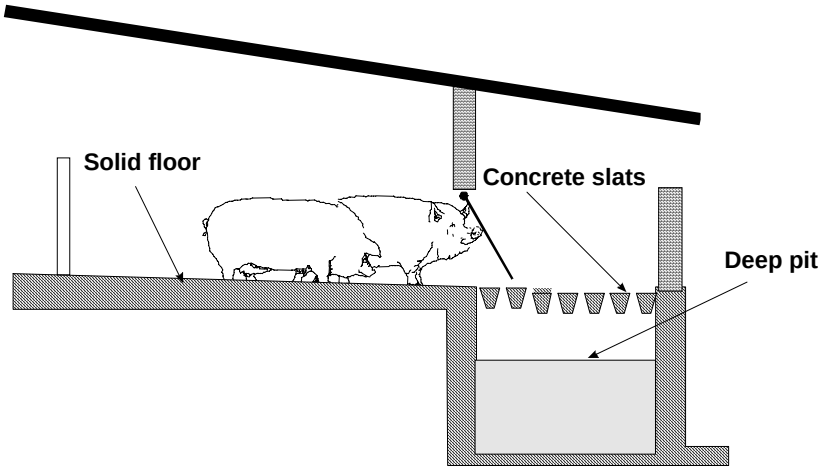
Beschreibung: Durch Anwendung des Prinzips einer verkleinerten Wirtschaftsdüngeroberfläche lassen sich Ammoniakemissionen reduzieren – vor allem durch Verwendung eines kleineren (Übersetzer: schmaleren) Güllekanals von max. 0,60 m Breite. Über dem Güllekanal liegen Dreikantroste/-spalten aus Eisen oder Beton. Die Sauen werden einzeln gehalten.

In Italien wird ein Gruppenhaltungsystem mit einem außen liegenden Gang mit vollperforiertem Boden und darunter befindlichem Güllekanal praktiziert; die Gülle wird dabei nicht oft aus dem Kanal entfernt. Im Stall stehen die Tiere auf einem planbefestigten Betonboden; eine Luke ermöglicht Zutritt zum Außengang (siehe Abb. 4.22). Diese Bauart kann nicht mit den Verfahren zur Gruppenhaltung von Sauen auf teilperforierten Böden verglichen werden. Die angewandten Reduktionstechniken weisen eine ähnliche umweltentlastende Wirkung und Betriebsbedingungen auf, können bei den Kosten jedoch etwas voneinander abweichen.



Legende:
triangular iron slats = Dreikantspalten/roste aus Eisen
manure pit = Güllegrube

Abb. 4.21: Einzelhaltung von Sauen mit verkleinertem Güllekanal [10, Niederlande, 1999]



Legende:
Solid floor = planbefestigter Stallboden
Concrete slats = Betonspalten/roste
Deep pit = Güllegrube

Abb. 4.22: Planbefestigter Betonboden und außen liegender Gang mit vollperforiertem Boden und darunter liegendem Güllekanal zur Lagerung [185, Italien, 2001]

Erzielter Umweltnutzen: Die Kombination aus verkleinertem Güllekanal und Wirtschaftsdüngeroberfläche sowie schneller Entfernung des Kotes aufgrund der Dreikantspalten/roste reduziert die NH_3-Emission um 20 – 40%.

Saueneinzelhaltung und Gruppenhaltung ergeben in einer Anlage unterschiedliche Emissionswerte, die auf Unterschiede in der emittierenden Wirtschaftsdüngeroberfläche je Sau zurückzuführen sind. Bei Gruppenhaltung von Sauen wurden Werte von 2,96 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr übermittelt, (Italien); bei Einzelhaltung waren dies Werte von 1,23 (Dänemark) bzw. 2,40 (Niederlande) je Sauenplatz und Jahr.

Medienübergreifende Effekte: Diese Ställe können mit freier oder Zwangs-Lüftung betrieben werden. In Dänemark wird mechanische Lüftung eingesetzt und auf eine Leistung von max. 100 m^3 je Sauenplatz und Stunde ausgelegt. Wo niedrigere Außentemperaturen herrschen, können diese Anlagen auch mit einer zusätzlichen Heizung ausgestattet werden. Der Energiebedarf bleibt unverändert.

Beim Verfahren mit dem außen liegenden Güllekanal verbessert sich durch die reduzierte Emission nicht das Stallklima, was als einer der Vorteile des verkleinerten, innen liegenden Güllekanals gewertet werden kann.

In Italien lassen sich Energieeinsparungen erzielen, weil eine Zwangslüftung nicht erforderlich ist [185, Italien, 2001].

Betriebstechnische Daten: Im Normalfall läuft die Gülle über ein zentrales Kanalisationssystem ab, indem ein Ventil geöffnet und die Neigung des Güllerohrs zur Ableitung genutzt wird. Einige Systeme sind aber auch mit Kotschiebern (siehe Abschnitt 4.6.1.9) ausgestattet.

Eignung: In bestehenden Stallgebäuden hängt der nachträgliche Einbau der technik von der Konstruktion des Güllekanals ab; allerdings ist der Einabu in den meisten Fällen äußerst schwierig, wenn nicht gar unmöglich. In bestehenden Ställen mit einem planbefestigten Betonboden könnte eine Erweiterung mit einem externen Kotgang und Güllekanal möglich sein [185, Italien, 2001].

Das Einhalten einer Maximalbreite von 0,60 m kann eine größere Güllekanalttiefe oder häufigere Entmistung mit anschließender Lagerung im Außenbereich zur Folge haben. Wo für Güllekanäle Mindestgrößen vorgeschrieben sind (z.B. Irland: >0,90 m), ist eine Verkleinerung selbstverständlich nicht umsetzbar.

In einigen europäischen Ländern (z.B. DK) wird die Einzelhaltung von Sauen zurückgehen, weil der Gesetzgeber Gruppenhaltung vorschreibt.

Kosten: Die verbleibende Ammoniakemission im Vergleich zu einem vollperforierten Boden hängt vom Referenzverfahren ab. Bei 40% Minderung (von 4,2 auf 2,4 kg NH_3) liegen die zusätzlichen Investitionskosten bei ca. 17,75 Euro je Sauenplatz bzw. 9,85 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlich anfallenden Jahresbetriebskosten betragen 5,80 Euro je Sauenplatz oder 3,25 Euro je kg gemindertem NH_3. Bei 20%iger Reduktion wurde die Zusatzinvestition mit 1,76 Euro je Sauenplatz beziffert. Bei dem Verfahren mit externem Güllekanal und perforiertem Boden wird von zusätzlichen Investitionskosten in Höhe 8,92 Euro je Sauenplatz und Jahr berichtet [185, Italien, 2001].

Referenzbetriebe: In vielen EU-Mitgliedsstaaten ist dies ein gängiges Haltungsverfahren für leere und tragende Sauen. In Italien werden auch 40% der Nachzucht und der Mastschweine in Stallungen dieses Typs gehalten [185, Italien, 2001].

Referenzliteratur: Rosmalen, Research Institute for Pig Husbandry, rapport PV P1.158 [10, Niederlande, 1999] (Berichte des Forschungsinstituts für Schweinehaltung, Rosmalen), [59, Italien, 1999] und [185, Italien, 2001].

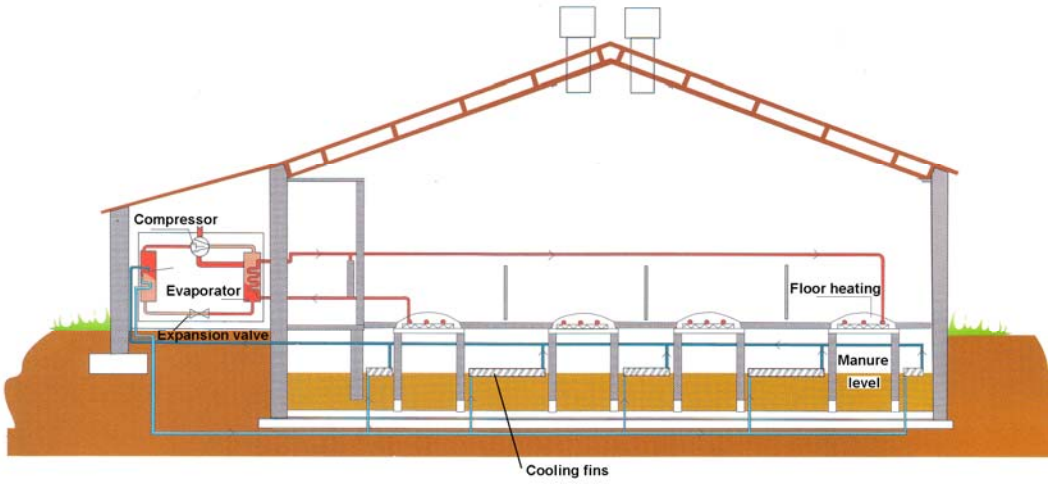
4.6.1.5 Teilperforierter Boden mit Kühlrippen an der Gülleoberfläche

Beschreibung: Auf der Gülle schwimmende Kühlrippen kühlen die Wirtschaftdünger/Gülleoberfläche ab (Abb. 4.23). Im Güllekanal wird eine Reihe von Kühlrippen installiert. Grundwasser dient als Kühlmittel. Die Kühlrippen werden mit Wasser gefüllt und schwimmen auf der Gülleoberfläche. Die gesamte Oberfläche der Kühlrippen muss mindestens 200% der gesamten Wirtschaftsdüngeroberfläche ausmachen. Ein Wärmetauscher dient als Kühlmedium; die gewonnene Wärme kann für Fußbodenheizung eingesetzt werden. Die Temperatur der obersten Gülleschicht sollte 15 °C nicht übersteigen. Eine Anwendung des Verfahrens ist auch für Buchten mit konvexem Boden möglich. Der konvex geformte Boden trennt beide Kanäle; die Spalten sind aus Beton [186, DK/NL, 2002].

Erzielter Umweltnutzen: Die erreichte Ammoniakemission liegt bei 2,2 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr. Verglichen mit einem vollperforierten Boden wird die Ammoniakemission um ca. 50% (bei Einzelhaltung von Sauen) reduziert.

Medienübergreifende Effekte: Obwohl der Wärmetauscher den Energiebedarf senkt, geht man bei diesem Verfahren von einem insgesamt höheren Energieverbrauch als beim Referenzverfahren aus [184, TWG ILF, 2002].

Eignung: Erfahrungen aus den Niederlanden zeigen, dass die praktische Umsetzung dieses Systems bei Neubauten und beim Umbau bestehender Stallanlagen äußerst einfach ist. Gestaltung und Größe der Buchten sind für den Einsatz dieses Verfahrens nicht von Belang. In anderen Mitgliedsstaaten teilt man diese Erfahrung jedoch nicht und ist vielmehr der Auffassung, dass Einsatz und Betrieb dieses Verfahrens nicht derart einfach sind [184, TWG ILF, 2002].



Legende:
Compressor = Kompressor
Evaporator = Verdampfer
Expansion valve = Druckventil
Floor heating = Fußbodenheizung
Manure level = Wirtschaftsdüngeroberfläche
Cooling fins = Kühlrippen

Abb. 4.23: Kühlung der Gülleflüssigkeitsoberfläche durch Kühlrippen [186, DK/NL, 2002] mit Bezug auf Wageningen, IMAG-DLO, Bericht 96-1003]

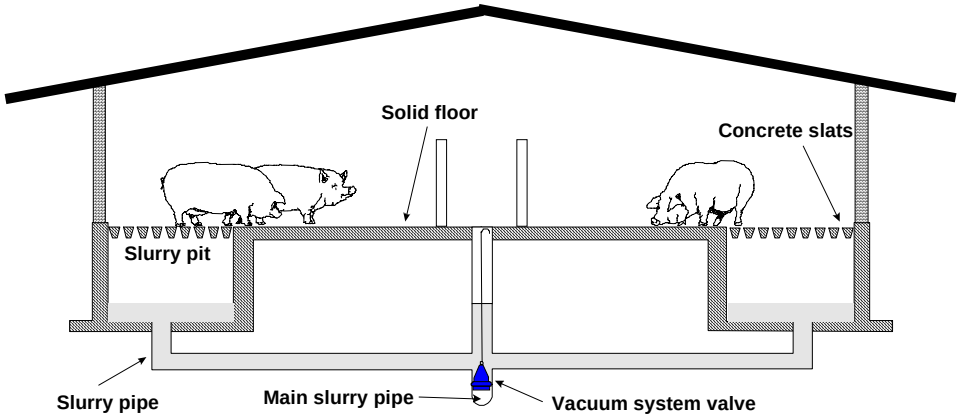
Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf 112,75 Euro je Sauenplatz. Bei 50% Reduktionsleistung, d.h. von 4,2 auf 2,2 kg NH_3-Emission, liegen die Kosten bei 56,35 Euro je kg gemindertem NH_3. Die auf das Jahr umgelegten zusätzlichen Kosten belaufen sich auf 20,35 Euro je Sauenplatz. Dies entspricht 9,25 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden sind Stallungen für rund 3.000 leere und/oder tragende Sauen mit diesem Verfahren ausgestattet, gegenwärtig wird es auch bei vielen Umbauten und einigen Stallneubauten umgesetzt.

Referenzliteratur: [186, DK/NL, 2002] unter Bezug auf: Wageningen, IMAG-DLO, Bericht 97-1002.

4.6.1.6 Teilperforierter Boden mit Vakuumsystem (TPB/Vakuumsystem)

Beschreibung und medienübergreifende Effekte: Siehe Abschnitt 4.6.1.1.



Legende:
Solid floor = planbefestigter Stallboden
Concrete slats = Betonspalten/roste
Slurry pit = Güllegrube
Slurry pipe = Gülleleitung
Main slurry pipe = Gülle-Hauptleitung
Vacuum system valve Ventil für Vakuumsystem

Abb. 4.24: Teilperforierter Boden mit Vakuumsystem [185, Italien, 2001]

Erzielter Umweltnutzen: Durch einen teilperforierten Boden mit "Vakuumsystem" reduziert sich die NH_3-Emission bei Gruppenhaltung auf 2,77 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr auf Betonspalten/rosten bzw. auf 2,40 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr auf Metallspalten/rosten. Im Vergleich zum Referenzverfahren bedeutet dies relative Reduktionsleistungen von 25 bzw. 35%.

Betriebstechnische Daten: Verglichen mit dem Referenzverfahren ist diese Technik einfach zu handhaben [184, TWG ILF, 2002].

Eignung: In bestehenden Ställen ist der Einsatz auf Stallanlagen mit teilperforierten Böden und Güllekanäle mit ausreichender Tiefe beschränkt.

Kosten: Über die Kapitalinvestitionskosten liegen keine Daten vor; bei den Jahresbetriebskosten geht jedoch man davon aus, dass diese auf demselben Niveau wie bei Mastschweinen liegen; dies wären geschätzte negative Zusatzkosten (also Kosteneinsparung) von 4 Euro bei Betonspalten und 1,50 Euro (ebenfalls Kostenvorteil), wenn Metallroste in neuen Stallanlagen eingesetzt werden [184, TWG ILF, 2002].

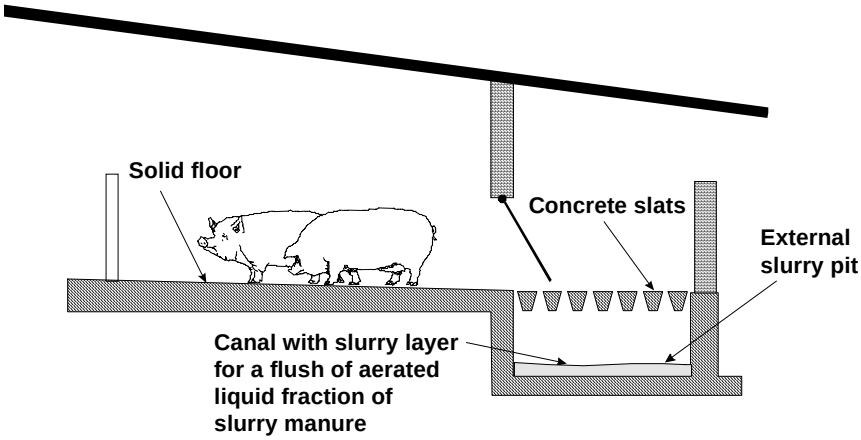
Referenzliteratur: [185, Italien, 2001]

4.6.1.7 Teilperforierter Boden mit Gülle-Spülung (Gülle permanent anstehend) im Kanal (TPB Spülkanal)

Beschreibung und betriebstechnische Daten: Siehe 4.6.1.2 und die Anmerkung zur Bauweise außenliegender Gänge in Abschnitt 4.6.1.4. In Abb. 4.25 ist die Bauweise mit außenliegendem Gang dargestellt, das gleiche Konzept wird aber auch in Verbindung mit vollperforiertem Boden und Güllekanälen im Stallinnern eingesetzt.

Erzielter Umweltnutzen: Durch Spülung mit belüfteteter Gülle wurden die Emissionen auf 1,48 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr reduziert (60%), bei Spülung mit Rohgülle auf 1,85 kg NH_3, ebenfalls je Sauenplatz und Jahr (50%). Über die Auswirkung unterschiedlicher Spalten/Rostmaterialien auf die NH_3-Emission liegen keine Informationen vor.

Eignung: Das System kann in bestehenden Ställen mit teilperforiertem Boden und darunter liegendem Güllekanal eingesetzt werden.



Legende:
Solid floor = planbefestigter Stallboden
Concrete slats = Betonspalten/roste
External slurry pit = externe Güllegrube
Canal with slurry layer for a flush of aerated liquid fraction of slurry manure = Kanal mit Gülle zur Spülung mit belüfteter Gülleflüssigphase

Abb. 4.25: Teilperforierter Boden mit außenliegendem Gang und Gülle-Spülung im Kanal

Medienübergreifende Effekte: Der Energiebedarf für den Betrieb dieses Verfahrens hängt von der Entfernung zwischen Güllekanal und der Lagerstätte für vorbehandelte Gülle ab. Folgende Angaben zum Energiebedarf liegen vor:

- 3,4 kWh je Sau und Jahr für das Spülen
- 18,3 kWh je Sau und Jahr für die Abtrennung der Flüssigphase/Gülleseparierung
- 16,8 kWh je Sau und Jahr für die Belüftung

Da keine Zwangslüftung benötigt wird, liegt der Gesamtenergieverbrauch dieses Verfahrens unter dem oder auf gleichem Niveau wie beim Referenzverfahren.

Es wird angenommen, dass häufiges Spülen zur Reduzierung von Aerosolen beiträgt.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Diese Geruchsspitzen sind ausgeprägter, wenn die Spülung ohne Belüftung erfolgt. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

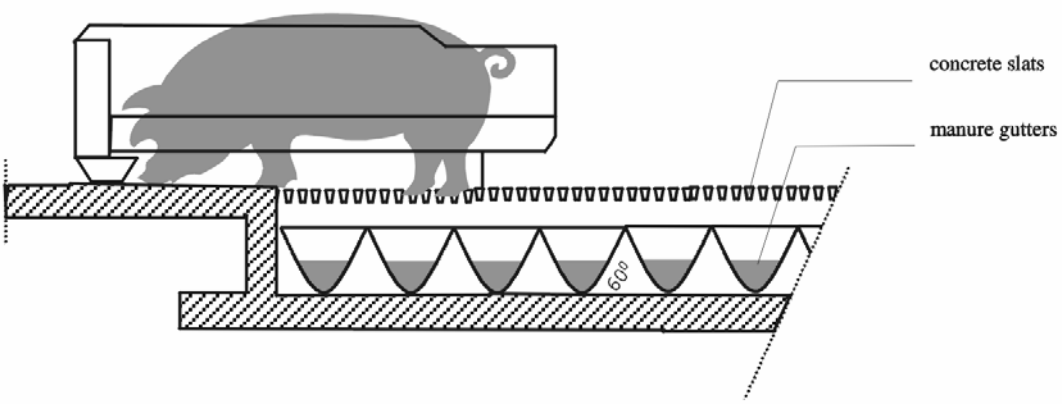
Kosten: Zu Investitionskosten liegen keine Daten vor; für die Betriebskosten beim Einsatz in neuen Stallgebäuden werden negative Zusatzkosten (d.h. Kosteneinsparung) von 6,07 Euro ohne bzw. 2,89 Euro (ebenfalls eine Kosteneinsparung) mit Belüftung angenommen [184, TWG ILF, 2002].

Referenzbetriebe: Diese Technik wird von einer zunehmenden Zahl von Betrieben in Stallneubauten für tragende Sauen in Einzelhaltung (wie auch für Mastschweine) eingesetzt.

Referenzliteratur: [185, Italien, 2001]

4.6.1.8 Teilperforierter Boden mit Spülrinnen oder Spülrohren (TPB Spülrinnen)

Beschreibung: Diese Technik kann sowohl in Verbindung mit Einzelbuchten als auch mit Gruppenhaltung eingesetzt werden. Die Kotoberfläche sollte 1,10 m² je Sau nicht übersteigen. Die Gülle wird durch häufiges Spülen entfernt. Die Spalten sind aus Beton. Die Rinnenseitenwände sollten um 60° geneigt sein. Zweimal tägliche Rinnenspülung wird empfohlen. Die Spülung erfolgt mit frischem oder belüftetem Dünnseparat, wobei der Trockenmassegehalt 5% nicht übersteigen sollte (siehe auch Abschnitt. 4.6.1.3).



Legende:
concrete slats = Betonspalten/roste
manure gutters = Güllerinnen

Abb. 4.26: Teilperforierter Boden mit Spülrinnen bei Einzelhaltung [10, Niederlande, 1999]

Für Gruppenhaltung gilt dieselbe Beschreibung wie unter Abschnitt 4.6.1.3. Die Abbildungen unterscheiden sich lediglich dadurch, dass die planbefestigte Betonbodenfläche größer und der perforierte Bereich mit den darunter liegenden Güllerinnen/-rohren kleiner ist.

Erzielter Umweltnutzen: Die Emission der reduzierten Wirtschaftsdüngeroberfläche in Verbindung mit Spülung in Rinnen oder Rohren reduziert sich bei Einzelhaltung auf perforiertem Betonboden auf 2,50 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr (NL, B). Bei Gruppenhaltung wurden Emissionswerte in Höhe von 1,48 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr (I) ohne bzw. 1,11 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr (I) mit Belüftung übermittelt. Im Falle Italiens wurden ebenfalls perforierte Betonböden eingesetzt. Diese drei Werte stellen im Vergleich zum Referenzverfahren prozentuale Emissionsminderungen von 40%, 60% bzw. 74% dar.

Medienübergreifende Effekte: Beim Energiebedarf dieser Systeme zeigen sich große Schwankungen, die durch das vorliegende Informationsmaterial nicht erklärt werden können. Berichten zufolge liegt der Elektroenergieverbrauch bei:

- 2,4 kWh je Sau und Jahr für das Spülen
- 12,0 kWh je Sau und Jahr für die Abtrennung der Flüssigphase/Gülleseparierung
- 15,6 kWh je Sau und Jahr für die Belüftung

Diese Werte unterscheiden sich geringfügig von den in Abschnitt 4.6.1.3 dargelegten. Der Energiebedarf für das Pumpen variiert mit der Entfernung zum Spülflüssigkeitslager. Zweimal tägliches Spülen bedingt zusätzliches Pumpen und damit einen Mehrverbrauch an Energie von 0,5 kWh je Sauenplatz. Im Falle von Sauengülle wurde auch angemerkt, dass die Spülflüssigkeit durch die Schwerkraft zu einem Auffangbehälter zurückgeführt werden könnte. Durch Absetzen des geringen Trockenmasseanteils der Sauengülle (5%) sei es möglich, die Flüssigkeit oben aus dem Behälter abzupumpen, womit sich mechanisches Abtrennung/Separierung erübrigt. Nach gewisser Zeit setzt sich unten auf dem Behälterboden eine Schicht ab, die u.U. zur weiteren Bearbeitung abgepumpt werden müsste.

An Standorten, wo Zwangslüftung in Verbindung mit diesem Verfahren nicht notwendig ist, wie z.B. in Italien, liegt der Gesamtenergieverbrauch unter dem des Verfahrens mit vollperforiertem Boden mit Zwangslüftung.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Diese Geruchsspitzen sind ausgeprägter, wenn die Spülung ohne Belüftung erfolgt. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Der Einsatz dieses Systems erfordert eine Vorrichtung (Behälter), um die Flüssigphase der Gülle abzutrennen, ehe diese als Spülmedium eingesetzt oder weiterbehandelt werden kann, wie im Falle der Belüftung, um dann zum Spülen zurückgepumpt zu werden.

Eignung: In bestehenden Stallgebäuden entscheidet die Bauweise des Güllekanals darüber, ob dieses Verfahren eingesetzt werden kann oder nicht. Bei einem Güllekanal mit ausreichender Tiefe erfordert die praktische Umsetzung nur einige Veränderungen.

Kosten: Wenn dieses Verfahren in der Einzelhaltung umgesetzt wird, ist laut niederländischen Berichten mit signifikanten Kosten zu rechnen. Bei verbleibender Ammoniakemission von 2,5 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr belaufen sich die zusätzlichen Investitionskosten (für das Verfahren mit Belüftung) auf 161,80 Euro je Sauenplatz, entsprechend 95,20 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahreskosten je Schweineplatz belaufen sich auf 57,40 Euro. Dies entspricht 34,05 Euro je kg NH_3. Wird das Verfahren ohne Belüftung betrieben, belaufen sich die zusätzlichen Investitionskosten auf 59,00 Euro je Sauenplatz, die zusätzlichen Jahreskosten – ebenfalls je Sauenplatz – auf 9,45 Euro.

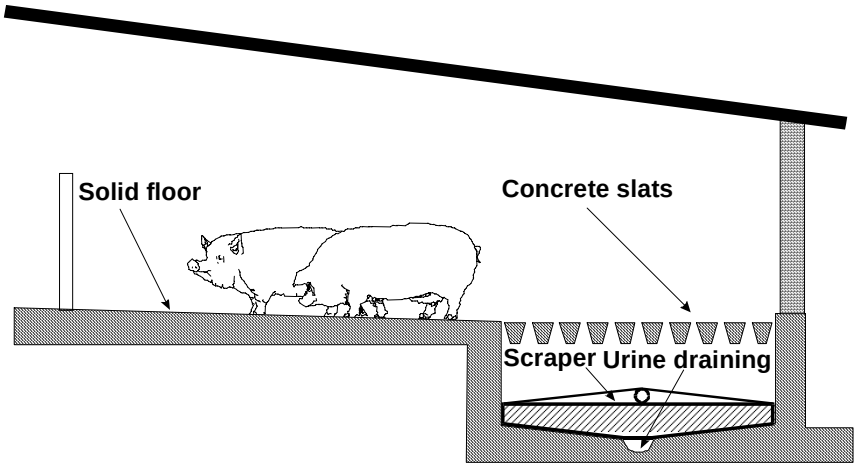
Italienische Berichte sprechen von sehr viel niedrigeren Kosten, die sich jedoch auf Mastschweine in Gruppenhaltung bezogen, wofür die Kosten je Tierplatz natürlich niedriger sind. Diese Kostendaten bewegen sich im selben Bereich wie in Abschnitt 4.6.1.3 für das Verfahren mit vollperforiertem Boden [185, Italien, 2001].

Referenzbetriebe: Beispiele finden sich in Italien (wie etwa die Beracchini-Farm); in den Niederlanden sind 2.000 Schweineplätze mit diesem Verfahren ausgestattet.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [59, Italien, 1999] [127, Italien, 2001].

4.6.1.9 Teilperforierter Boden mit Kotschieber (TPB Kotschieber)

Beschreibung: Die Bucht besteht aus einen Bereich mit perforiertem Betonboden (Abkotbereich) und einen Bereich mit planbefestigtem Betonboden (Liegebereich), der zu den Spalten hin geneigt ist. Die Exkremente werden in einem Kanal unter den Spalten gesammelt, von wo aus der feste Anteil durch einen Kotschieber zu einer außen liegenden Lagerstätte befördert wird. Der Urin läuft durch eine Rinne am Boden des Kanals direkt in ein Sammelbecken. Siehe auch die Anmerkungen zum außen liegenden Gang unter Abschnitt 4.6.1.4.



Legende:
Solid floor = planbefestigter Bodenbereich
Concrete slats = Betonspaltenboden
Scraper = Kotschieber
Urine draining = Urindrainrinne

Abb. 4.27: Teilperforierter Boden mit Kotschieber (TPB Kotschieber) [185, Italien, 2001]

Erzielter Umweltnutzen: Eine reduzierte Gülleoberfläche und häufiges Ableitung der Exkremente zu einer externen Lagerstätte reduzieren die NH_3-Emissionen laut italienischen Berichten auf Werte von 1,85 (Metallspalten/roste) bzw. 2,22 (Betonspalten/roste) bis zu 3,12 (DK, Betonspalten/roste) kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr. Verglichen mit dem Referenzverfahren stellt dies eine Reduktion von 50% für perforierte Böden aus Metall) bzw. 15 – 40% für perforierte Betonböden dar. Die Häufigkeit des Kotschiebereinsatzes und ein glatter Kanalboden sind natürlich Faktoren, die erreichbare Emissionsminderung beeinflussen.

Interessanterweise lässt dänisches Datenmaterial keinen Unterschied zwischen einem verkleinerten Kotkanal mit Kotschieber und einem vollperforierten Boden erkennen; beide Verfahren sind mit Emissionswerten von 3,12 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr verbunden.

Medienübergreifende Effekte: Für den Betrieb des Kotschiebers wird Energie benötigt.

Betriebstechnische Daten: Die Emissionswerte wurden unter Durchschnittsbedingungen ermittelt, wobei der Kotschieber einmal täglich betrieben wurde. Im Allgemeinen handelt es sich hierbei um ein gut funktionierendes Verfahren, allerdings kommt es im praktischen Betrieb Schwierigkeiten, weil sich auf dem Grubenboden Kristalle bilden können, die die Funktionsfähigkeit des Kotschiebers behindern [184, TWG ILF, 2002]. Weitere Untersuchungen müssen durchgeführt werden, um die Funktionssicherheitdieses Verfahrens in der Praxis zu optimieren.

Perforierte Böden führen zu niedrigeren Emissionswerten, weil die Gülle schneller in den Kanal gelangt.

Eignung: Im praktischen Einsatz ist diese Technik problematisch; die Eignung hängt in hohem Maße von der Bauweise des vorhandenen Güllekanals ab.

Kosten: Angaben zu den Kapitalinvestitionskosten liegen nicht vor; die Betriebskosten je Schwein und Jahr werden als hoch eingeschätzt [184, TWG ILF, 2002].

Referenzbetriebe: In Italien wird dieses Verfahren auf wenigen Betrieben in Verbindung mit außen liegendem Kotgang eingesetzt. Das Verfahren wird auch in Dänemark und in den Niederlanden angewandt.

Referenzliteratur: [59, Italien, 1999] [127, Italien, 2001].

4.6.1.10 Planbefestigter Betonboden mit Volleinstreu (PBB Volleinstreu)

Beschreibung: Die Sauen stehen hier auf einem durchgehend planbefestigten Betonboden, der fast vollständig mit Stroh oder anderen Ligno-Zellulose-haltigem Material eingestreut ist, um den Urin zu absorbieren und den Kot aufzunehmen (siehe Abbildung 2.15). Somit entsteht Festmist, der häufig aus entfernt werden muss, damit die Einstreu nicht zu feucht wird.

Erzielter Umweltnutzen: Die übermittelten Werte variieren und lassen entweder keinen Unterschied zum Referenzverfahren (vollperforierter Boden) mit 3,7 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr (Italien) erkennen, oder weisen einen beträchtlichen Anstieg um 67% (Dänemark: 5,20 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr) auf.

Medienübergreifende Effekte: Die Erzeugung von Festmist statt Gülle gilt aus agronomischer Sicht als vorteilhaft, weil die eingearbeitete organische Substanz die physikalischen Eigenschaften des Bodens verbessert, wodurch sich Oberflächenabfluss und die Auswaschung von Nährstoffen in Fließgewässer verringert. Mit erhöhtem Staubaufkommen muss gerechnet werden. In unten stehender Literatur wird von hohen NO- und N_2O-Emissionen in der Schweinemast und Ferkelerzeugung berichtet [188, Finnland, 2001].

Betriebstechnische Daten: In Dänemark wird diese Haltungsform sowohl mit freier als auch Zwangs- Lüftung betrieben. Bei frei gelüfteten Ställen liegen die Lufteintrittsöffnungen in den Wänden, der Luftaustritt im offenen First. Bei isolierten Stallbauten sind häufig einstellbare Luftein- und Luftaustrittöffnungen vorhanden. In zwangsbelüfteten Stallgebäuden wird vielfach entweder mit Unterdruckverfahren oder mit Gleichdruckverfahren gearbeitet.

Die Lüftung ist auf eine maximale Luftrate von 100 m^3 je Stunde und Sauenplatz ausgelegt. Obwohl die Sauen Niedrigtemperaturen durch Einnisten in die Einstreu auszugleichen, wird in den kälteren Regionen Europas dennoch zusätzliche Heizung eingesetzt, um die Feuchtigkeit im Stall bei reduzierter Lüftungsrate herabzusetzen.

Eignung: Bei bestehende Sauenställe hängt die Eignung von der vorhandenen Stallbauweise und der individuellen Situation ab. Angesichts vermehrten Berücksichtigung des Tierwohls in der europäischen Gesetzgebung wird dieses Verfahren vermutlich in Zukunft mehr Beachtung finden.

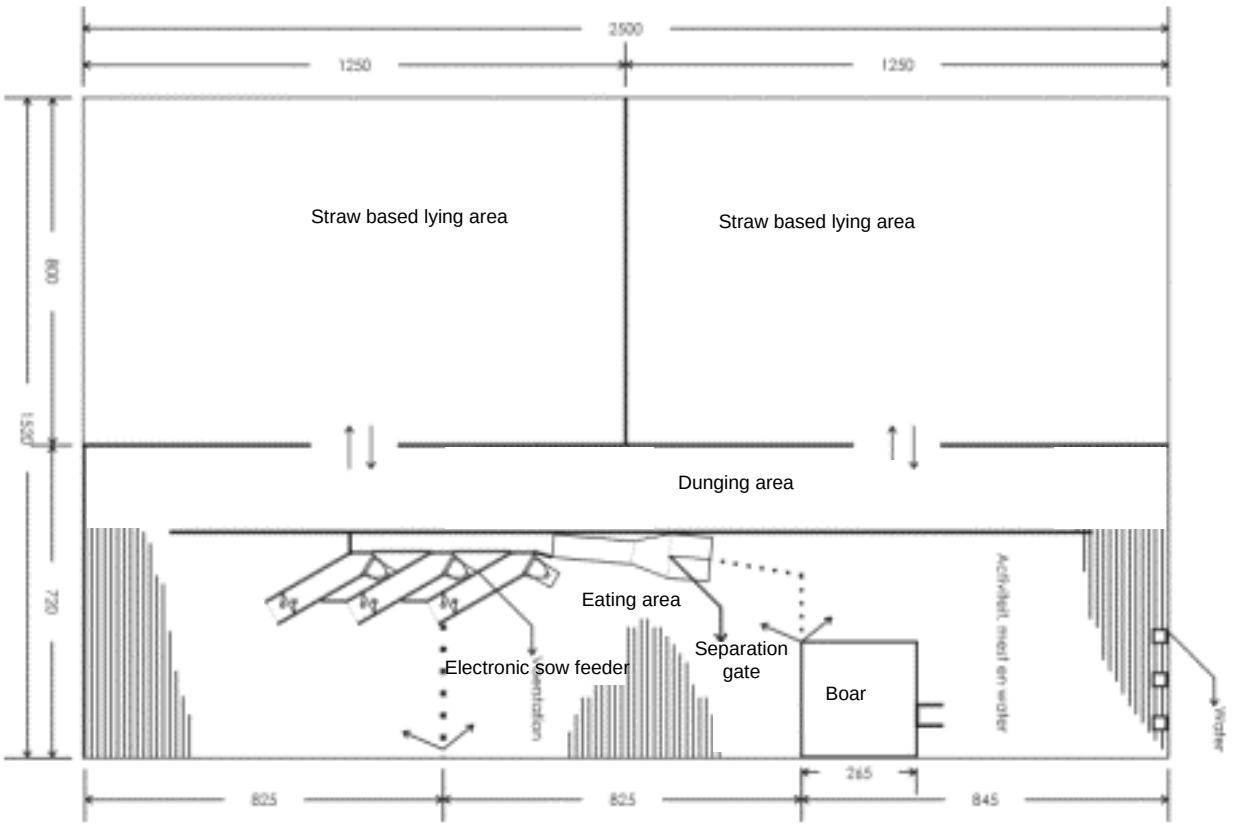
Referenzbetriebe: In mehreren EU-Mitgliedsländern wird dieses Verfahren paktiziert.

Referenzliteratur: [87, Dänemark, 2000], [127, Italien, 2001]. Zu hohen NO und N_2O-Emissionswerten:

- Groenestein, Oosthoek, Faasen; ‚Microbial processes in deep-litter systems for fattening pigs and emissions of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide', 1993 (Über die mikrobiologischen Prozesse, die beim System der Tiefstreuhaltung für Mastschweine auftreten, einschließlich der Emissionen von Ammoniak, Distickstoffoxid und Stickoxid)
- Verstegen, Hartog, Kempen, Metz: ‚Nitrogen flow in pig production and environmental consequences', EAAP publication number 69, 1993 (Über den Stickstoff-Fluss in der Schweineproduktion und die damit verbundenen Umweltkonsequenzen, EAAP-Publikation Nr. 69, 1993).

4.6.1.11 Planbefestigter Betonboden mit Stroheinstreu und elektronisch gesteuerten Sauenfütterungsautomaten

Beschreibung: Diese Stallanlagen unterteilen sich in einen Einstreubereich, einen zentralen Abkotbereich und einen Fütterungsbereich mit elektronischen Sauenfütterungsautomaten. Der Kotbereich besteht aus planbefestigtem Betonboden. Der Kot wird mit Hilfe eines am Traktor montierten Kotschiebers täglich aus dem planbefestigten Bodenbereich entfernt; die Einstreu im Tiefstreuliegebereich wird nur ein- bis zweimal jährlich entfernt.



Legende: Straw based lying area = Liegebereich mit Stroheinstreu, Dunging area = Kotbereich, Eating area = Fressbereich, Electronic sow feeder = elektronisch gesteuerter Sauenfütterungsautomat, Separation gate = Trenn-/Sortiertor, Boar = Eber, Water = Trinkwasser

Abb. 4.28: Planbefestigter Betonboden mit Stroh und elektronisch gesteuerten Sauenfütterungsautomaten [175, IMAG-DLO, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Der durch den Einsatz dieses Verfahrens erzielte Umweltnutzen hängt vom Tierverhalten ab, das wiederum von der Buchtengestaltung beeinflusst wird. Die verfügbare Liegefläche, mindestens 1,3 m^2 je Tier, muss leicht zugänglich sein – vor allem für Jungsauen –, indem die Durchgänge zwischen Liegefläche und Kotbereich breit genug gemacht werden (min. 2 m, max. 4 m). Die Distanz zwischen dem Eingang zum Liegebereich und der am weitesten entfernten (Trenn-)Wand sollte 16 m nicht übersteigen. Die emittierende Fläche des Kotbereichs sollte 1,1 m^2 je Sau nicht übersteigen. Der Güllekanal unterhalb des perforierten Bodens ist mit einem Vakuumsystem ausgestattet. Die erzielte Ammoniakemissionsminderung liegt bei 38% (2,6 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr, NL).

Medienübergreifende Effekte: Da dieses Haltungsverfahren ohne Heizung auskommt und normalerweise frei gelüftet wird, ist der Energiebedarf äußerst niedrig. Die Emission von Stickoxiden ist vernachlässigbar; die Methan-Emission pro Tag und Sau beläuft sich auf 39 g; hier besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf, um einen aussagefähigen Vergleich zum Referenzverfahren anstellen zu können.

Eignung: Für den Einsatz in Neubauten und einigen Altgebäuden ist dies ein sehr gutes Verfahren. In Altgebäuden hängt die Möglichkeit, das Verfahren in die Praxis umzusetzen, allerdings von der Bauweise der Güllekanäle ab, ist aber schwierig zu realisieren.

Kosten: Die Kosten dieses Verfahrens übersteigen nicht die des Referenzverfahrens. Allerdings wurden die zusätzlichen Arbeitskosten noch nicht kalkuliet und daher unbekannt.

Referenzbetriebe: Entsprechend der EU-Gesetzgebung sind Schweinehalter dazu verpflichtet, ihre Sauen in Gruppen zu halten. In den Niederlanden wird dieses System bei mehr als 50% aller neu errichteten Stallungen eingesetzt, vorhandene Stallanlagen können mit diesem System auch nachgerüstet werden.

Referenzliteratur: [175, IMAG-DLO, 1999]

4.6.2 Systemintegrierte Haltungstechniken für Ferkel führende Sauen

Beschreibung: Die Leistungsdaten des Referenzverfahrens und alternativer Verfahren für säugende Sauen sind in Tabelle 4.22 zusammengefasst. Säugende Sauen werden auch in Gruppen in Buchten mitplanbefestigtem Betonboden gehalten – mit reichlich Einstreu, damit sie ihr Nest bauen können. Der Mist ist bei diesem Verfahren trocken.

Das **Referenzverfahren** ist in Kapitel 2 (Abschnitt 2.3.1.2.1 als das bei Stallneubauten am häufigsten eingesetzte Verfahren beschrieben und abgebildet. Hinsichtlich der Bauweise können die Anordnung des Ferkelbereichs und die Spalten/Roste variieren, prinzipiell wird jedoch angenommen, dass sich die Werte der einzelnen Varianten im selben Bereich bewegen. Die Stallgestaltung für die Gruppenhaltung von Sauen (wie in Kapitel 2 beschrieben) wird ebenfalls als Alternative zum Referenzverfahren betrachtet.

Für das Referenzverfahren betragen die übermittelten Emissonswerte für Sauen, Ferkel eingeschlossen, zwischen 8 und 9 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr. Es wird mit Zwangslüftung gearbeitet.

Die Kosten können erheblich variieren und sind unabhängig von der jeweils erzielten Emissionsminderung. Zum Beispiel lässt sich verglichen mit dem Referenzverfahren eine 50%ige NH_3-Minderung mit sehr geringen Zusatzkosten erzielen.

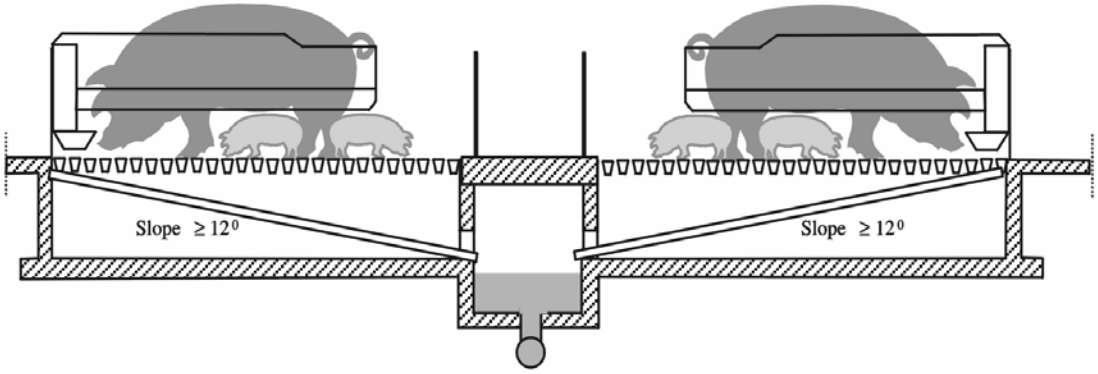
Abschnitt	Haltungsverfahren	NH_3-Minderung (%)	Zusätzliche Investitions-kosten (EUR/Platz)[1)]	Zusätzliche Betriebs- Kosten (EURO/Platz/Jahr)[1)]	Energiebedarf (kWh/Platz/Jahr)
2.3.1.2.1	Kastenstände mit vollperforiertem Boden und darunter liegender Güllekanal (**Referenz**)	8,70 (I) 8,30 (NL,B) kg NH_3/ Sauenplatz/Jahr			
	Kastenstände auf vollperforiertem Böden				
4.6.2.1	VPB und geneigte Kotplatte	30 – 40	260	29,50	wie beim Referenzverfahren
4.6.2.2	VPB und kombinierter Wasser-/Güllekanal	52	60	1,0	wie beim Referenzverfahren
4.6.2.3	VPB und Spülsystem mit Güllerinnen	60	535	86	höher als Referenzverfahren
4.6.2.4	VPB und Güllewanne	65	280	45,85	wie beim Referenzverfahren
4.6.2.5	VPB und Kühlrippen ander - Gülleoberfläche	70	302	54,25	höher als Referenzverfahren
	Kastenstände auf teilperforiertem Boden				
4.6.2.6	TSB und Kastenstand	34	Kostendaten fehlen	ca. 0	wie beim Referenzverfahren
4.6.2.7	TPB und Kotschieber	35	785	147,20	höher als Referenzverfahren

( ) Mitgliedstaat, aus dem das Datenmaterial stammt
1) Quellen: [10, Niederlande, NL, 1999], [185, Italien, I, 2001] [37, Bodenkundige Dienst, 1999] [184, TWG ILF, 2002]

Tabelle 4.22: Leistungsdaten systemintegrierter Haltungstechniken für Ferkel führende Sauen bei Neuanlagen

4.6.2.1 Kastenstände mit vollperforiertem Boden und geneigter Kotplatte

Beschreibung: Eine Platte (aus Beton oder einem anderen Material) mit einer sehr glatten Oberfläche wird unter dem perforierten Boden angebracht; die Plattengröße kann der Buchtengröße angepasst werden. Die Platte wird mit einem Gefälle von mindestens 12° zum zentralen Güllekanal hin verlegt, der mit einem Kanalsystem verbunden ist. Die Gülle wird wöchentlich entweder durch Pumpen oder durch Schwerkraft aus dem Stall zu einer außen liegenden Lagerstätte befördert. Die Roste/Spalten sind aus Eisen oder Kunststoff gefertigt.



Legende:
Slope ≥ 12° = Neigung ≥ 12°

Abb. 4.29: Geneigte Kotplatte unter dem perforierten Boden [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Welcher Nutzen mit dem Einsatz dieses Systems erzielt wird, hängt davon ab, wie glatt die Oberfläche der Platte ist, so dass der Urin ständig ablaufen und die Gülle zum zentralen Güllekanal abrutschen kann. Häufiges Entleeren des zentralen Güllekanals trägt zu einer Steigerung der Reduktionsleistung bei. Emissionen stammen hauptsächlich von den auf der Platte zurückbleibenden Exkrementen. Erzielte Minderungsleistungen variieren, es wurden aber Minderungsergebnisse von 30% (6,0 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr [I]) bzw. 40% (5,0 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr [NL und B]) berichtet.

Medienübergreifende Effekte: Fliegen im Stall stellen ein großes Problem dar, weswegen diese Technik inzwischen als veraltet angesehen wird.

Eignung: Das Verfahren ist sowohl in Stallneubauten als auch beim Umbau bestehender Ställe einfach einzusetzen. Für die praktische Umsetzung des Verfahrens ist die Buchtengestaltung unerheblich. Ein neues Verfahren ist inzwischen entwickelt worden (siehe Abschnitt 4.6.2.2), das auf denselben Prinzipien wie den hier beschriebenen basiert. Das neue Verfahren sieht einen kombinierten Wasser-/Güllekanal vor und bringt eine höhere Ammoniakreduktionsleistung, ohne teurer zu sein als das hier beschriebene.

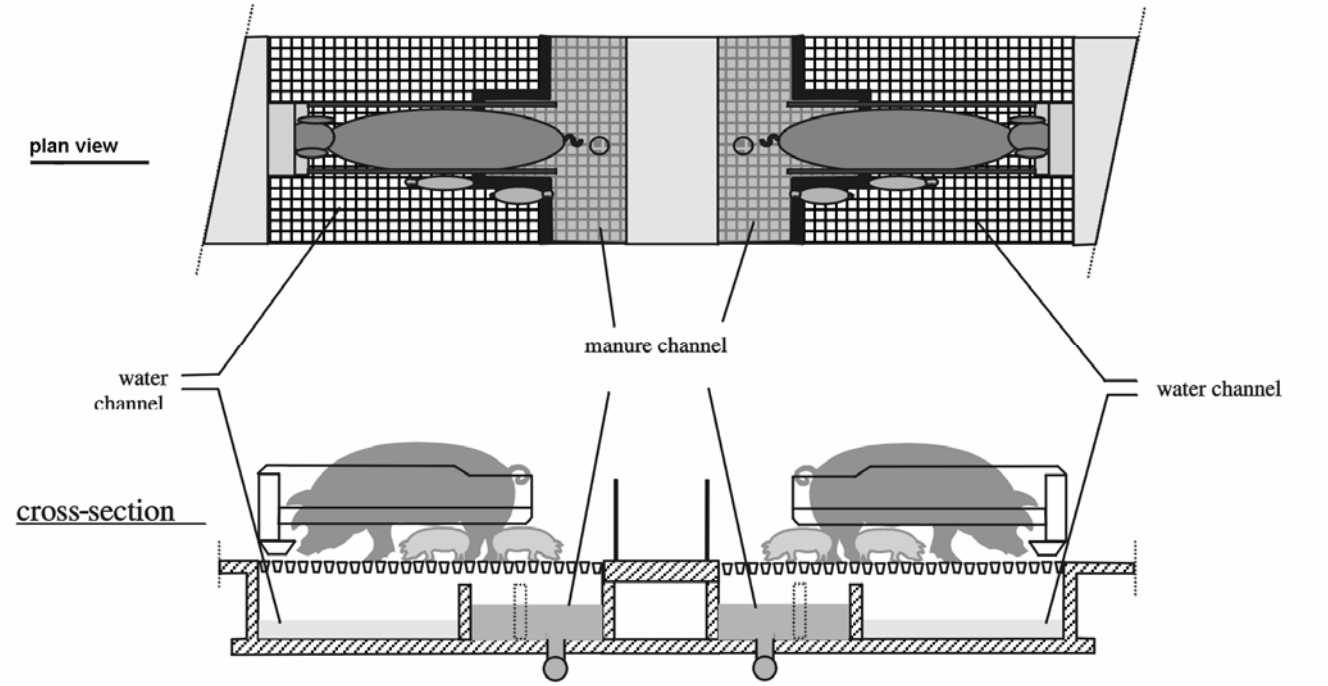
Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten liegen bei 260 Euro je Schweineplatz. Was für eine 40%ige Reduktionsleistung Kosten von 78,8 Euro je kg gemindertem NH_3 bedeutet. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 29,50 Euro je Schweineplatz bzw. 8,95 Euro je kg NH_3. Investitionskosten, die unterhalb denen des Referenzverfahrens liegen, werden aus Italien berichtet.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden und in Italien wurden nur wenige Sauenplätze mit dieser Technik ausgestattet. Das System wird gegenwärtig durch eine Neuentwicklung (siehe Abschnitt 4.6.2.2) ersetzt, die zwar nach denselben Prinzipien arbeitet, aber eine andere Bauweise vorsieht.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999[[185, Italien, 2001] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.2 Kastenstände mit perforiertem Boden und kombiniertem Wasser-/ Güllekanal

Beschreibung: Die Sau hat einen festen Platz, womit der Abkotbereich festgelegt ist. Der Güllekanal teilt sich in einen breiten Wasserkanal vorn und einen schmaleren Güllekanal hinten, was die Gülleoberfläche erheblich verkleinert. Das führt wiederum zu einer Minderung der Ammoniakemission. Der vordere Kanal ist zum Teil mit Wasser gefüllt. Die Roste/Spalten können aus Eisen oder Kunststoff gefertigt sein.



Legende: plan view = Draufsicht, cross section = Querschnitt, water channel = Wasserkanal manure channel = Güllekanal

Abb. 4.30: Kombinierter Wasser-/Güllekanal [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Das Verfahren limitiert die Gülleoberfläche und sieht häufiges Entleeren des Güllekanals vor. Eine Emissionsminderungsleistung von 52% (4,0 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr [NL, B]) kann erreicht werden.

Medienübergreifende Effekte: Die häufige Gülleentleerung könnte zusätzlichen Energiebedarf bedeuten; für die Befüllung des vorderen Kanals (Übersetzer: Kanal an der Kopfseite der Sau) wird Wasser benötigt.

Eignung: Das Verfahren ist beim Umbau bestehender Stallgebäude mit der Referenztechnik leicht umzusetzen, weil die Buchtengestaltung kein entscheidender Faktor für den Einsatz dieses Verfahrens ist. Auf einen einfachen Nenner gebracht, wäre eine Trennung der beiden Gruben alles, was erforderlich ist.

Betriebstechnische Daten: Es ist davon auszugehen, dass beide Kanäle in die Güllelagerstätte entleert werden. Das Wasser wird nach jedem Platzwechsel (etwa alle vier Wochen) ausgewechselt. Der vordere Teil wird dabei komplett trocken gelegt, gesäubert, desinfiziert und dann wieder mit frischem Wasser befüllt.

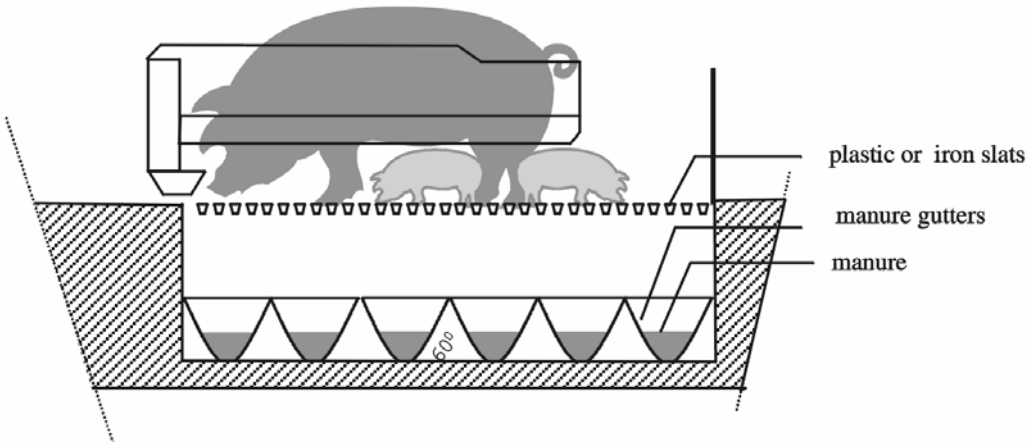
Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen auf 60 Euro je Schweineplatz. Das heißt, dass etwa 13,85 Euro je kg gemindertem NH_3 anzusetzen sind. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 1,00 Euro je Schweineplatz, entsprechend 0,25 Euro je kg NH_3.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden sind 5.000 Sauenplätze mit dieser Technik ausgerüstet.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.3 Kastenstände mit vollperforiertem Boden und Spülsystem mit Güllerinnen

Beschreibung: Die Güllerinnen sind klein und limitieren die emittierende Wirtschaftsdüngeroberfläche, wodurch sich die Ammoniakemission reduziert. Eine praktische Umsetzung ist sowohl in Buchten mit teil- als auch vollperforiertem Boden möglich. Das Spülsystem sorgt für häufige Gülleentfernung. Für den perforierten Boden werden Dreikantroste aus Eisen verwendet. Die Seitenwände der Rinnen sollten um 60° geneigt sein. Die Rinnen sollten zweimal täglich gespült werden. Die Spülung erfolgt mit der Flüssigphase der Gülle (nach Abtrennung/Separierung), wobei der Trockenmassegehalt nicht über 5% liegen sollte.



Legende:
plastic or iron slats = Kunststoff- oder Eisenspalten/Roste
manure gutters = Güllerinnen
manure = Gülle

Abb. 4.31: Spülsystem mit Güllerinnen [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Das Zusammenwirken von minimierter Gülleoberfläche in den Güllerinnen und umgehender Gülleauslagerung aus dem vollperforierten Bodenbereich durch Einsatz von Dreikantspalten/rosten aus Eisen oder Kunststoff, sowie zweimal täglicher Gülleentfernung durch den Spülvorgang, führt zu einer 60%igen NH_3-Emissionsminderung (3,3 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr (NL, B)).

Medienübergreifende Effekte: Durch das Spülen der Güllerinnen kommt es bei diesem Verfahren zu einem zusätzlichen Energieverbrauch von 8,5 kWh je Sauenplatz und Jahr.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

Eignung: In bestehenden Stallanlagen hängt die praktische Umsetzung von der Bauweise des Güllekanals ab, scheint im Vergleich zum Referenzverfahren jedoch keine Schwierigkeiten zu bereiten.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten betragen 535 Euro je Sauenplatz, was bei einer Reduktionsleistung 60% (d.h. von 8,3 auf 3,3 kg NH_3) auf 107 Euro je kg gemindertem NH_3 hinausläuft. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 86 Euro je Schweineplatz (entsprechend 70,20 Euro je kg gemindertem NH_3).

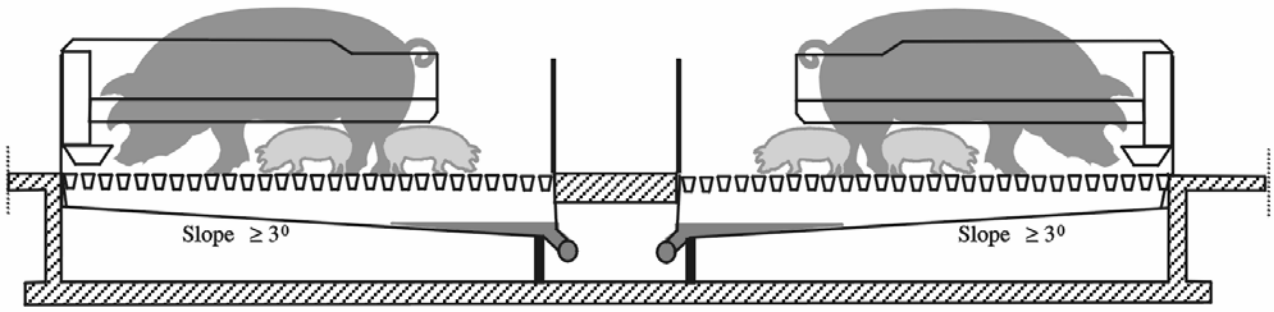
Um eine geringfügig bessere Reduktionsleistung zu erzielen, fallen beträchtlich höhere Kosten an als für das Verfahren mit getrenntem Wasser-/Güllekanal. Das bisher verfügbare Informationsmaterial liefert keine Erklärung für diesen Kostenunterschied.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden sind rund 500 Plätze für Ferkel führende Sauen mit dieser Technik ausgestattet.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.4 Kastenstände mit vollperforiertem Boden und Güllewanne

Beschreibung: Eine vorgefertigte Wanne, deren Abmessungen an die Buchtengröße angeglichen werden kann, wird unterhalb des perforierten Bodens installiert. Die Wanne ist an einem Ende der Bucht am tiefsten und hat einen Neigungswinkel von mindestens 3° zum zentralen Güllekanal hin. Es besteht Verbindung zu einem Kanalisationssystem, über das die Gülle alle drei Tage entfernt werden sollte. Die Anwendung dieser Technik hängt weder von der Gestaltung der Buchten noch davon ab, ob voll- oder teilperforierte Böden verlegt sind. Die Spalten/roste sind aus Eisen oder Kunststoff gefertigt.



Legende: Slope ≥ 3° = Neigung ≥ 3°

Abb. 4.32: Vollperforierter Boden mit darunter liegender Güllewanne [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Die Limitierung der Wirtschaftsdüngeroberfläche und häufige Gülleentfernung durch ein Kanalisationssystem führen zu einer 65%igen Minderung der NH_3-Emissionen (2,9 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr). Obwohl beide Verfahren von ihrer Bauweise her sehr ähnlich scheinen, wird im Vergleich zur Technik mit der geneigte Kotplatte eine um 50% höhere Reduktionsleistung erzielt. Dabei gelten die geringere emittierende Oberfläche und häufigere Gülleentfernung als die wichtigsten Faktoren, auf die dieser Unterschied zurückzuführen ist.

Eignung: Das Verfahren lässt sich beim Umbau bestehender Stallgebäude leicht in die Praxis umsetzen. Die Buchtengestaltung ist für den Einsatz dieses Verfahrens nicht von Belang.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten liegen bei 280 Euro je Schweineplatz. Bei 65% Emissionsminderung (d.h. von 8,3 auf 2,9 kg NH_3) entspricht dies 53,58 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten belaufen sich auf 45,85 Euro je Schweineplatz, entsprechend 8,80 Euro je kg NH_3.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden sind etwa 10.000 Sauenplätze mit dieser Technik ausgerüstet. Das Verfahren wurde erst vor relativ kurzer Zeit (1998) entwickelt und wird gegenwärtig sowohl bei vielen Stallumbauten als auch Neubauten umgesetzt.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.6.2.5 Kastenstände mit vollperforiertem Boden und Kühlrippen an der Gülleoberfläche

Beschreibung, medienübergreifende Effekte, Eignung: siehe Abschnitt 4.6.1.5.

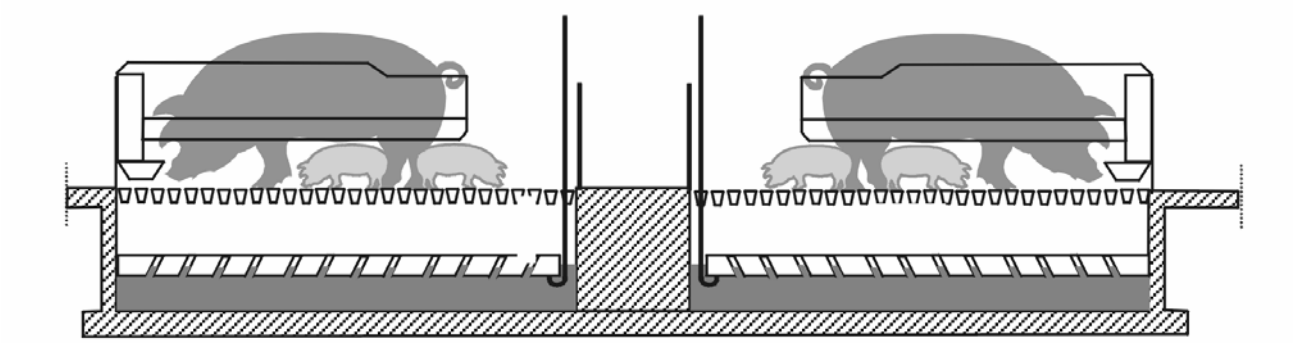


Abb. 4.33: Abferkelbucht mit aufschwimmenden Kühlrippen [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Durch Kühlung der Gülleoberfläche wird eine 70%ige Reduktion (d.h. von 8,3 auf 2,4 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr) erzielt (NL, B). Die erreichte Emissionsminderung lässt darauf schließen, dass die Temperatur an der Wirtschaftsdüngeroberfläche zu den wichtigsten für die Emissionsentwicklung verantwortlichen Faktoren gehört. Im Hinblick auf tiergerechte Haltung und Produktivität wird empfohlen, das Stallklima so kühl wie möglich zu halten.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf schätzungsweise 302 Euro je Sauenplatz, was bei einer 70%igen Reduktionsleistung auf 51,20 Euro je kg gemindertem NH_3 entspricht. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 54,25 Euro je Sauenplatz, entsprechend 9,20 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden sind rund 10.000 Abferkelbuchten mit diesem Verfahren ausgerüstet. Das Verfahren wird heute bei vielen Stallumbauten und einigen Neubauten angewandt.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.2.6 Kastenstände mit teilperforiertem Boden

Beschreibung: Bei allen hier vorgestellten Verfahren liegt der Wirtschaftsdünger in Form von Gülle vor. Diese wird vielfach über Abwasserrohre abgeleitet, wobei die einzelnen Güllekanalabschnitte über Verschlussstopfen in den Abwasserrohren geleert werden. Die Güllekanäle können auch über Schieber geleert werden. Die Güllekanäle werden nach jedem Ausstallen bei der Desinfizierung der Abferkelbuchten mitgesäubert, d.h. in zeitlichen Abständen von etwa 4 – 5 Wochen.

Die Bauweise ist mit der des Referenzverfahrens (Abschnitt 2.3.1.2) und mit Abb. 4.34 (allerdings ohne Kotschieber) vergleichbar. Die reduzierte Gülleoberfläche führt zu reduzierter Ammoniakemission.

Erzielter Umweltnutzen: Den Berichten zufolge beträgt die NH_3-Emissionsminderung 34%, was auf die Verringerung der emittierenden Gülleoberfläche zurückzuführen ist.

Medienübergreifende Effekte: Der Energiebedarf dieses Systems ist gegenüber dem mit vollperforiertem Boden unverändert.

Hinsichtlich des Tierwohls ist ein planbefestigter Stallboden dem vollperforiertem Boden vorzuziehen; die Vorteile kommen jedoch nur für die Ferkel, nicht für die Sauen zum Tragen [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Bei dieser Stallform kommt Zwangslüftung zum Einsatz, die entweder nach dem Unterdruck- oder dem Gleichdruck-Prinzip arbeitet und auf eine maximale Luftrate von 250 m^3 pro Stunde und Abferkelbucht ausgelegt ist. Deren Betrieb ist in Kapitel 2 näher beschrieben.

Eignung: Diese Technik wird in Dänemark verbreitet eingesetzt. Man geht davon aus, dass die Umsetzung in bestehende Stallgebäude von der Bauweise des vorhandenen Güllekanals abhängt, dies jedoch generell schwierig, wenn nicht unmöglich ist.

Referenzbetriebe: Das Verfahren wird in Dänemark eingesetzt.
Referenzliteratur: [87, Dänemark, 2000]

4.6.2.7 Kastenstände mit teilperforiertem Boden und Kotschieber

Beschreibung: Siehe Abschnitt 4.6.1.9 und Abb. 4.34, unten. Die perforierten Böden können aus Eisen oder Kunststoff hergestellt sein (keine Betonspalten/roste).

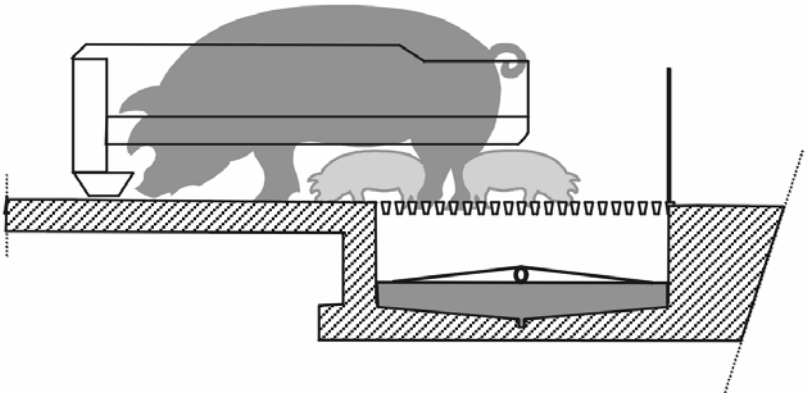


Abb. 4.34: Teilperforierter Boden mit Kotschieber [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Eine Minderung der NH_3-Emission wird durch die reduzierte Gülleoberfläche sowie häufiges Ausräumen des Kots mit dem Schieber und Ableiten des Urins erreicht. Mit diesem Verfahren mit teilperforierten Boden liegt die Emissionsminderungsleistung zwischen 35% (5,65 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr [I]) und 52% (4,0 kg NH_3 je Sauenplatz und Jahr [NL, B]).

Medienübergreifende Effekte: Der Stromverbrauch des Kotschiebers hängt von der Häufigkeit seines Einsatzes ab, vorliegenden Berichten zufolge beträgt er 2,4 (I) bzw. 3,5 (NL) kWh je Sau und Jahr.

Betriebstechnische Daten: Die Abnutzung der Bodenoberfläche kann dieses System im Betrieb anfällig machen.

Eignung: Das Verfahren kann in Verbindung mit teil- oder vollperforierten Böden in Stallneubauten eingesetzt werden. Bei vorhandenen Stallgebäuden erfordert die praktische Umsetzung einige Veränderungen am Güllekanal. Der Einsatz dieser Technik hängt damit von der Bauweise des Güllekanals ab, eine Umsetzung dürfte generell jedoch mit großen Schwierigkeiten verbunden sein.

Kosten: Vorliegende Berichte sprechen von relativ hohen Kosten, obwohl aus Italien übermittelte Informationen niedrigere Kosten als beim Referenzverfahrens ausweisen (wobei Daten allerdings fehlen). Verglichen mit vollperforiertem Boden kann die Minderung der Ammoniakemission bei 52% liegen, erfordert jedoch zusätzliche Investitionskosten von 785 Euro je Sauenplatz, was auf 182,55 Euro je kg gemindertem NH_3 hinausläuft. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 147,20 Euro je Sauenplatz, entsprechend 34,20 Euro je kg NH_3.

Referenzbetriebe: Auf einigen Betrieben in den Niederlanden wird dieses Verfahren eingesetzt.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [59, Italien, 1999], [127, Italien, 2001]

4.6.3 Systemintegrierte Haltungstechniken für Aufzuchtferkel

Das Datenmaterial zu Aufzuchtferkeln ist in Tabelle 4.23 zusammengefasst. Aufzuchtferkel werden in Gruppen gehalten. Buchten und Flatdecks sind von der Gestaltung her vergleichbar (Abschnitt 2.3.1.3). Das **Referenzverfahren** für Aufzuchtferkel ist eine Kombination aus klassischen Kastenständen mit vollperforierten Böden aus Kunststoff- oder Metallelementen, darunter liegendem Güllekanal (Übersetzer: siehe Anmerkung S.188) und Entmistung jeweils am Ende des Durchgangs. Die von dieser Stallform ausgehenden Ammoniakemissionen belaufen sich schätzungsweise auf ca. 15% des insgesamt von den Tieren ausgeschiedenen Stickstoffs, entsprechend 0,6 bzw. 0,8 kg NH_3 je Aufzuchtferkelplatz und Jahr. Dieser Stalltyp ist mit mechanischer Lüftung (Unterdruck- oder Gleichdruckverfahren) ausgestattet und auf eine maximale Luftrate von 40 m^3 je Stunde je Tierplatz ausgelegt. Zusatzheizung wird in Form elektrischer Heizlüfter oder einer Zentralheizung mit Heizungsrohren eingesetzt.

In den folgenden Abschnitten wird auf die bei der Bauweise des Güllekanals und der Entmistungsverfahren angewandten Prinzipien Bezug genommen, die in den vorhergehenden Abschnitten bereits näher beschrieben wurden.

Im Vergleich zum Referenzverfahren entstehende Zusatzkosten sind für einige Alternativen übermittelt worden; bei anderen gibt es Hinweise dafür, dass das Alternativverfahren sowohl teurer als auch kostengünstiger ist als das Referenzverfahren.

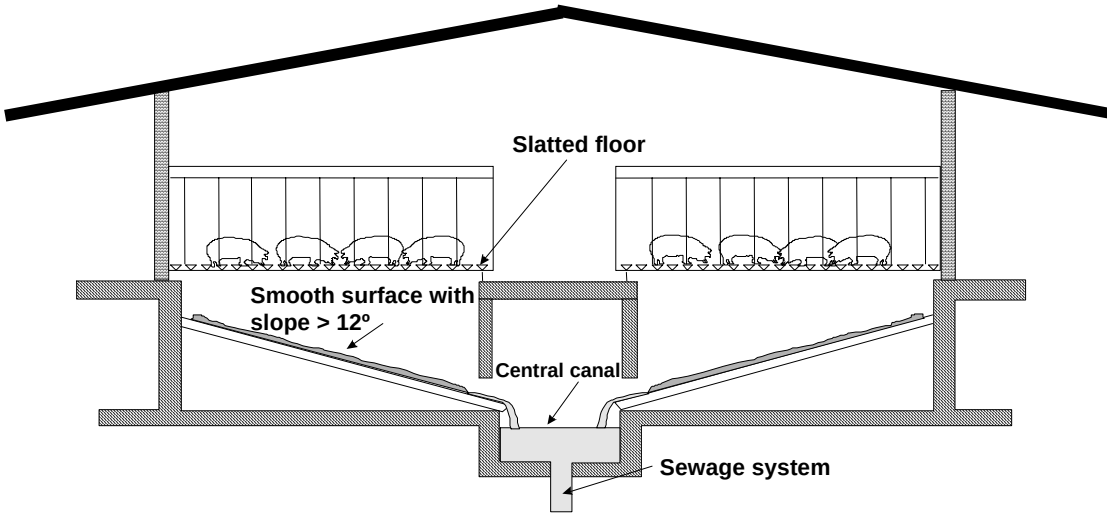
Abschnitt	Haltungsverfahren		NH_3-Minderung (%)	Zusätzliche Kosten (€/Tierplatz)	Zusätzliche Jahresbe-triebskosten (€/Tierpl.)	Energieeinsatz (kWh/ Tierpl./Jahr)
	Buchten oder Flatdecks mit vollperforiertem Boden und darunter liegende Güllegrube **(Referenzverfahren)**		0,6 (NL, I) 0,80 (DK) kg NH_3/ Tierplatz/Jahr			
	Vollperforierter Boden (VPB)					
4.6.1.1	Buchten oder Flatdeck mit VPB und Vakuumsystem		25	keine Angaben	keine Angaben	weniger als Referenzverfahren
4.6.3.1	Flatdecks oder Buchten und geneigtem Betonboden zur Trennung von Kot und Urin		30	weniger	weniger	wie beim Referenzverfahren
4.6.3.2	Buchten oder Flatdecks mit VPB und Güllekanal mit Kotschieber		35	68,65	12,30	0,24[2)]
4.6.3.3	Buchten oder Flatdecks mit VPB und Spülrinnen oder Spülrohren	ohne Belüftung	40	25	4,15	1,9[2)]
		mit Belüftung	50	sehr hoch	sehr hoch	3,1[2)]
	Teilperforierter Boden (TPB)					
4.6.1.6	Buchten oder Flatdecks mit TPB und Vakuumsystem		25 – 35	keine Angaben	keine Angaben	weniger als Referenzverfahren
4.6.3.4	Buchten mit TPB und Zwei-Klima-Verfahren		34	wie Referenz	wie Referenz	wie Referenzverfahren
4.6.3.5	Buchten mit TPB und geneigtem oder konvexem planbefestigtem Boden		43	wie Referenz	wie Referenz	wie beim Referenzverfahren
4.6.3.6	Buchten mit TSN und flacher Güllekanal und Kanal für verunreinigtes Trinkwasser		57	2,85	0,35	wie beim Referenzverfahren
4.6.3.7	Buchten mit TPB (Dreikantspalten/roste aus Eisen) und Güllekanal mit Rinnen		65	25	4,15	0,75[2)]
4.6.3.8	Buchten mit TPB und Kotschieber		40 – 70	68,65	12,30	0,15[2)]
4.6.3.9	Buchten mit TPB (Dreikantspalten/roste aus Eisen) und Güllekanal mit geneigten Seitenwänden		72	4,55	0,75	wie beim Referenzverfahren
4.6.3.10	Buchten mit TPB und Kühlrippen an der Gülleoberfläche		75	24	9,75	höher als beim Referenzverfahren
4.6.3.11	TPB mit Dreikantspalten und überdachten Kisten		55	wie Referenz	keine Angaben	weniger als Referenzverfahren
	*Planbefestigter Betonboden mit Stroheinstreu (PBB)**					
4.6.3.12	PBB mit Stroheinstreu und freier Lüftung		keine Angaben	wie Referenz	höher als Referenz	weniger als Referenzverfahren

( ) EU-Mitgliedsstaat, aus demn das Datenmaterial stammt
1) Quellen: [10, Niederlande, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999] [185, Italien, 2001] [87, Dänemark, 2000] [187, IMAG-DLO, 2001] [184, TWG ILF, 2002] [189, Italien/GB, 2002]
2) Werte beziehen sich nur auf die für Spülung und Kotschieber benötigte Energie, nicht auf den Energiebedarf für Lüftung

Tabelle 4.23: Leistungsdaten systemintegrierter Haltungstechniken für Aufzuchtferkel in Stallneubauten

4.6.3.1 Buchten oder Flatdecks mit vollperforiertem Boden und geneigtem Betonboden zur Trennung von Kot und Urin

Beschreibung: Das Prinzip dieses Verfahrens ist unter Abschnitt 4.6.2.1 näher beschrieben. Am Ende der Aufzuchtperiode lässt sich der angesammelte trockene Kot leicht mit einem Wasserstrahl entfernen.



Legende: Slatted floor = perforierter Boden, Smooth surface with slope >12° = Glatte Oberfläche mit >12° Neigung
Central canal = zentraler Güllekanal, Sewage system = Abwasserleitungssystem

Abb. 4.35: Flatdecks oder Buchten über geneigtem Betonboden zur Trennung von Kot und Urin [59, Italien, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Sofortiges Ausräumen des Kots in den zentralen Güllekanal und sofortiges Ableiten des Urins führen zu einer 30%igen Emissionsminderung (0,42 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr [I]).

Medienübergreifende Effekte: Es besteht kein zusätzlicher Energiebedarf.

Eignung: Bei Vorhandensein eines ausreichend tiefen Güllekanals kann diese Technik in bestehenden Stallgebäuden problemlos eingesetzt werden.

Kosten: Bei Berücksichtigung der Kosteneinsparungen liegen die Investitionskosten Schätzungen zufolge unter denen des Referenzverfahrens.

Referenzbetriebe: In Italien wird das System auf einigen Betrieben eingesetzt.

Referenzliteratur: [59, Italien, 1999] [185, Italien, 2001]

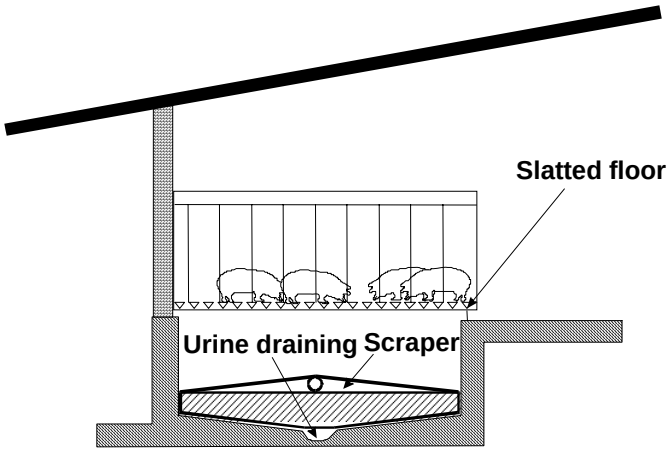
4.6.3.2 Buchten oder Flatdecks mit vollperforiertem Boden und Güllekanal mit Kotschieber

Kurzbeschreibung: Prinzipielle Angaben zu diesem Verfahren finden sich in Abschnitt 4.6.1.9, außerdem ist es in Abb. 4.36 illustriert. Die Spalten/Roste können aus Eisen oder Kunststoff gefertigt sein, nicht aber aus Beton.

Erzielter Umweltnutzen: Häufige Koträumung zu der außerhalb des Stallgebäudes liegenden Lagerstätte und separater Urinablauf führen zu einer geringfügig gesteigerten Reduktionsleistung von 35% (0,39 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr).

Medienübergreifende Effekte: Die für den Kotschiebereinsatz benötigte Energie beläuft sich schätzungsweise auf 0,24 kWh je Aufzuchtferkelplatz und Jahr.

Betriebstechnische Daten: Abnutzung des oberen Bodenbelags macht dieses System im Betrieb anfällig. Es besteht weiterer Forschungsbedarf, um die Funktionssicherheit zu optimieren.



Legende:
Slatted floor = vollperforierter Boden
Urine draining = Urindrän
Scraper = Kotschieber

Abb. 4.36: Flatdeck mit Kotschieber unter vollperforiertem Boden [185, Italien, 2001]

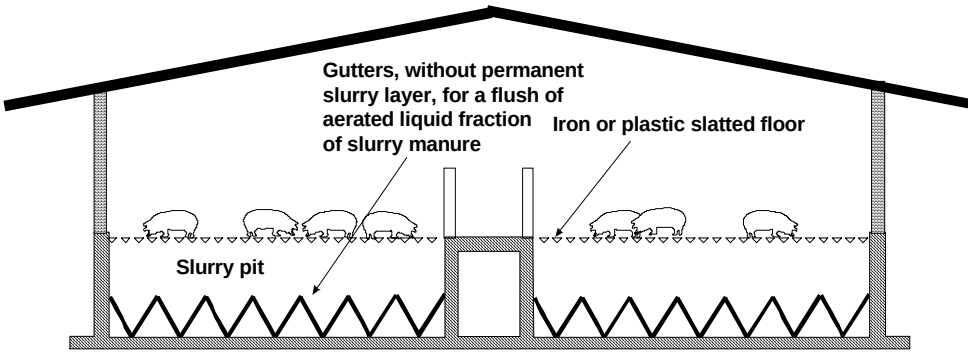
Eignung: Das Verfahren ist nicht als Umbaulösung für bestehende Ferkelaufzuchtställe, in denen ein Umbau der vorhandenen Güllekanäle erforderlich wäre, beschrieben worden.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf 68,65 Euro je Platz, die zusätzlichen Jahresbetriebskosten auf 12,30 Euro [184, TWG ILF, 2002].

Referenzliteratur: [59, Italien, 1999].

4.6.3.3 Buchten oder Flatdecks mit vollperforiertem Boden und Spülrinnen oder Spülrohren

Beschreibung: Eine nähere Beschreibung der Güllekanalgestaltung findet sich in Abschnitt 4.6.1.3.



Legende:
Slurry pit = Güllekanal
Gutters, without permanent slurry layer, for a flush of aerated liquid fraction of slurry manure = Rinnen, nicht permanent mit Gülle gefüllt, zur Spülung mit belüftetem Dünnseparat
Iron or plastic slatted floor = vollperforierter Boden mit Spalten/Rosten aus Eisen oder Kunststoff

Abb. 4.37: Buchten mit vollperforiertem Boden und Spülrinnen oder Spülrohren [185, Italien, 2001]

Erzielter Umweltnutzen: Limitierung der Gülleoberfläche im Güllekanal und zweimal tägliche Gülleentfernung durch Spülung bewirken eine Reduktionsleistung von 40% (0,36 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr) bei Spülung mit Frischgülle bzw. 50% (0,30 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr) bei Spülung mit belüfteter Gülle.

Medienübergreifende Effekte: Das Verfahren erfordert für zweimal tägliches Spülen einen Energieeinsatz von 1,9 kWh je Aufzuchtferkel und Tag bei Spülung mit frischer bzw. 3,1 kWh je Aufzuchtferkel und Tag bei Spülung mit belüfteter Gülle.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Diese Geruchsspitzen sind ausgeprägter, wenn die Spülung ohne Belüftung erfolgt. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Die Verfahrenskomponente außerhalb des Stalles besteht aus einer Anlage für die Gülleseparierung und in einigen Fällen auch für die Belüftung der Flüssigphase, bevor sie als Spülflüssigkeit genutzt werden kann.

Eignung: Das Verfahren mit Spülrinnen kann in Stallneubauten eingesetzt werden. In bestehenden Ställen hängt der Einsatz von der Bauweise des vorhandenen Güllekanals ab. Die Umsetzung dieses Verfahrens erfordert lediglich einige bauliche Veränderungen (am Boden).

Kosten: Für das Verfahren ohne Belüftung belaufen sich die zusätzlichen Investitionskosten auf 25 Euro je Platz, die zusätzlichen Jahresbetriebskosten auf 4,15 Euro je Platz. Das Verfahren mit Belüftung gilt als sehr kostspielig [184, TWG ILF, 2002].

Referenzliteratur: [59, Italien, 1999]

4.6.3.4 Buchten mit teilperforiertem Boden - das Zwei-Klima-Verfahren

Beschreibung: Der anfallende Wirtschaftsdünger wird in Form von Gülle gehandhabt. Vielfach wird die Gülle durch ein System von Abwasserrohren abgeleitet, wobei die einzelnen Abschnitte der Güllekanäle über Verschlussstopfen zu den Abwasserrohren hin entleert werden. Die Güllekanäle können auch über Schieber geleert werden. Die Kanäle werden oft gleichzeitig mit der Buchtendesinfektion nach dem Ausstallen eines jeden Durchgangs, d.h. alle 6 – 8 Wochen, völlig geleert.

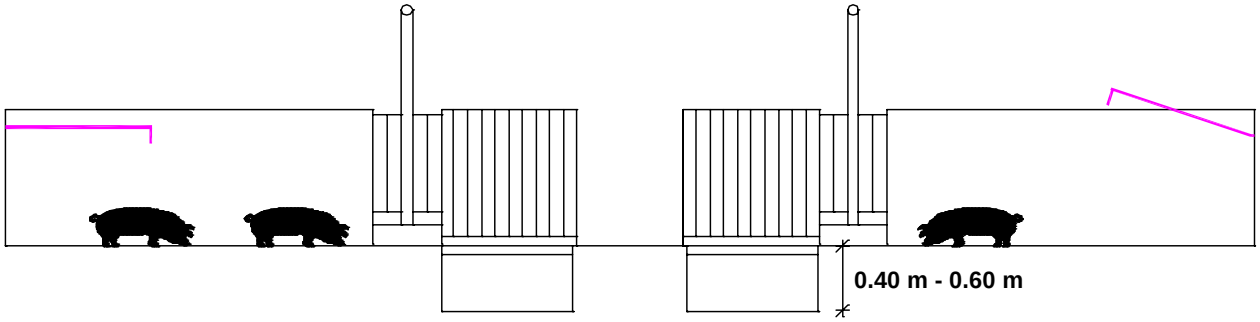


Abb. 4.38: Querschnitt eines Ferkelaufzuchtabteils mit teilperforiertem Boden im Zwei-Klima-Stall [87, Dänemark, 2000]

Erzielter Umweltnutzen: Der Einsatz dieser Technik führt zu einer Verringerung der Ammoniakemissionen um 34% (0,53 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr). Die Technik wird in Dänemark eingesetzt; die Emissionsdaten werden daher mit den in Dänemark ermittelten Emissionswerten des Referenzverfahrens (0,8 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr) verglichen.

Medienübergreifende Effekte: Die Variante mit freier Lüftung führt im Vergleich zum Referenzverfahren zu einem geringeren Energieverbrauch [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Normalerweise wird bei dieser Stallsystem mechanische Zwangslüftung mit Unter- oder Gleichdruckprinzip eingesetzt, die auf eine maximale Luftrate von 40 m^3 je Stunde und Tierplatz ausgelegt ist. Zusätzliche Stallheizung ist entweder über elektrische Heizlüfter oder eine Zentralheizung mit Heizrohren möglich. Das Verfahren wird auch in Verbindung mit freier Lüftung eingesetzt.
Im Stall sind Fenster eingebaut um die Kontrolle der Tiere zu erleichtern.

Eignung: Das Verfahren kann in neuen wie bestehenden Anlagen in die Praxis umgesetzt werden.

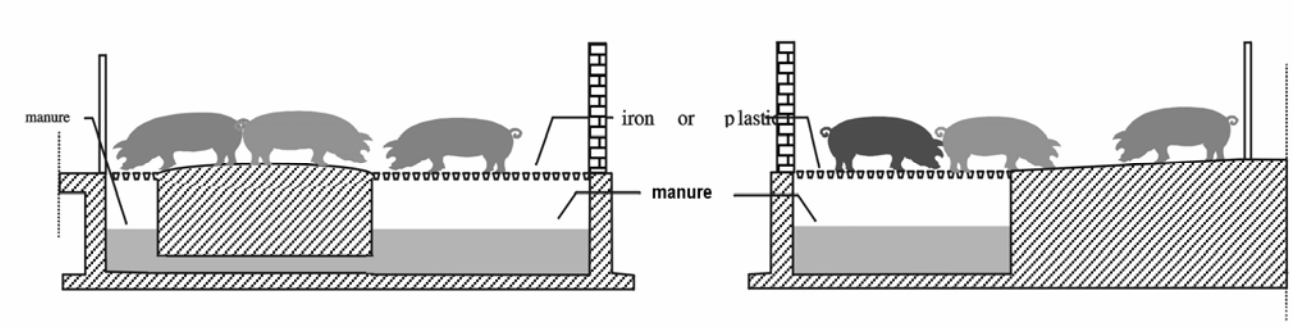
Kosten: Die zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten entsprechen Schätzungen zufolge denen des Referenzverfahrens [184, TWG ILF, 2002].

Referenzbetriebe: Man schätzt, dass in Dänemark 30 – 40% der Aufzuchtferkel, (entsprechend etwa 1.600.000 Tierplätzen) im Gewichtsabschnitt von 7,5 bis 30 kg auf teilperforierten Böden stehen. Man erwartet, dass diese Zahl noch steigen wird.

Referenzliteratur: [87, Dänemark, 2000]

4.6.3.5 Buchten mit teilperforiertem Boden und geneigtem oder konvexem, planbefestigtem Boden

Beschreibung: Durch die Verwendung eines teilweise planbefestigten Betonbodens verringert sich die emittierende Gülleoberfläche und damit die Ammoniakemission. Eine Anwendung dieses Verfahrens ist in Buchten mit konvexem Stallboden möglich, der die beiden Güllekanäle voneinander trennt. Der Einsatz ist aber auch in Buchten mit teilperforiertem Boden (Spalten/Roste aus Eisen oder Kunststoff, nicht aus Beton) und einem planbefestigten, geneigten Betonboden an der Vorderseite der Bucht möglich.



Legende:iron or plastic = Spalten/Roste aus Eisen oder Kunststoff, manure = Gülle

Abb. 4.39: Teilperforierter Boden aus Eisen oder Kunststoff mit geneigtem oder konvexem, planbefestigtem Betonboden [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Die Begrenzung der Gülleoberfläche im Güllekanal bringt eine Emissionsminderung von 43% (0,34 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr). Diese Reduktion kann faktisch jedoch nur durch eine Veränderung der Buchtengestaltung erreicht werden. Zwar ist die Bauweise der zuvor beschriebenen ähnlich, doch wird hier eine höhere Reduktionsleistung erzielt, was dem konvexen bzw. geneigten Stallboden zuzuschreiben ist.

Betriebstechnische Daten: Es ist davon auszugehen, dass dieses Verfahren dem Referenzverfahren vergleichbar ist.

Eignung: Das Verfahren mit teilperforiertem Boden oder konvexem Boden kann in Stallneubauten eingesetzt werden; in bestehenden Stallungen hängt die Eignung von der Bauweise des vorhandenen Güllekanals ab.

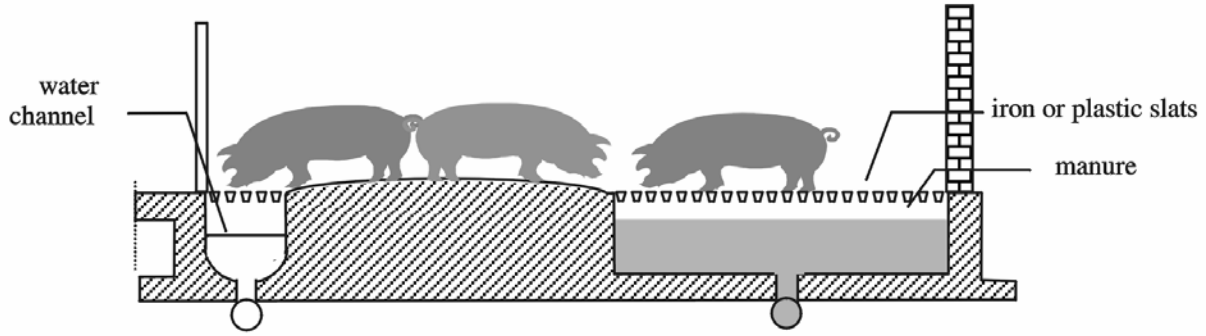
Kosten: Zusätzliche Investitionskosten entstehen nicht, wenn dieses Verfahren als Alternative zum vollperforierten Boden angewendet wird; die Jahresbetriebskosten sind ebenfalls vergleichbar.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden werden mindestens 10.000 Aufzuchtferkelplätze mit diesem Verfahren betrieben.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.6.3.6 Buchten mit teilperforiertem Boden und flachem Güllekanal und Kanal für verunreinigtes Trinkwasser

Beschreibung: Ein teilperforierter Boden reduziert die Wirtschaftsdüngeroberfläche, was wiederum die Ammoniakemission senkt. Das Verfahren kann bei Buchten mit konvexem Stallboden eingesetzt werden, der die beiden Güllekanäle voneinander trennt. Der vordere Kanal ist zum Teil mit Wasser gefüllt, weil sich die Tiere im vorderen Bereich normalerweise nicht zum Abkoten aufhalten. Es gelangt nur vergeudetes Futter in den vorderen Kanal. Das Wasser soll vor allem Fliegen daran hindern, im Kanal zu brüten.



Legende: water channel = Wasserkanal, iron or plastic slats = Spalten/Roste aus Eisen oder Kunststoff, manure = Gülle

Abb. 4.40: Flacher Kanal für verunreinigtes Trinkwasser vorn in Kombination mit einem konvexen sowie einem teilperforierten Boden aus Eisen oder Kunststoff [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Das Zusammenwirken von minimierter Gülleoberfläche im Güllekanal, umgehende Kotbeseitigung aus dem perforierten Bodenbereich durch den Einsatz von Dreikantspalten aus Eisen und häufiger Gülleentfernung durch das Kanalisationssystem reduziert die Emissionen um 57% (0,26 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr [NL, B]).

Medienübergreifende Effekte: Es besteht kein zusätzlicher Energiebedarf.

Betriebstechnische Daten: Es ist davon auszugehen, dass dieses Verfahren dem Referenzverfahren vergleichbar ist.

Eignung: In bestehenden Stallgebäuden hängt die Eignung von der Bauweise des vorhandenen Güllekanals ab.

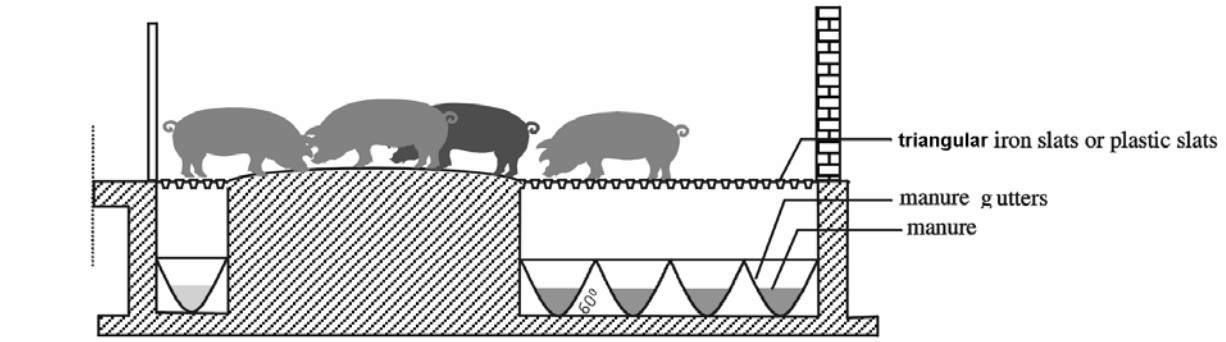
Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf 2,85 Euro je Schweineplatz; die zusätzlichen Jahresbetriebskosten auf 0,35 Euro je Schweineplatz.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden werden rund 250.000 Plätze für Aufzuchtferkel mit diesem Verfahren betrieben.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.6.3.7 Buchten mit teilperforiertem Boden aus Dreikantspalten (aus Eisen/Stahl) und Güllekanal mit Rinnen

Beschreibung: Siehe vorausgegangene Beschreibung des Verfahrens mit Spülrinnen in Abschnitt 4.6.3.3 und Abb. 4.41. Der Unterschied ist ein separater Wasserkanal. Schmale Rinnen begrenzen die Gülleoberfläche. Es erfolgt häufige Gülleentfernung durch Spülung. Der perforierte Boden besteht aus Dreikantspalten aus Eisen oder Kunststoff. Die Seitenwände der Kotrinnen sollten um 60° geneigt sein, die Rinnen sollten zweimal täglich gespült werden. Spülung mit der Flüssigphase der Gülle (nach Abtrennung/Separierung), wobei der Trockenmassegehalt nicht über 5% liegen sollte.



Legende: triangular iron slats or plastic slats = Dreikantspalten/roste aus Eisen oder Kunststoff, manure gutters = Güllerinnen
manure = Gülle

Abb. 4.41: Konvexer Stallboden mit beidseitigem perforierten Boden (Dreikantroste/spalten) und Güllerinnensystem [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Begrenzung der Gülleoberfläche im Güllekanal, zweimal tägliche Güllebeseitigung durch Spülen und schnelle Kotentfernung aus dem perforierten Bereich durch Einsatz von Dreikantspalten aus Eisen führt zu einer 65%igen Emissionsminderung (0,21 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr [NL, B]).

Medienübergreifende Effekte: Bei diesem Verfahren besteht durch die Spülung (zweimal täglich) ein zusätzlicher Energiebedarf in Höhe von 0,75 kWh je Aufzuchtferkelplatz und Jahr.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Diese Geruchsspitzen sind ausgeprägter, wenn die Spülung ohne Belüftung erfolgt. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Die Verfahrenskomponente außerhalb des Stalles besteht aus einer Anlage für die Gülleseparierung und in einigen Fällen auch für die Belüftung der Flüssigphase, bevor sie als Spülflüssigkeit genutzt werden kann.

Eignung: Der Einsatz dieses Verfahrens hängt in bestehenden Stallungen von der Bauweise des Güllekanals ab. In Verbindung mit Buchten mit zentralem konvexen oder mit geneigten Betonboden und angrenzendem teilperforierten Boden (Abschnitt 4.6.3.5) ist das Verfahren leicht umzusetzen und erfordert nur wenige Umbaumaßnahmen.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten betragen 25 Euro je Schweineplatz. Bei einer 65%igen Reduktionsleistung (von 0,60 auf 0,21 kg NH_3) entspricht dies 74,10 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 4,15 Euro je Tierplatz, entsprechend 10,64 Euro je kg gemindertem NH_3.

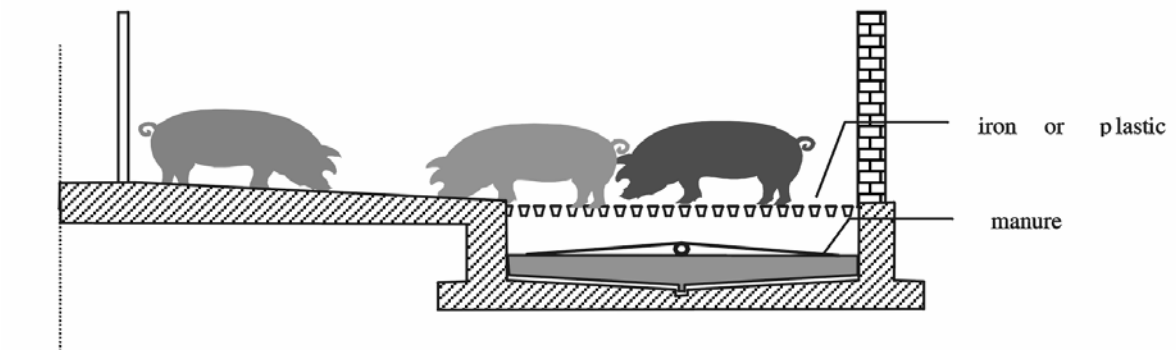
Referenzbetriebe: In den Niederlanden sind etwa 75.000 Aufzuchtferkelplätze mit diesem System ausgerüstet.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.3.8 Buchten mit teilperforiertem Boden und Kotschieber

Beschreibung und Eignung: Siehe Abschnitt 4.6.1.9 und Abb. 4.42. Es können Spalten/Roste aus Eisen oder Kunststoff (nicht aber aus Beton) verwendet werden.

Erzielter Umweltnutzen: Häufiges Entfernen der Gülle aus dem Kanal außerhalb des Gebäudes führt zu einer Emissionsminderung von 40% (0,36 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr [I]) bis zu 70% (0,18 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr [NL, B]). Das für die Spalten/Roste verwendete Material, die Häufigkeit der Entmistung und eine glatte Oberfläche des Kanalbodens tragen zur Reduktion bei, die mit diesem Verfahren erzielt werden kann.



Legende: iron or plastic = Eisen oder Kunststoff, manure = Gülle

Abb. 4.42: Teilperforierter Boden mit Kotschieber [10, Niederlande, 1999]

Medienübergreifende Effekte: Der Einsatz des Kotschiebers verursacht einen Energieverbrauch von ca. 0,15 kWh je Aufzuchtferkelplatz und Jahr.

Betriebstechnische Daten: Abnutzung des oberen Belags des Kanalbodens macht dieses Verfahren im Betrieb anfällig. Es besteht weiterer Forschungsbedarf, um die Funktionssicherheit zu optimieren.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf 68,65 Euro je Aufzuchtferkelplatz. Bei einer 70%igen Reduktionsleistung (0,60 auf 0,18 kg NH_3) entspricht dies 163,5 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 12,30 Euro je Aufzuchtferkelplatz, das entspricht 29,30 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: Eine geringe Anzahl von Plätzen für Aufzuchtferkel (40.000) sind in den Niederlanden nach diesem Verfahren ausgestattet.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

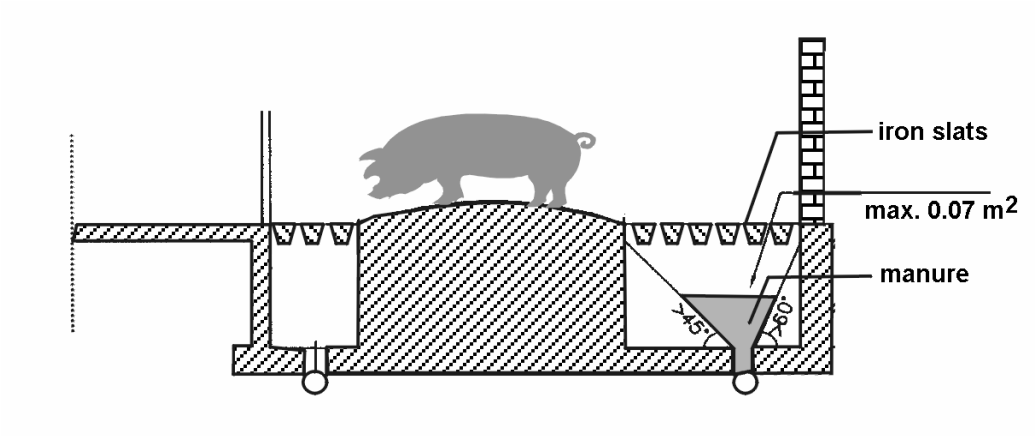
4.6.3.9 Buchten mit teilperforiertem Boden (Dreikantspalten aus Eisen) und Güllekanal mit geneigten Seitenwänden

Beschreibung: Durch Neigung der Seitenwände des Güllekanals wird die Gülleoberfläche verkleinert, wie Abb. 4.43 zeigt. Dies führt wiederum zu einer Minderung der Ammoniakemission. Der praktische Einsatz ist in Buchten mit konvexem Stallboden möglich, bei dem zwei Kanäle vorhanden sind. Der vordere Kanal ist z. T. mit Wasser gefüllt, weil die Schweine den vorderen Bereich normalerweise nicht zum Abkoten nutzen. Es gelangt lediglich vergeudetes Futter in den vorderen Kanal. Das Wasser soll vor allem Fliegen an der Eiablage im Kanal hindern. Der Einsatz des Verfahrens ist auch auf teilperforiertem Boden mit einem planbefestigten, geneigten Betonboden im vorderen Teil der Bucht möglich. Die anfallende Gülle wird häufig über ein Kanalisationssystem beseitigt. Für den perforierten Bodenbereich werden Dreikantspalten aus Eisen verwendet. Die Gülleoberfläche im Güllekanal sollte nicht größer als 0,07 m^2 je Platz sein. Die Oberflächen der geneigten Seitenwände sollten glatt sein, um zu verhindern, dass Kot haften bleibt. Eine geneigte Rückwand ist zwar nicht erforderlich; doch falls eine solche vorhanden ist, sollte ihr Neigungswinkel zwischen 60 und 90° betragen. Die Begrenzungswand zum planbefestigten Betonboden hin sollte zwischen 45 und 90° geneigt sein.

Erzielter Umweltnutzen: Das Zusammenwirken von limitierter Wirtschaftsdüngeroberfläche im Güllekanal, umgehender Güllebeseitigung aus dem perforierten Bodenbereich durch Einsatz von Dreikantspalten aus Eisen und häufiger Gülleentfernung über ein Kanalisationssystem reduziert die Emissionen um 72% (0,17 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr).

Medienübergreifende Effekte: Im Vergleich zum Referenzverfahren entsteht kein zusätzlicher Energiebedarf.

Betriebstechnische Daten: Dieses Verfahren ist mit dem Referenzverfahren vergleichbar.



Legende:
Iron slats = Spalten aus Eisen
manure = Gülle

Abb. 4.43: Konvexer Boden mit angrenzendem perforierten Boden (Dreikantspalten aus Eisen) in Verbindung mit Kanalisation und geneigten Seitenwänden im Güllekanal [10, Niederlande, 1999]

Eignung: Das Verfahren mit geneigter Seitenwand (Seitenwänden) kann mit nur wenigen baulichen Änderungen in bestehenden Stallgebäuden eingesetzt werden.

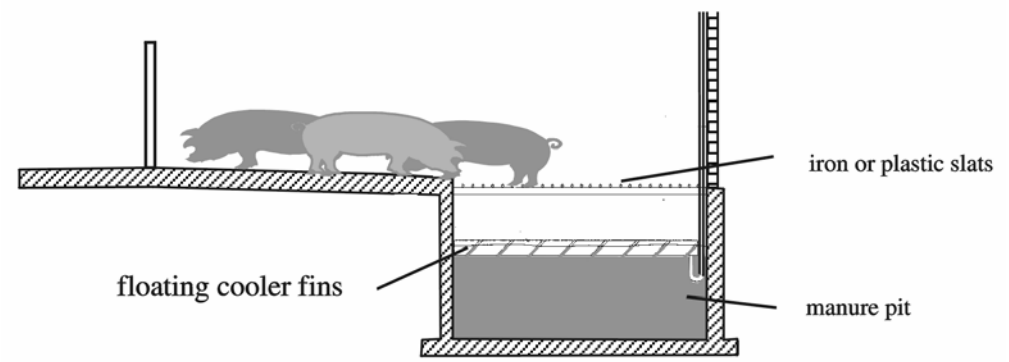
Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten liegen bei 4,55 Euro je Schweineplatz, was bei einer Reduktionsleistung von 72% etwa 10,58 Euro je kg gemindertem NH_3 entspricht. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten belaufen sich auf 0,75 Euro je Schweineplatz, das entspricht 1,74 Euro je kg NH_3.

Referenzbetriebe: Das System wurde erst vor relativ kurzer Zeit entwickelt (1998); derzeit wird es in den Niederlanden bei den meisten Neubauten und Stallumbauten eingesetzt.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.6.3.10 Buchten mit teilperforiertem Boden und Kühlrippen an der Gülleoberfläche

Beschreibung, medienübergreifende Effekte und Eignung: siehe Abschnitt 4.6.1.5.



Legende:
iron or plastic slats = Spalten/Roste aus Eisen oder Kunststoff
floating cooler fins = schwimmende/treibende Kühlrippen
manure pit = Güllegrube

Abb. 4.44: Buchten für Aufzuchtferkel mit teilperforiertem Boden und Kühlung der Gülleoberfläche [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Durch die Kombination von Güllekühlung und teilperforiertem Boden wird die stärkste Emissionsminderung von 75% (0,15 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr [NL, B]) erreicht.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten betragen 24 Euro je Schweineplatz. Bei einer 75%igen Reduktionsleistung, d.h. von 0,6 auf 0,15 kg NH_3, entspricht dies etwa 53,30 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten belaufen sich auf 4,40 Euro je Schweineplatz, entsprechend 9,75 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: Das Verfahren wurde erst vor wenigen Jahren entwickelt; derzeit findet es in den Niederlanden bei vielen Umbauvorhaben und einigen Stallneubauten Anwendung.

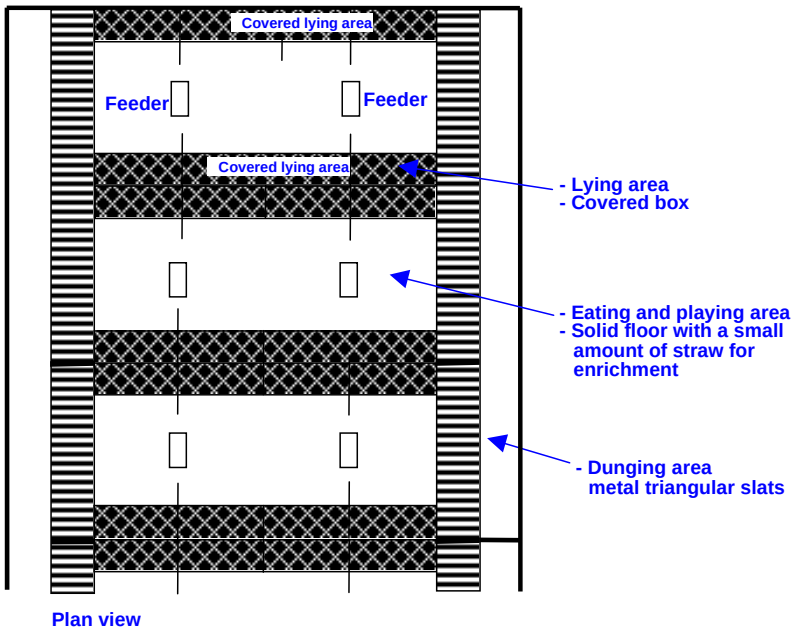
Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999] [37, Bodemkundige Dienst, 1999]

4.6.3.11 Teilperforierter Boden mit überdachten Kisten: das Kistenstall-System

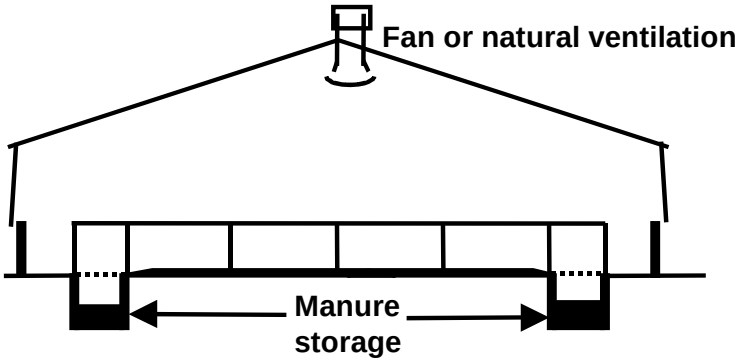
Beschreibung: Im mittleren Bereich befindet sich ein planbefestigter Stallboden mit Fütterungsautomaten. Zur weiteren Ausgestaltung (artgerechte Haltung/Tiergerechtheit) ist der Boden mit einer geringen Menge Stroh eingestreut. An den kurzen Buchtenseiten befinden sich die Abkotbereiche. Der überdachte Liegebereich erstreckt sich entlang der Längsseite. Die emittierende Oberfläche des perforierten Bodens (mit Dreikantspalten aus Metall) beträgt maximal 0,09 m^2 je Tier.

Wegen der überdachten Liegeboxen kann die Stallinnentemperatur niedriger als üblich liegen. Das Verfahren lässt sich auch in Verbindung mit freier Lüftung gut einsetzen.

Verglichen mit dem Referenzverfahren beruht das zur Ammoniakreduzierung führende Funktionsprinzip auf dem kleinen emittierenden Güllekanal. Etwas Stroh als Einstreu auf dem planbefestigten Betonboden in der Stallmitte sorgt dafür, dass der Boden nicht schmutzig wird.



Legende:
Covered lying area = überdachter Liegebereich
Feeder = Futterautomat
Lying area = Liegebereich
Covered box = überdeckte Liegebox
Eating and playing area = Freß- und Spielbereich
Solid floor with a small amount of straw for enrichment = planbefestigter Boden mit etwas Stroheinstreu für das Wohlbefinden der Tiere
Dunging area metal triangular slats = Kotbereich mit perforiertem Boden (Dreikantspalten aus Metall)
Plan view = Draufsicht

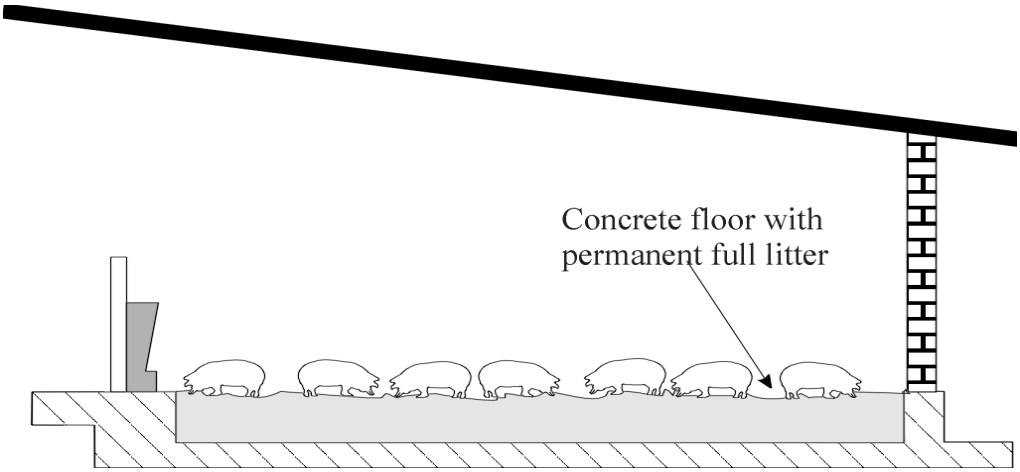


Legende:
Fan or natural ventilation = Zwangsbelüftung- oder freie Lüftung
Manure storage = Güllelagerung

Abb. 4.45: Das Kistenstall-System [187, IMAG-DLO, 2001]

4.6.3.12 Buchten mit planbefestigtem Stallboden und Stroheinstreu: freie Lüftung

Beschreibung: Der planbefestigte Stallboden ist fast vollständig mit Einstreu aus Stroh oder anderem Ligno-Zellulose haltigem Material bedeckt, um den Urin zu absorbieren und den Kot aufzunehmen. Somit entsteht Festmist, der häufig entfernt werden muss, damit die Einstreu nicht zu feucht wird. In kühleren Regionen kann man den Stallbereich auch so aufteilen, dass vollisolierte Kisten oder (beheizte) "Nest"-Bereiche den Aufzuchtferkeln einen Liegebereich mit Zugang zum komplett eingestreuten Kotbereich bieten. Etwas Stroh kommt als Einstreu auch in die Kisten oder Nester. Das System wird für Aufzuchtferkel bis zu einem Lebendgewicht von 25 kg eingesetzt.



Legende: Concrete floor with permanent full litter = Betonboden mit ständiger Volleinstreu

Abb. 4.46: Buchten mit planbefestigtem Betonboden, Stroheinstreu und freier Lüftung [189, Italien/GB, 2002]

Erzielter Umweltnutzen: Die Höhe der Ammoniakemission ist nicht bekannt.

Eignung: Das Verfahren kann in allen neu errichteten Stallungen eingesetzt werden; in bestehenden Anlagen mit planbefestigtem Betonboden könnte es ebenfalls Anwendung finden. Bauliche Einzelheiten können variieren.

Betriebstechnische Daten: Es ist davon auszugehen, dass die Aufzuchtferkel auch in Systemen ohne isolierte Kisten- oder Nestbereiche durch die Einstreu in der Lage sind, ihre Körpertemperatur selbst zu regulieren., so dass kein zusätzlicher Energiebedarf für Heizung entsteht.

Medienübergreifende Effekte: Das System wird aus Gründen des Tierwohls empfohlen. Aus agronomischer Sicht gilt die Erzeugung festen Stalldüngers anstelle von Gülle als Vorteil. Eingearbeitete organische Substanz verbessert die physikalischen Eigenschaften des Bodens; das Versickern oder Oberflächenabfluss von Bodennährstoffen in Wasserläufe wird reduziert.

Falls nicht genug Stroh eingesetzt wird, könnte die Geruchsentwicklung zu einem Problem werden [184, TWG ILF, 2002].

Kosten: Zu erwarten ist, dass die Kapitalinvestitionskosten im selben Bereich wie bei der Referenztechnik liegen. Die Jahresbetriebskosten werden voraussichtlich höher liegen [184, TWG ILF, 2002].

Referenzbetriebe: Die Sartori-Farm (bei Parma) in Italien. Etwa 4% der Aufzuchtferkel in Italien werden in Stallungen mit kompletter Einstreu gehalten. Im Vereinigten Königreich ist das Haltungsverfahren mit Kisten und Nestern (beheizt) in Verbindung mit Einstreu eine gängige Haltungsform, wobei die Aufzuchtferkel im Lebendgewichtsbereich von 7 kg (zum Zeitpunkt des Absetzens) bis 15 oder 20 kg in Gruppen zu 100 Tieren gehalten werden.

Referenzliteratur: [185, Italien, 2001] [189, Italien/GB, 2002]

4.6.4 Systemintegrierte Haltungsverfahren für Mastschweine (Vor- und Endmast)

Eine Auflistung möglicher BVT-Haltungsverfahren für Mastschweine findet sich in Tabelle 4.24. Die meisten dort vorgestellten Alternativen sind in Abschnitt 4.6.1 (Haltungsverfahren für güste und tragende Sauen) bereits näher beschrieben worden.

Referenzverfahren: Für Mastschweine dient ein vollperforierter Boden mit (tiefer) Güllegrube (Übersetzer: siehe Anmerkung S. 188) und einer Emission zwischen 2,35 und 3,0 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr als Referenzverfahren. Italienischen Berichten zufolge liegt der Energiebedarf für Zwangslüftung bei ca. 21,1 kWh je Schweineplatz (Vor- und Endmast) und Jahr [185, Italien, 2001], aus Deutschland vorliegende Angaben bewegen sich im Bereich zwischen 20 und 30 kWh [124, Deutschland, 2001].

Es handelt sich hierbei um das weithin am meisten eingesetzte System, das in Abschnitt 2.3.1.4.1 näher beschrieben ist.

Zur weiteren Beschreibung und den Abbildungen zu den Techniken wird auf die einzelnen Teilabschnitte unter Abschnitt 4.6.1 verwiesen. Im vorliegenden Abschnitt werden lediglich die für jede Technik relevanten Absätze aufgeführt, falls sich das Datenmaterial von dem in Abschnitt 4.6.1 beschriebenen unterscheidet. Das gilt für folgende Techniken:

- Vollperforierter Boden mit Vakuumsystem (Abschnitt 4.6.1.1),
- Vollperforierter Boden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Unterflurkanälen (Abschnitt 4.6.1.2),
- Vollperforierter Boden mit Spülrinnen oder Spülrohren (Abschnitt 4.6.1.3).

Folgende Haltungsverfahren mit teilperforiertem Boden für Vor- und Endmastschweine sind ebenfalls in Abschnitt 4.6.1 näher beschrieben worden:

- Teilperforierter Boden mit verkleinertem Güllekanal (Abschnitt 4.6.1.4),
- Teilperforierter Boden mit Vakuumsystem (Abschnitt 4.6.1.6),
- Teilperforierter Boden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Unterflurkanälen (Abschnitt 4.6.1.7),
- Teilperforierter Boden mit Kotschieber (Abschnitt 4.6.1.9).

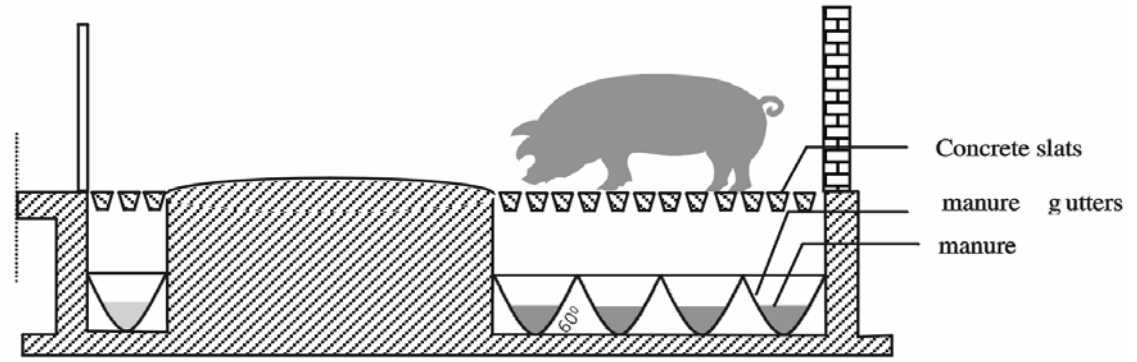
In Deutschland werden Buchten mit teilperforierten Böden aus Metall und mit flachem Güllekanal auf beiden Seiten eines konvexen planbefestigten Bodenbereichs (siehe Abschnitt 4.6.3.6) ebenfalls eingesetzt. Berichten zufolge liegt die hiermit erzielte Ammoniakemissionsminderung mit ca. 3 (2 bis 5) kg NH_3 je Schweineplatz/Jahr nicht unter der des Referenzverfahrens. Die Kosten dieses Verfahrens (planbefestiger Boden mittig oder an einer Seite) bewegen sich ebenfalls in derselben Größenordnung.

Abschnitt	Haltungsverfahren		NH_3-Minderung (%)		Energieeinsatz (kWh/Schweine-platz/Jahr)
	Mastschweine in Gruppenhaltung auf vollperforiertem Boden, Zwangslüftung und Unterflur-Güllegrube **(Referenzverfahren)**		2,39 (DK) – 3,0 (I) und 4,2 (NL) kg NH_3/ Mastschweineplatz/Jahr		21,1 (I) 20 – 30 (D)
4.6.1.1	VPB mit Vakuumsystem		25		wie Referenz oder weniger
4.6.1.2	VPB mit Spülkanälen	keine Belüftung	30		22,8 [1)]
		Belüftung	55		40,3 [1)]
4.6.1.3	VPB mit Spülrinnen/Spülrohren	keine Belüftung	40		18,5 [1)]
		Belüftung	55		32,4 [1)]
4.6.1.4	TPB mit verkleinertem Güllekanal		20 – 33		wie Referenz
4.6.4.4	TPB mit Kühlrippen an der Gülleoberfläche	Betonspalten/Roste	50		höher als Referenz
		Metallspalten/Roste	60		höher als Referenz
4.6.1.6	TPB mit Vakuumsystem	Betonspalten/Roste	25		wie Referenz
		Metalls/Roste	35		wie Referenz
4.6.1.7	TPB mit Spülkanälen	ohne Belüftung	50		21,7 [1)]
		mit Belüftung	60		38,5 [1)]
4.6.4.1	TPB mit Spülrinnen/Spülrohren	ohne Belüftung	Beton-Spaltenrosten	60	14,4 [1)]
			Metall-Spaltenrosten	65	14,4 [1)]
		mit Belüftung	70		30 [1)]
4.6.4.2	TPB, Güllekanal mit geneigten Seitenwänden	Betonspalten/Roste	60		wie Referenz
		Metallspalten/Roste	66		wie Referenz
4.6.4.3	TPB, Güllekanal mit geneigten Seitenwänden und Vakuumsystem	Betonspalten/Roste	60		wie Referenz
		Metallspalten/Rroste	66		wie Referenz
4.6.1.9	TPB mit Kotschieber	Betonspalten/Roste	40		höher als Referenz
		Metallspalten/Roste	50		höher als Referenz
4.6.4.5	TPB mit eingestreutem Außenbereich		30		12,6[1)]
4.6.4.6	TPB (Dreikantroste/spalten) und Kisten		36		weit unter Referenz
4.6.4.7	PBB, volleingestreuter planbefestigter Betonboden, Offenfrontstall		- 33[2)]		weit unter Referenz
4.6.4.8	PBB + EK (externer Kotgang mit Einstreu)		20 – 30		2,43
1) nur für Entmistung (da kein Einsatz von Zwangslüftung) 2) *eine* negative *Reduktion* bedeutet höhere Emissionen					

Tabelle 4.24: Leistungsdaten systemintegrierter Haltungstechniken von Neuanlagen für Mastschweine

4.6.4.1 Teilperforierter Boden mit Spülrinnen oder Spülrohren (TPB Spülrinnen)

Beschreibung (s. auch Abschnitt 4.6.1.8): Schmale Güllekanäle reduzieren die Gülleoberfläche, was die Ammoniakemission senkt. Das Verfahren kann bei Buchten mit konvexem Stallboden eingesetzt werden, der die beiden Güllekanäle voneinander trennt. Eine Anwendung ist auch in Buchten mit teilperforiertem Boden (mit geneigtem planbefestigtem Betonboden an der Vorderseite der Bucht) möglich. Ein Spülsystem sorgt für häufige Gülleentfernung (ein- bis zweimal täglich). Die Dreikantspalten sind aus Eisen oder Beton. Der Güllekanal ist mindestens 1,10 m breit. Die Seitenwände der Güllerinnen sollten um 60° geneigt sein; die Spülung erfolgt mit der Flüssigphase der Gülle, entweder frisch oder belüftet.



Legende:
Concrete slats = Betonspalten
manure gutters = Güllerinnen
manure = Güllle

Abb. 4.47: Konvexer planbefestigter Boden und perforierter Betonboden (oder Dreikantroste aus Eisen) in Kombination mit einem Spülrinnensystem [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Begrenzung der Gülleoberfläche im Güllekanal, täglich zweimalige Güllebeseitigung durch Spülung, und schnelle Kotentfernung aus dem Spaltenbereich durch Einsatz von Dreikantrosten/spalten führt insgesamt zu einer 60 - 65%igen Emissionsminderung. Bei Spülung mit belüfteter Gülleflüssigphase wird sogar eine 70%ige Minderung erreicht.

Das vorliegende Informationsmaterial enthält unterschiedliche Minderungswerte:

- 0,9 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr (I) auf Betonspalten, Spülung mit belüfteter Gülle,
- 1,0 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr (NL, B) auf perforierten Böden aus Metall (Dreikantspalten), Spülung mit frischer Gülle,
- 1,2 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr (NL, B, I) auf Betonspalten, Spülung mit frischer Gülle.

Medienübergreifende Effekte: Energieverbrauchswerte belaufen sich auf

- 1 – 1,5 kWh je Schweineplatz und Jahr für Spülung,
- 5,1 kWh je Schweineplatz und Jahr für Abtrennung der Flüssigphase,
- 7,2 kWh je Schweineplatz und Jahr für Belüftung.

Ohne Zwangslüftung, wie z.B. in Italien, liegt der Gesamtenergiebedarf dieses Verfahrens unter dem des vollperforierten Bodens mit Zwangslüftung.

Belastungsspitzen von Geruchsemissionen, die auf den Spülvorgang zurückzuführen sind, können bei Anwohnern in Betriebsnähe zu Belästigungen führen. Diese Geruchsspitzen sind ausgeprägter, wenn die Spülung ohne Belüftung erfolgt. Es muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Gesamtbelastung (d.h. beim Einsatz eines „Nicht-Spülverfahrens“) oder ob Belastungsspitzen wichtiger sind [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Der Einsatz dieses Verfahrens erfordert eine Anlage (Behälter), um die Flüssigphase der Gülle abzutrennen, bevor diese als Spülflüssigkeit eingesetzt oder weiterbehandelt werden kann.

Eignung: Das Verfahren mit Spülrinnen kann in neuen Anlagen angewendet werden. In bestehenden Stallgebäuden entscheidet die Bauweise des Güllekanals über die Frage, ob dieses Verfahren umgesetzt werden kann oder nicht.

Kosten: Beim Einsatz dieses Verfahrens in Verbindung mit Spalten/Rosten aus Beton ist Berichten zufolge mit variablen, aber signifikanten Kosten zu rechnen. Niederländischen Daten zufolge liegen die zusätzlichen Investitionskosten bei 59 Euro je Schweineplatz, was bei einer Reduktionsleistung von 60% in etwa 32,77 Euro je kg gemindertem NH_3 resultiert. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten schlagen mit 9,45 Euro zu Buche, dies entspricht 5,25 Euro je kg gemindertem NH_3. Datenmaterial aus Italien demgegenüber weist negative Kosten im Vergleich zum Referenzverfahren aus, mit anderen Worten einer Kosteneinsparung in Höhe von 2,96 Euro je kg gemindertem NH_3.

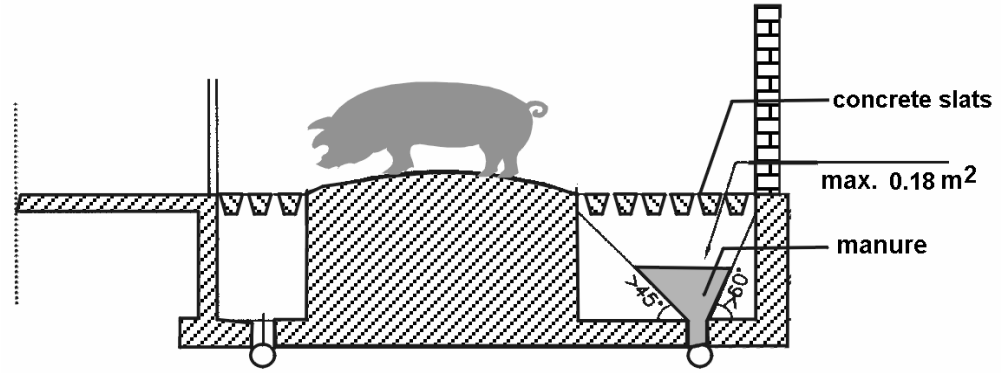
Die Kosten für eine praktische Umsetzung des Verfahrens mit Dreikantrosten aus Metall liegen den Berichten zufolge etwas höher als bei Rosten/Spalten aus Beton, sind aber verbunden mit einer höheren prozentualen Reduktionsleistung. Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf 79 Euro je Schweineplatz, was bei 65%iger Reduktionsleistung 40 Euro je kg NH_3 entspricht. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 12,50 Euro je Schweineplatz, das sind 6,25 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: Beispiele für die praktische Anwendung des Verfahrens finden sich in Italien und in den Niederlanden (ca. 50.000 Mastschweineplätze). Das Verfahren ist erst Anfang 1999 für die Mastschweinehaltung entwickelt worden.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [59, Italien, 1999], [185, Italien, 2001].

4.6.4.2 Buchten mit teilperforiertem Boden und Güllekanal mit geneigten Seitenwänden

Beschreibung: Eine geneigte Seitenwand (oder geneigte Seitenwände) des Güllekanals verkleinert die Wirtschaftsdünger/Gülleoberfläche, was eine Minderung der Ammoniakemissionen bewirkt. Der praktische Einsatz ist in Buchten mit konvexem Stallboden möglich, der die beiden Güllekanäle voneinander trennt. Der vordere Kanal ist z.T. mit Wasser gefüllt, weil sich die Schweine zum Abkoten dort normalerweise nicht aufhalten. Es gelangt nur vergeudetes Futter in den vorderen Kanal; das Wasser soll vor allem Fliegen daran hindern, im Kanal zu brüten. Der Einsatz des Verfahrens ist auch auf teilperforiertem Boden mit geneigtem, planbefestigtem Betonboden an der Vorderseite der Bucht möglich. Die anfallende Gülle wird häufig über ein Kanalisationssystem beseitigt. Der Güllekanal ist mindestens 1,10 m breit; die Wirtschaftsdünger /Gülleoberfläche im Güllekanal sollte nicht größer als 0,18 m^2 je Schweineplatz sein. Die Oberfläche der geneigten Wand (bzw. Wände) sollte glatt sein, um zu verhindern, dass Kot haften bleibt. Eine geneigte Rückwand ist zwar nicht erforderlich; doch falls eine solche vorhanden ist, sollte ihr Neigungswinkel zwischen 60 und 90° liegen. Die Begrenzungswand zum planbefestigten Betonboden hin sollte zwischen 45 und 90° geneigt sein. Die Spalten/Roste sind auch Beton.



Legende:
concrete slats = Betonspaltenboden
manure = Gülle

Abb. 4.48: Konvexer Boden mit angrenzendem teilperforierten Boden aus Beton und geneigten Seitenwänden im Güllekanal [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Das Zusammenwirken limitierten Gülleoberfläche im Güllekanal und häufiger Gülleentfernung über das Kanalisationssystem reduziert die Emissionen mit Betonspalten um 60% (1,2 kg NH_3 je Platz und Jahr) und um 66% (1,0 kg NH_3 je Platz und Jahr), wenn Dreikantspalten aus Eisen verwendet werden.

Medienübergreifende Effekte: Es entsteht kein zusätzlicher Energiebedarf.

Betriebstechnische Daten: Dieses Verfahren ist dem Referenzverfahren vergleichbar.

Eignung: Das Verfahren mit geneigten Seitenwänden kann in Stallneubauten eingesetzt werden. In bestehenden Ställen hängt die Eignung von der Bauweise des vorhandenen Güllekanals ab. Um das Verfahren in die Praxis umzusetzen, bedarf es lediglich weniger Umbaumaßnahmen und kaum einer Veränderung in der Management- oder Haltungspraxis.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten betragen 3,00 Euro je Schweineplatz. Bei einer 60%igen Reduktionsleistung (d.h. von 3,0 auf 1,2 kg NH_3) entspricht dies etwa 1,65 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten belaufen sich auf 0,50 Euro je Schweineplatz, entsprechend 0,28 Euro je kg gemindertem NH_3. Für das System mit Spalten/Rosten aus Eisen gestalten sich die Kosten etwas anders: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich auf 23 Euro je Schweineplatz, was bei einer 65%igen Reduktionsleistung ca. 12 Euro je kg gemindertem NH_3 bedeutet. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 15 Euro je Schweineplatz, dies entspricht 2,70 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzbetriebe: Das Verfahren mit Dreikantspalten/rosten aus Eisen wurde Mitte der 90er Jahre entwickelt und wird seither in den Niederlanden bei vielen Stallneubauten und Umbauvorhaben eingesetzt.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.6.4.3 Teilperforierter Boden mit verkleinertem Güllekanal, geneigten Seitenwänden und Vakuumsystem

Beschreibung: Nähere Beschreibungen des Verfahrens mit geneigten Seitenwänden sowie des Vakuumsystems finden sich in den Abschnitten 4.6.4.2 bzw. 4.6.1.1. Eine Kombination der positiven Effekte beider Techniken resultiert im TPB mit verkleinerter Güllegrube, geneigten Seitenwänden und Vakuumverfahren. Die Gülleoberfläche sollte 0,18 m^2 je Schweineplatz nicht übersteigen.

Erzielter Umweltnutzen: Begrenzung der Wirtschaftsdünger/Gülleoberfläche im Güllekanal und häufige Güllebeseitigung durch das Vakuumsystem könnten bei Spalten/Rosten aus Beton die Emission um schätzungsweise 60% und bei Dreikantspalten aus Eisen um 66% reduzieren.

Medienübergreifende Effekte: Da das Verfahren manuell betrieben wird, entfällt zusätzlicher Energiebedarf. Man geht davon aus, dass Aerosole, die sich während der Gülleableitung entwickeln, durch das beim Öffnen der Ventile entstehende Vakuum entfernt werden.

Betriebstechnische Daten: Dieses Verfahren ist dem Referenzverfahren vergleichbar.

Eignung: Das Verfahren mit geneigten Seitenwänden kann in Stallneubauten eingesetzt werden; in bestehenden Ställen hängt die Eignung von der Bauweise des vorhandenen Güllekanals ab. Um das Verfahren in die Praxis umzusetzen, bedarf es nur weniger Umbaumaßnahmen und kaum einer Veränderung in der Management- oder Haltungspraxis.

Kosten: Die zusätzlichen Investitionskosten betragen 3,00 Euro je Schweineplatz, die zusätzlichen Jahresbetriebskosten 0,50 Euro je Schweineplatz. Das zusätzliche Vakuumsystem kann zusätzliche Kosten verursachen. Für das Verfahren mit Spalten aus Eisen gestalten sich die Kosten etwas anders: Die zusätzlichen Investitionskosten belaufen sich hier auf 23 Euro je Schweineplatz.

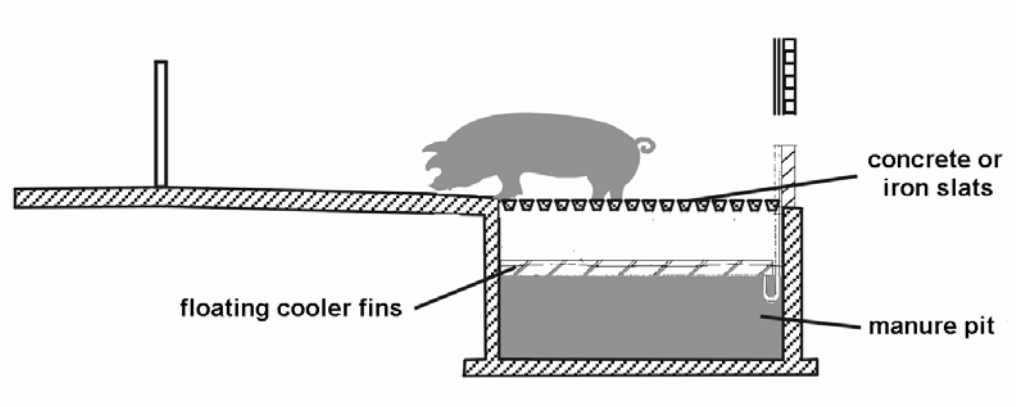
Referenzbetriebe: Diese Technik-Kombination ist bisher noch nicht in die Praxis umgesetzt worden.

Referenzliteratur: [185, Italien, 2001],[10, Niederlande, 1999], [184, TWG ILF, 2002]

4.6.4.4 Teilperforierter Boden mit Kühlrippen an der Gülleoberfläche

Beschreibung, medienübergreifende Effekte und Eignung: siehe Abschnitt 4.6.1.5.

Außerdem wird das Verfahren auch in Verbindung mit Dreikantspalten aus Eisen statt aus Beton eingesetzt [186 DK/NL, 2002].



Legende:
iron or plastic slats = Spalten/Roste aus Eisen oder Kunststoff
floating cooler fins = aufschwimmende Kühlrippen
manure pit = Güllekanal

Abb. 4.49: Mastschweinebucht mit teilperforiertem Boden (Betonspalten oder Dreikantspalten aus Eisen) und Kühlung der Gülleoberfläche [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen: Das kalte Wasser, das durch die Kühlrippen an der Gülleoberfläche fließt, reduziert die Ammoniakverflüchtigung um einen ähnlichen Prozentsatz wie das vorherige Verfahren, also um 50 - 60%, je nach Material und Art der verwendeten Spalten (1,2 bis 1,5 kg NH_3 je Platz und Jahr).

Kosten:

mit Betonspalten: Die zusätzlichen Investitionskosten betragen 30,40 Euro je Schweineplatz. Bei 50%iger Reduktionsleistung (d.h. von 3,0 auf 1,5 kg NH_3) entspricht dies 20 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten belaufen sich auf 5,50 Euro je Schweineplatz, entsprechend 3,65 Euro je kg gemindertem NH_3.

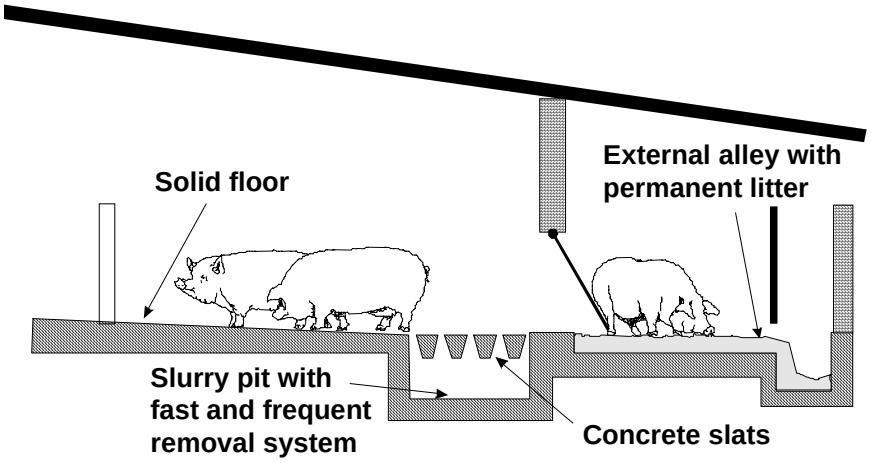
mit Spalten aus Eisen: Die zusätzlichen Investitionskosten wurden für diese Variante auf 43 Euro je Platz berechnet. Bei einer 60%igen Reduktionsleistung entspricht dies 24 Euro je kg gemindertem NH_3. Die zusätzlichen Jahresbetriebskosten liegen bei 8 Euro je Schweineplatz oder 4,50 Euro je kg gemindertem NH_3.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999], [186, DK/NL, 2002]

4.6.4.5 Teilperforierter Boden mit schneller Gülleentfernung und außen liegendem, eingestreutem Kotgang (TPB+EA Einstreu)

Beschreibung: Neben dem teilperforierten Boden wird ein außen liegender Kotgang mit Einstreu eingesetzt (Abb. 4.50). Über dem innen liegenden Güllekanal können die Tiere abkoten, wenn ihre dominanteren Stallgenossen den äußeren Gang bereits besetzen. Die sich im Kanal sammelnde Gülle wird über eines der zuvor beschriebenen Entmistungsverfahren abgeführt.

Erzielter Umweltnutzen: Es wird eine Minderung der Emissionen auf 2,1 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr erreicht, was etwa 30% des Wertes mit vollperforiertem Boden entspricht.



Legende
Solid floor = planbefestigter Stallboden
External alley with permanent litter = ständig eingestreuter Außengang
Slurry pit with fast and frequent removal system = Güllekanalmit schneller und häufiger Entleerung
Concrete slats = Betonspalten

Abb. 4.50: Teilperforierter Boden mit schneller Gülleentfernung und außen liegendem, eingestreutem Kotgang [185, Italien, 2001]

Medienübergreifende Effekte: Die Gülleableitung aus dem Güllekanal unterhalb des perforierten Bereichs und die Entmistung des externen Kotgangs erfordern Energie. Für die (gesamte) Entmistung beläuft sich der Energiebedarf auf schätzungsweise 16,2 kWh je Schweineplatz und Jahr. Insgesamt liegt der Energieverbrauch unter dem des Referenzverfahrens, weil keine Zwangslüftung zum Einsatz kommt [184, TWG ILF 2002].

In Italien, wo Tiere mit hohem Schlachtgewicht erzeugt werden, gilt Einstreu in allen Funktionsbereichen nicht als allgemein übliche Praxis, weil hier normalerweise Flüssigfutter verabreicht wird und die Einstreu dadurch binnen sehr kurzer Zeit zu nass würde. Durch Beschränkung der Einstreu auf den Außengang vermeidet man diesen Negativeffekt und produziert weiterhin Festmist, der auf die Ackerflächen ausgebracht wird und sich dort günstig auf die Bodenstruktur auswirkt.

Wenn nicht genug Einstreu eingesetzt wird, könnte Geruchsentwicklung zu einem Problem werden [184, TWG ILF, 2002].

Kosten: Schätzungen zufolge sind die Investitionskosten für Stallneubauten denen des Referenzverfahrens gleichzusetzen. Die Jahresbetriebskosten liegen demnach etwas höher. Wenn nachgerüstet wird, sind jedoch sehr viel höhere Kosten zu erwarten als beim Referenzverfahrens [184, TWG ILF, 2002].

Referenzliteratur: [59, Italien, 1999], [185, Italien, 2001]

4.6.4.6 Teilperforierter Boden mit überdachten Kisten: das Kistenstall-Verfahren

Beschreibung, medienübergreifende Effekte und Kosten: siehe Abschnitt 4.6.3.11.

Außerdem unterscheidet sich das Verfahren von dem für Aufzuchtferkel eingesetzten nur durch die emittierende Oberfläche des perforierten Bodenbereichs (Dreikantspalten aus Metall), der sich bei Mastschweinen bis zu einem gewicht von 50 kg auf max. 0,14 m^2 und bei Tieren über 50 kg auf max. 0,29 m^2 beläuft. Wegen der niedrigen Stalltemperatur kommt dieses Verfahren mit niedrigem Energieeinsatz aus.

Erzielter Umweltnutzen: Die Ammoniakemissionen werden im Vergleich zum Referenzverfahren um 36% gesenkt; die verbleibende Ammoniakemission beträgt 1,9 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr.

Referenzliteratur: [187, IMAG-DLO, 2001]

4.6.4.7 Planbefestigter Betonboden mit Einstreu und Außenklima

Beschreibung: Die Schweine stehen in einer großen Bucht oder in zwei kleineren Buchten mit einem zentralen Futter- und Kontrollgang. Der frei gelüftete Stall hat eine offene Front. Stroh steht den Tieren im Übermaß zur Verfügung und bietet Schutz vor Niedrigsttemperaturen. Der Kot (mit Stroh vermischt) wird nach jedem Durchgang als Trockenmist mit einem Frontlader aus dem Stall entfernt.

Erzielter Umweltnutzen: Die Ammoniakemission ist dem des Referenzverfahrens (mit vollperforiertem Boden) entweder vergleichbar oder um 33% höher (3 bis 4 kg NH_3 je Schweineplatz und Jahr).

Medienübergreifende Effekte: Energiebedarf für Lüftung besteht nicht. Wenn genug Stroh eingesetzt wird, ist die Geruchsentwicklung in direkter Stallumgebung gering. Mit dem Kot-/Strohgemisch entsteht ein gut strukturierter Wirtschaftsdünger.

Bei diesem Haltungsverfahren kann es zur Bildung großer Haufen im Kotbereich kommen, die weder für das Stallklima noch für die Emission nach außen günstig sind.

Betriebstechnische Daten: Das Verfahren ist deutlich arbeitsaufwändiger. Einstreuen und Entmistung können aber effizient mechanisiert werden. An Einstreu werden etwa 1,2 kg Stroh je Schwein und Tag benötigt. Das Verfahren hat hohen Platzbedarf, erfordert im Sommer aber freie Betonflächen an den Futterstellen, damit die Tiere sich abkühlen können. In Regionen mit heißerem Klima wird nicht komplett eingestreut.

Kosten: Im Vergleich zum Referenzverfahren liegen die zusätzlichen Betriebskosten bei ca. 8 Euro je Schweineplatz und Jahr, wobei dieser Betrag jedoch von Einstreukosten abhängt. Die Kapitalinvestition für den Stall liegt weit unter der des Referenzverfahrens.

Referenzbetriebe: Derzeit nicht weit verbreitet, wird das Verfahren auf einigen Betrieben (z.B. Deutschland und GB) eingesetzt, was sich bei der zunehmenden Bedeutung der artgerechten Haltung jedoch ändern könnte.

Referenzliteratur: Fact Sheets (Faktenbl., Modell 6) in [124, Deutschland, 2001].

4.6.4.8 Planbefestigter Betonboden mit außen liegendem, eingestreutem Kotgang (PBB + EK Einstreu)

Beschreibung: Siehe hierzu auch Abbildung 2.28. Durch ein kleines Tor können die Tiere ins Freie zum Abkoten in den außen liegenden Gang mit planbefestigtem Betonboden gehen, der mit Stroh (0,3 kg je Schwein und Tag) eingestreut wird und geringfügig (4°) zur Kotrinne mit Schieber hin geneigt ist. Wenn sich die Tiere im Außengang bewegen, treten sie dabei das Stroh mit dem Kot in den seitlichen Kanal. Der gesamte Kot gelangt in den Kanal, wird eine Stufe tiefer und schließlich auf ein Kotband (einmal täglich) geschoben. Der seitliche Kotkanal ist so abgesperrt, dass der Schlamm (Übersetzer: feuchter Mistschlamm) ohne weiteres passieren kann.

Der Kotschieber befördert den Schlamm (3 bis 7 kg Trockensubstanz je Schwein und Tag) zu einem Festmisthaufen. Dabei wird der Schlamm entlang eines Kanals geschoben, dessen Boden direkt vor dem Anstieg zum Haufen perforiert ist, so dass der größte Teil der Flüssigkeit ablaufen kann. Zudem befindet sich unterhalb des Haufens ein Drainagesystem, wo die Flüssigkeit (ca. 0,5 - 2 l je Schwein und Tag) in einem geeigneten Lagerbehälter gesammelt wird.

Erzielter Umweltnutzen: Im Vergleich zum Verfahren mit vollperforiertem Boden wird eine Ammoniakemissionsminderung von 20 bis 30% erzielt.

Medienübergreifende Effekte: Wenn die Verfahrenstechnik in einem Stall mit 450 Schweinen 0,5 Std. pro Tag läuft, liegt der Energieverbrauch bei ca. 6 kWh.

In der auf hohes Schlachtgewicht ausgerichteten italienischen Schweinemast wird Einstreu auf dem festen Boden im Stallinnern nicht empfohlen, weil hier normalerweise Flüssigfutter verabreicht wird und die Einstreu

dadurch binnen sehr kurzer Zeit zu nass würde. Durch Beschränkung der Einstreu auf den Außengang verhindert man diesen Negativeffekt und hält gleichzeitig an der Erzeugung von Festmist fest. Dieser wird auf die Ackerflächen ausgebracht und wirkt sich dort günstig auf die Bodenstruktur aus. Wenn nicht genug Stroh eingesetzt wird, könnte Geruchsentwicklung zu einem Problem werden [184, TWG ILF, 2002].

Betriebstechnische Daten: Es wird mit freier, manuell gesteuerter Lüftung sowie automatischer (Phasen-) Fütterung und Trinkwasserversorgung gearbeitet. Heizungsbedarf besteht nicht.

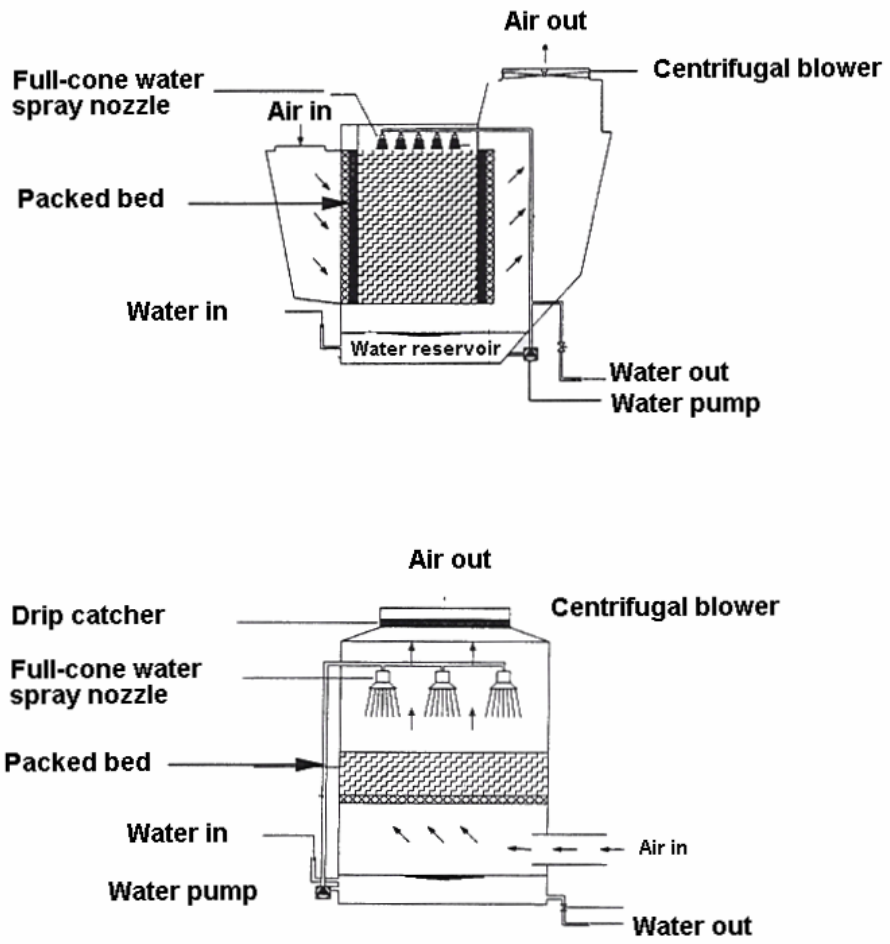
Kosten: Schätzungen zufolge sind die Investitionskosten bei Stallneubauten gleich denen des Referenzverfahrens, während sich die Betriebskosten, ebenfalls im Vergleich zum Referenzverfahren, im Bereich zwischen zusätzlich 6 Euro je Schwein und Jahr und Kosteneinsparungen von 1,09 Euro pro Schwein und Jahr bewegen. [184, TWG ILK, 2002].

Referenzliteratur: [185, Italien, 2001]

4.6.5 End-of-Pipe-Maßnahmen zur Reduktion von luftgetragenen Emissionen der Schweinehaltung

4.6.5.1 Biowäscher

Beschreibung: Bei diesem Verfahren wird die gesamte Abluft aus den Buchten durch einen Biofilter geführt. Ein Biofilm, der sich auf der Oberfläche der Füllkörper gebildet hat, absorbiert den Ammoniak, der seinerseits durch Mikroorganismen abgebaut wird. Zirkulierendes Wasser hält den Biofilm feucht und stellt Nährstoffe für die Mikroorganismen bereit.



Legende:
Air out = Luftaustritt
Full-cone water spray nozzle = Kegelstrahlprühdüse
Air in = Lufteintritt
Centrifugal blower = Zentrifugalgebläse
Packed bed = Füllkörper
Water in = Wassereintritt
Water reservoir = Wasservorratsbehälter
Water out = Wasseraustritt
Water pump = Wasserpumpe
Drip catcher = Tropfenfänger

Abb. 4.51: Schematische Darstellung zweier Bioswäscher -Verfahren [10, Niederlande, 1999]

Erzielter Umweltnutzen und Kosten: Siehe Zusammenfassung in Tabelle 4.25.

Medienübergreifende Effekte: Der Betrieb eines Biowäschers steigert den Wasserverbrauch um etwa 1 m^3 je Schweineplatz und Jahr. Außerdem entsteht zusätzliches Abwasser, das entsorgt werden muss, was den praktischen Einsatz limitieren kann. Der zusätzliche Energieverbrauch beläuft sich auf 35 kWh je Schweineplatz. Bei Aufzuchtferkeln ist der zusätzliche Energiebedarf Berichten zufolge mit circa 8 kWh je Tierplatz niedriger.

Durch Abluftreinigung kann sich der Luftwiderstand in Zwangslüftungssystemen erheblich steigen. Um die erforderlichen Lüftungsraten vor allem im Sommer sicherzustellen, könnten leistungsfähigere Ventilatoren mit höherem spezifischem Energiebedarf erforderlich sein. Hinzu kommt, dass elektrische Energie auch für den Pumpenbetrieb benötigt wird, um die Wasserzirkulation in den Biowäschern und die Befeuchtung der Füllkörper zu gewährleisten.

Leistungsdaten Biowäscher	Tierkategorie (Schweine)			
	Leere/tragende Sauen	säugende Sauen	Aufzuchtferkel	Mast-schweine
Emissionsminderung (%)	70 (50 – 90)	70 (50 – 90)	70 (50 – 90)	70 (50 – 90)
Zusätzliche Investitionskosten (EZR/Tierplatz)	111,35	111,35	10	49
Zusätzliche Investitionskosten (EUR/kg NH_3)	38,4	19,2	23,8	22,25
Zusätzliche Jahresbetriebskosten (EUR/Tierplatz)	16,7	32,75	3,35	16,7
Zusätzliche Minderungskosten pro Jahr (EUR/kg NH_3)	5,50	5,61	5,58	8,9
Referenzbetriebe (Tierplätze)	1000	k. A.	k. A.	100.000 (NL)
Anmerkung: Der Kostenkalkulation liegt eine 70%ige Emissions-Minderung zugrunde; k.A. = keine Angaben				

Tabelle 4.25: Zusammenfassung der erzielten Ammoniakemissionsminderung und der Kosten eines Biowäschers für unterschiedliche Tierkategorien in der Schweinehaltung

Eignung: Dieses Verfahren kann als Zusatzeinrichtung ohne weiteres bei jedem Stallneubau eingesetzt werden, oder auch beim Umbau bestehender Ställe, in denen bereits mit Unterdruckzwangslüftung gearbeitet wird. Größe und Bauweise der Buchten sind für die praktische Umsetzung ohne Belang. Bauliche Veränderungen im Stallinnern sind ebenfalls nicht nötig. In freigelüfteten Schweineställen kann dieses Verfahren ohne Kanalisierung des Luftstroms jedoch nicht eingesetzt werden, und wird daher typischerweise in zwangsgelüfteten Ställen (mit Unterdruckverfahren) verwendet. Wo mit höherem Staubaufkommen zu rechnen ist (Stroheinstreu) könnte ein Staubfilter nötig sein, der aber zu einem höheren Druck im Lüftungssystem und damit zu höherem Energieverbrauch führt.

Referenzbetriebe: Das System wurde erst vor wenigen Jahren in den Niederlanden entwickelt, wo es heute bei einigen Umbauvorhaben eingesetzt wird.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.6.5.2 Chemischer Nasswäscher

Beschreibung: Die gesamte Abluft der Bucht wird durch den Nasswäscher geführt. Dort wird eine säurehaltige Reinigungsflüssigkeit umgepumpt, die bei Kontakt mit der eintretenden Abluft Ammoniak absorbiert, so dass saubere Luft die Anlage verlässt. In den meisten Fällen wird verdünnte Schwefelsäure verwendet, Salzsäure kann aber auch eingesetzt werden.

Funktionsprinzip: Ammoniakabsorption: $2\ NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2\ NH_4^+ + SO_4^{2-}$
(siehe auch Abb. 4.15)

Erzielter Umweltnutzen und Kosten: Siehe Tabelle 4.26.

Medienübergreifende Effekte: Je nach verwendetem Säuretyp enthält die Restflüssigkeit des Nasswäschers höhere Sulfat- oder Chloridwerte. Diese Flüssigkeit muss entsorgt werden, was den Einsatz dieser Technik möglicherweise limitieren könnte. Verglichen mit dem zuvor beschriebenen Abluftreinigungsverfahren liegt der Energieverbrauch bei diesem System höher, wobei die Werte wiederum von einer Tierkategorie zur anderen variieren.

Leistungsdaten Chemischer Nasswäscher	Tierkategorie (Schweine)			
	Leere/ tragende Sauen	Säugende Sauen	Aufzuchtferkel	Mast-schweine
Maximale Emissionsminderung (%)	90	90	90	90
Zusätzliche Investitionskosten (EUR/Tierplatz)	62,75	83,65	9	43
Zusätzliche Investitionskosten (EUR/kg NH_3)	16,5	11,15	16,65	15,95
Zusätzliche Jahresbetriebskosten (EUR/Tierplatz)	25,05	28	3	14
Zusätzliche Minderungskosten pro Jahr (EUR/kg NH_3)	6,96	3,89	3,56	5,19
Zusätzliche Energiebedarf (kWh/Schweineplatz)	52,5	100	10	55
Referenzbetriebe (Tierplätze)	2.000	k. A.	k. A.	100.000 (NL)
Anmerkung: Der Kostenkalkulation liegt eine 90%ige Emissionsminderung zugrunde; k.A. = keine Angaben				

Tabelle 4.26: Zusammenfassung der erzielten Ammoniakemissionsminderung und der Kosten eines chemischen Nasswäschers für unterschiedliche Tierkategorien in der Schweinehaltung

Eignung: Dieses Verfahre kann als Zusatzeinrichtung ohne weiteres bei jedem Stallneubau eingesetzt werden, oder auch beim Umbau bestehender Ställe, in denen bereits mit Unterdruckzwangslüftung gearbeitet wird. Größe und Bauweise der Buchten sind für die praktische Umsetzung ohne Belang. Bauliche Veränderungen in bestehenden Ställen sind ebenfalls nicht nötig. In frei gelüfteten Schweineställen kann dieses Verfahren ohne vorherige Kanalisierung des Luftstroms jedoch nicht eingesetzt werden. Es wird typischerweise in zwangsgelüfteten Ställen (Unterdruckverfahren) verwendet.

Referenzbetriebe: Das Verfahren wurde erst vor wenigen Jahren in den Niederlanden entwickelt, wo es heute bei einigen Umbauvorhaben eingesetzt wird.

Referenzliteratur: [10, Niederlande, 1999]

4.7 Techniken zur Minderung von Geruchsstoffen/-belästigung

Bisherige Untersuchungen weisen darauf hin, dass eine proteinarme Fütterung die Emission sowohl von Ammoniak als auch von Geruchsstoffen verringert. Geruchsstoffe können durch eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten reduziert werden, wie z.B.:

- Gute Stallführung
- Wirtschaftsdüngerlagerung außerhalb mit einer Abdeckung
- Vermeidung von Luftströmung über dem Wirtschaftsdünger.

Vor dem Hintergrund möglicher Geruchsbelästigung wurden für die Ausbringung (Anm.: von Wirtschaftsdüngern) geeignete Zeiten identifiziert und Techniken entwickelt. Einige weitere Techniken zur Reduzierung von Geruchsstoffen im Nahbereich landwirtschaftlicher Betriebe werden bei Haltungsverfahren mit zwangsbelüfteten Ställen eingesetzt. Allerdings könnten technische Eignung, medienübergreifende Effekte und Kosten eine verbreitete Nutzung folgender Techniken einschränken:

- Luftwäscher - siehe biologische Luftwäscher und chemischer Luftwäscher in Kapitel 4.6.5.1 und 4.6.5.2.
- Biologischer Abbau - die Luft aus dem Stall wird durch einen Biofilter aus faserigem Pflanzenmaterial geleitet, wo die Geruchskomponenten durch Bakterien abgebaut werden. Die Effektivität ist abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt, der Zusammensetzung, der Luftrate (pro m²) im Filterbett und der Filterhöhe. Insbesondere Staub kann zu Problemen führen, da er zu hohen Luftwiderständen führt.
- Horizontaler Abluftkanal - dies bedeutet keine Reduzierung der Gerüche, sondern eine Verlagerung des Emissionsschwerpunktes der Stallluft an eine andere Stelle des Betriebes, um die potentielle Auswirkung auf geruchsempfindliche Objekte (Wohngebiete) zu vermindern.
- Die Verdünnung der Konzentration, wie unten beschrieben, basiert auf angepasster Gestaltung des Haltungsverfahrens und Dimensionierung der Entlüftung.

Verdünnung von Geruchsstoffen: Die Geruchsstoffkonzentration an einem sensiblen Standort ist abhängig vom Grad der Verdünnung der emittierten Geruchsstoffe in der Abluftfahne. Wichtige Faktoren, die die Geruchsstoffkonzentration beeinflussen, sind:

- die Emissionsrate der Geruchsstoffe,
- der Abstand zum Emittenten,
- die effektive Quellhöhe des Emittenten.

Darüber hinaus steigt die Verteilung in der Atmosphäre mit dem Grad der Turbulenz in der Atmosphäre und dem Luftstrom. Mechanische Turbulenzen können durch eine gezielte Platzierung von Luftbarrieren (z.B. Vegetation) erreicht werden.

Bedingungen bei der Ausbreitung der Abluft: Die Grundsätze freier Lüftung und Zwangslüftung ergeben unterschiedliche Bedingungen für die Ausbreitung der Abluft. Während die Austrittsöffnungen für die Stallluft von zwangsbelüfteten Ställen auf einen kleinen Querschnitt beschränkt sind, kann dieser bei freigelüfteten Ställen zuweilen sehr groß sein. Bei diesen Ställen kann der Querschnitt, durch den die Luft ein- und ausströmt, je nach meteorologischen und lokalen klimatischen Verhältnissen außerhalb des Stalls angepasst werden, ebenso an die spezifischen Anforderungen des Tierbestandes. Gemeinsam sind beiden Systemen thermische Auftriebs-Strömungen im Stall, die durch die Wärmeproduktion der Tiere und durch eventuell vorhandene Heizungsanlagen verursacht werden.

Ställe müssen frei anströmbar sein (in einem Umgebungs-Bereich, der etwa der 3- bis 5-fachen Gebäudehöhe entspricht). Bei Zwangslüftung entscheidet die Nutzung des Bereichs in der unmittelbaren Umgebung des Stalls über die Auswahl der Abluftführung, z.B. Seitenwandlüftung in das Anlagengelände oder hohe Abluftkamine über dem First. Bei freigelüfteten Ställen können lokal begrenzte Gerüche akzeptiert werden, wenn damit Immissionen in weiterer Entfernung vermieden werden können.

Zwangslüftung: Zur Verringerung von Umweltbeeinträchtigungen liegt das Hauptaugenmerk bei zwangsgelüfteten Ställen grundsätzlich auf dem Erreichen einer ausreichenden Verdünnung der Abluft mit dem Luftstrom. Um die unmittelbare Nachbarschaft zu schützen, ist sicherzustellen, dass die Abluftströme in einer bestimmten Mindesthöhe über das Gebiet ziehen. Um die Abluft über und jenseits von lokaler Wohnbebauung zu führen, muss sie durch Anheben der Quellhöhe in einen turbulenzfreien Luftstrom geführt werden, so dass ein Absinken der Abluftfahne in den Windschatten des Gebäudes („Downwash-Effekt“) auf ein Minimum begrenzt wird. Dieser Effekt kann durch eine Erhöhung der Austrittsgeschwindigkeit der Abluft und/oder Erhöhung des Abluftkamins erreicht werden.

Die Abluft sollte durch ausreichend hohe Kamine senkrecht nach oben über den Dachfirst und in die Atmosphäre geführt werden, ohne strömungshemmende Abdeckungen auf dem Kamin. Vor diesem Hintergrund sollten die örtliche Umgebung und der Standort darauf hin untersucht werden, ob z.B. der Abluftschacht an eine höher gelegene Stelle, z.B. an den Giebel einer Scheune, verlegt werden kann, wenn diese Scheune den Stall überragt.

Die Abluftfahne kann durch einen größeren mechanischen Impuls (durch Erhöhung der Abluftgeschwindigkeit) weiteren Auftrieb erhalten. Die Abluftgeschwindigkeit kann zum Beispiel über das ganze Jahr hindurch durch die Sammlung der Abluft mehrerer Ventilatoren in einem zentralen Abluftschacht erhöht werden.

Die Installation eines Bypasssystems ist eine wirksame Maßnahme zur Immissionsminderung in der unmittelbaren Umgebung der Anlagen. Eine generelle Minderungsmaßnahme ist der Bypass nicht. Abgesehen vom Anstieg der Investition und des Energieverbrauchs sind die zusätzlichen Lärmemissionen in Betracht zu ziehen.

Bei der Planung eines Abluftsystems ist es wichtig, den Einfluss von Stallgebäuden und Strömungsbarrieren in der unmittelbaren Umgebung sowohl auf der windzu- als auch -abgewandten Seite (z.B. Dachfirst benachbarter Gebäude und Bäume) zu berücksichtigen. Stallgebäude und Strömungsbarrieren erhöhen den Downwash-Effekt der Abluftfahne.

Im Fall eines einzelnen Stalles, hängt der Downwash-Effekt vom Verhältnis zwischen der effektiven Quellhöhe und der Höhe des Gebäudes ab. Der Downwash-Effekt beschreibt den Einfluss des Gebäudes auf die Abluftfahne und die daraus resultierende Reduzierung der effektiven Quellhöhe.

Belüftungsöffnungen in Seitenwänden können in einzelnen Fällen erstrebenswert sein, wenn sie mit einem Ableitblech versehen sind, das die Abluft in Richtung Boden leitet und wenn die Luft an der Gebäudeseite verteilt wird, die den zu schützenden Standorten abgewandt ist. Die Auswirkungen der Seitenwandbelüftung auf der einem Seite und der Abluftführung über den First auf der anderen Seite auf den Fernbereich der Anlage scheinen ähnlich zu sein.

Bei Anlagen mit mehreren Stallgebäuden spielen Lage und Höhe der Abluftquellen hinsichtlich der Umweltauswirkungen eine untergeordnete Rolle. In solchen Fällen kann die gesamte Fläche der Anlage so groß sein, dass die Abluftfahne innerhalb der Anlage absinkt, selbst wenn die ursprüngliche Quellhöhe groß ist. Der Gesamtstandort hat dann denselben Effekt wie eine einzelne bodennahe Quelle.

Freie Lüftung: Um eine ausreichende Funktionssicherheit freier Lüftungssysteme zu gewährleisten, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Dachneigung von mindestens 20° für Trauf-First-Lüftung, um den nötigen thermischen Auftrieb zu erreichen,
- mittlere Höhenunterschiede von mindesten 3 m zwischen der Lufteintritts- und der Abluftaustrittsöffnung bei Schachtbelüftung,
- Bemessung des Lufteintritts und der Abluftaustrittsöffnung entsprechend der Tier-/Besatzzahl und der Höhe des thermischen Auftriebs,
- Ausrichtung der Firstachsen quer zur vorherrschenden Windrichtung.

Liegen Gebäude in Windrichtung und/oder gegen die Windrichtung von freigelüfteten Ställen, muss gewährleistet sein, dass das Stallgebäude nicht in Zonen mit sehr geringer oder signifikant erhöhter Luftbewegung liegt. Der Abstand des Stalles zu benachbarten Gebäuden sollte mindestens das 3-5fache der Höhe der benachbarten Gebäude betragen.

Bei Schweine- oder Geflügelställen hat sich der Einbau von Vorrichtungen zur Veränderung des Lufteintritts- und des Abluftaustrittquerschnitts als erfolgreich erwiesen.

Durch Ausrichtung des Stallgebäudes zu vorherrschenden Windrichtungen kann entscheidend Einfluss sowohl auf die Umweltauswirkungen im Stall selbst als auch auf die davon ausgehenden Emissionen genommen werden. Verschiedene Konzentrations- und Geschwindigkeitszonen treten auf in Abhängigkeit davon, ob das Gebäude einer quer, diagonal oder parallel zum First verlaufenden Durchströmung ausgesetzt ist. Speziell bei parallel zum First verlaufenden Strömung wird die Luftrate im Vergleich zur quer verlaufenden Strömung um ca. 50% reduziert. Unter diesen Bedingungen treten die höchsten Geruchs- und Ammoniakkonzentrationen im Stall auf.

Um diesem Effekt entgegenzuwirken, können Öffnungen in der Giebelwand den windinduzierten Luftstrom erhöhen. Öffnungen in der Mitte des Firstes fördern zusätzlich den thermischen Auftrieb. Mit einer Schlitzöffnung entlang des gesamten Firsts können höhere Durchflussraten erreicht werden, als mit Schächten. Die Firstachse des Gebäudes sollte so zur Windrichtung ausgerichtet werden, dass im Jahresverlauf die vorherrschende Windrichtung die bestmögliche Durchlüftung erzielt. Die Lufteintritts- und Abluftöffnungen von Gebäuden mit Trauf-First-Lüftung müssen so bemessen sein, dass selbst bei hohen Außentemperaturen eine ausreichende Luftzirkulation gewährleistet ist. Anderenfalls müssen die Tore geöffnet werden, was im Allgemeinen dazu führt, dass die Emissionen unkontrolliert auf Bodenhöhe entweichen.

Nach dem derzeitigen Stand der Technik können hinsichtlich der Auswirkungen im Fernbereich der Anlage, frei stehende, offene Stallsysteme mit großen seitlichen Belüftungsöffnungen, Firstschlitzen und Giebelwandöffnungen als erstrebenswert angesehen werden (z.B. Boxenställe mit separaten Funktionsbereichen).

4.8 Techniken zur Verminderung von Emissionen aus der Lagerung

Die Nitratrichtlinie (91/767/EEC) legt allgemeine Mindestanforderungen an die Lagerung mit dem Ziel fest, alle Gewässer vor Verschmutzung zu schützen und beschreibt weitere Anforderungen an die Lagerung in Nitrat-gefährdeten Gebieten. Einige dieser Techniken sind im folgenden Kapitel beschrieben, andere, die in der Richtlinie genannt wurden sind aufgrund fehlender Daten nicht beschrieben.

4.8.1 Verminderung von Emissionen bei der Lagerung von Festmist

4.8.1.1 Übliche Praxis

Die Lagerung von Festmist auf einem festen, undurchlässigen Untergrund verhindert das Durchsickern (Anmerkung des Übersetzers: von Sickerwasser, Jauche und Urin) in den Boden und ins Grundwasser. Die Ausstattung des Lagers mit Dränage und der Anschluss an eine Grube ermöglichen das Auffangen der flüssigen Stoffe und des Regenwassers. Es ist allgemein üblich, dass Landwirte Lagerungsmöglichkeiten für Festmist haben, um ausreichende Kapazitäten bereitzuhalten bis der Festmist weiter behandelt oder ausgebracht wird, siehe dazu auch Kapitel 2.5. Die Kapazitäten hängen von Klima ab, welches den Zeitraum bestimmt, an dem eine Ausbringung nicht möglich oder nicht erlaubt ist.

Zur Vermeidung von Gerüchen ist die Wahl des Standortes wichtig, und auch die Windrichtung sollte dabei berücksichtigt werden. Bevorzugt befindet sich das Lager möglichst weit entfernt von sensiblen Objekten in der Nähe des Betriebes bei Nutzung natürlicher Barrieren wie Bäumen und Höhenunterschieden. Es können auch Wände (Holz, Stein oder Beton) errichtet werden, um Mistlagerstätten einzufassen. Diese dienen als Windschutz und sind entgegen der Hauptwindrichtung offen.

Trockener Geflügelkot muss trocken an einem abgedeckten Platz lagern. In geschlossenen Systemen kann Kondensation durch ausreichende Belüftung verhindert werden. Erneutes Befeuchten des Kotes sollte verhindert werden, da dies zur Freisetzung von Geruchsstoffen führt. Kotlager sollten nicht zu hoch gebaut werden, um Selbsterhitzung des gelagerten Kotes zu vermeiden.

Zwischengelagerte Mist-Mieten auf dem Feld sollten in einem ausreichenden Abstand zu Wasserläufen liegen. In Finnland zum Beispiel muss der Haufen mindestens 100 m von Wasserläufen, Hauptgräben oder Haushaltsbrunnen und 5m von (kleinen) Gräben entfernt liegen [125, Finnland, 2001]. In Großbritannien liegt der festgelegte Abstand 10m von Gewässern und 50 m von Quellen, Brunnen, Bohrlöchern oder anderen Quellen für den menschlichen Gebrauch [190, BEIC, 2001].

Werden Mistlagerstätten jedes Jahr an der gleichen Stelle angelegt, kann ein undurchlässiger Untergrund angelegt werden. Bei der Lagerung auf Tonböden oder bei jährlich wechselndem Mietenplatz sind keine schädlichen Nährstoffeinträge zu erwarten und spezifische Maßnahmen zum Schutz des Bodens sind nicht notwendig. Zur Verhinderung von Wasserzutritt in die Mistmiete muss die Ansammlung von Regenwasser am Boden des Haufens verhindert werden.

Das Abdecken von Misthaufen wird ebenfalls zur Reduzierung Sickerwasser oder dem Entweichen von Ammoniak (und Geruchsstoffen) angewendet.

4.8.1.2 Abdeckung von Festmistlagern

Beschreibung: Diese Technik wird hauptsächlich für Broilermist und getrockneten Legehennenmist verwendet. Materialien zum Abdecken werden für Festmistlager auf dem Feld angewendet. Diese bestehen aus Torf, Sägemehl, Holzspänen oder einer dichten, UV-stabilen Folie. Der Zweck dieser Abdeckung ist die Reduzierung von Ammoniakemissionen und das Zurückhalten (Verhinderung des Eindringens) von Regenwasser.

Die Wirkung des Einsatzes von Torf wurde von Finnland berichtet [125, Finnland, 2001]: Die Verwendung von Torf (als Schicht von 10cm) begründet sich in seiner Fähigkeit Kationen zu binden. Ammoniak wird an den Torf abgegeben und in einer chemischen Reaktion wird das NH3-Molekül umgewandelt und als NH_4-Ion gebunden. Je höher der Säuregehalt des Torfs, desto mehr Ammoniak kann gebunden werden.

Wird eine Abdeckung verwendet, muss diese sofort nach dem Anlegen des Lagers aufgebracht werden, da das meiste Ammoniak während der ersten Tage freigesetzt wird.

Medienübergreifende Effekte: Trockener Torf und Sägemehl nehmen Regenwasser auf. Dagegen ist Stroh kein gutes Material zum Abdecken, da es kein Ammoniak bindet und ebenso verhindert, dass sich eine natürliche Kruste auf der Oberfläche des Mistes bildet. Diese Kruste verhindert die Freisetzung von Ammoniak aus der Oberfläche des Mistes besser als eine Abdeckung aus Stroh. Zu berücksichtigen ist, dass Torf ein nicht erneuerbarer Rohstoff ist, ein Grund gegen seine Verwendung als Abdeckung von Mistlagerstätten [190, BEIC, 2001].

Es ist klar, dass feste Abdeckungen wieder verwendet werden können, im Gegensatz zu anderen Materialien, die für jeden neuen Haufen angeschafft werden müssen. Diese Abdeckmaterialien, wie Torf, werden eingearbeitet und später als Teil des Mistes behandelt. Torf birgt keine Gefahren für Weidetiere.

Es ist nicht sicher, ob Plastikabdeckungen anaerobe Reaktionen innerhalb des Haufens hervorrufen, die zu einer Qualitätsminderung des Mistes führen oder die Emissionen während der Ausbringung beeinflussen.

Betriebstechnische Daten: Die Informationen wurden unter normalen landwirtschaftlichen und klimatischen Bedingungen gewonnen. Die Wirkung von Abdeckmaterialen wie Holzspänen oder Sägemehl kann bei trockenem und windigem Wetter begrenzt sein [192, Germany, 2001].

Eignung: In vielen Regionen ist es gängige Praxis kurzzeitig Misthaufen in der Feldflur anzulegen. Die Anwendung der Abdeckungen ist relativ einfach, da keine komplizierte Ausstattung oder Maschinen notwendig sind. Der mit Torf versetzte Mist von Broilern ist gut geeignet, um ihn auf dem Feld abzulagern, da keine Flüssigkeiten austreten und nahezu alles Regenwasser in dem Haufen aufgenommen wird. Als Eintreu genutzter Torf bindet Ammoniak am effektivsten.

Kosten: Die Kosten werden als sehr gering angesehen. Sie setzen sich aus der Anschaffung des Abdeckungsmaterials und der Aufbringung auf die Lagerstätte zusammen (Arbeitskraft, Energie).

Referenzbetriebe in der EU: Eingesetzt in Untersuchungen

Referenzliteratur: [125, Finnland, 2001]

4.8.1.3 Lagerung von Geflügelmist in Hallen

Beschreibung: Geflügelmist wird normalerweise in Schuppen/Hallen gelagert. Er wird mit einem Frontlader oder mit Hilfe eines Förderbandes aus dem Stall und zur Halle befördert, wo er für eine längere Zeit gelagert werden kann. Die Halle besteht üblicherweise aus einer einfachen, geschlossenen Bauweise mit einem undurchlässigem Boden und einem Dach. Sie hat Lüftungsöffnungen und ein Tor für die Beschickung.

Erzielter Umweltnutzen: Das Trocknen von Geflügelkot in einer Einhausung reduziert die Emissionen von gasförmigen Verbindungen in die Luft. Um die Emission gasförmiger Verbindungen gering zu halten muss ein relativ hoher Trockenmassgehalt des Festmistes aufrechterhalten werden. Dies wird erreicht, indem man den festen Geflügelkot vor äußerlichen Einflüssen wie Regen und Sonnenlicht schützt.

Medienübergreifende Effekte: Das Geruchs-Niveau kann gering gehalten werden, es kann dennoch durch aerobe und anaerobe Bedingungen beeinflusst werden. Daher ist es wichtig, ausreichend zu belüften, um anaerobe Bedingungen zu vermeiden.

Wird eine neue Kotlagerhalle geplant, stellt diese eine potentielle Geruchsquelle dar, so dass bei der Standortwahl sensible Objekte in der Umgebung des Betriebes beachtet werden sollten.

Betriebstechnische Daten: Der Geflügelmist wird vor Witterungseinflüssen durch das Gebäude geschützt.

Eignung: Wenn ausreichend Platz auf dem Betriebsgelände vorhanden ist, gibt es keine Einschränkungen für den Bau eine Lagerhalle für Festmist. Bereits bestehende Hallen können genutzt werden, solange auf die Undurchlässigkeit des Bodens geachtet wird.

Kosten: Die Kosten setzen sich zusammen aus den Kosten für den Bau und die Wartung der Halle. Für bestehende Gebäude kann eine Erneuerung des Bodens nötig werden.

Referenzbetriebe in der EU: Die Lagerung von Geflügelkot in Hallen wird in fast allen Mitgliedsstaaten angewendet.

Referenzliteratur: [26, LNV, 1994], [125, Finnland, 2001]

4.8.2 Verminderung von Emissionen bei der Lagerung von Gülle

4.8.2.1 Allgemeine Aspekte

Die Schaffung von Lagermöglichkeiten für Schweinegülle, um ausreichende Kapazitäten bis zur weiteren Behandlung oder Ausbringung zu haben, ist gängige Praxis (siehe auch Kapitel 2.5). Das Fassungsvermögen hängt vom Klima ab, das den Zeitraum bestimmt, in der eine Ausbringung nicht möglich oder nicht erlaubt ist. So unterscheidet sich zum Beispiel die erforderliche Lagerzeit von Gülle von 4 bis 5 Monaten in einem mediterranen Klima von der von 7 bis 8 Monaten bei atlantischen oder kontinentalen Bedingungen und weiter der in einem Zeitraum von 9 bis 12 Monaten in borealen Gebieten. [191, EC, 1999]

Güllelager können so gebaut werden, dass das Risiko des unkontrollierten Austritts des flüssigen Anteils minimiert wird, siehe auch Kapitel 2.5.4.1. Sie werden mit entsprechenden Betonmischungen hergestellt, mit Folien innen ausgekleidet, Behälterwände aus Stahlblech werden innen beschichtet[5] . Nach dem Entleeren eines Güllelagers mindert die Inspektion und Wartung des Behälters das weitere Risiko für Leckagen.

[5] Anmerkung des Übersetzers: In Deutschland können hierfür die DIN-Normen 1045 (1988) und 11622 (1994) herangezogen werden

Die Verwendung von Sicherheitsventilen an Schlauchleitungen, die für die Tankreinigung eingesetzt werden, minimiert das Risiko von unerwünschtem Gülleaustritt auf das Betriebsgelände und umgebene Grundstücke (Oberflächengewässer).

Emissionen in die Atmosphäre während der Lagerungszeit können reduziert werden durch:

- Einen kleineren Durchmesser des Behälters und/oder der Verringerung des Windeinflusses auf Oberfläche des Flüssigmistes
- Arbeiten mit einer geringeren Füllhöhe (das Freibord bewirkt eine Art Windschutzeffekt)

Das Einleiten von Flüssigmist in offenen Langertanks sollte so nah wie möglich am Boden dieser Tanks erfolgen (Einfüllen unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche).

Homogenisierung und Fördern des Flüssigmistes sollten nur durchgeführt werden, wenn der Wind entgegengesetzt zu empfindlichen, schützenswerten Standorten weht.

Zur Verminderung von Emissionen aus Gülletanks ist es wichtig, die Verdunstung von der Gülleoberfläche zu reduzieren. Eine geringe Verdunstungsrate kann erreicht werden, wenn das Umrühren der Gülle minimiert und nur vor dem Entleeren des Gülletanks die Homogenisierung durchgeführt wird.

Zur Minderung der um Ammoniak-Emissionen und Geruchsstoffen aus Güllelagerbehältern gibt es verschiedene Arten der Abdeckung, siehe Kapitel 4.8.2.2, 4.8.2.3 und 4.8.2.4. Verhindert werden müssen Gülletemperaturbereiche, die zu biochemischen Reaktionen führen, da dies eine ungewollte Geruchsentwicklung und eine Qualitätsminderung der Gülle bedeuten würde.

Allgemein ist das Abdecken von Güllebehälter wirkungsvoll, wirft aber Probleme bei der technischen Umsetzung und bei der Betriebssicherheit auf. Untersuchungen zur Einschätzung der entstehenden Probleme ergaben aber nur, dass weitere Daten benötigt werden. Quantitative Daten zu Umweltaspekten (Emissionen, Nährstoffgehalt) und Kosten sind spärlich vorhanden, was die Beurteilung der Alternativen erschwert.

4.8.2.2 Verwendung von fester Abdeckung von Güllelagern

Beschreibung: Feste Abdeckungen sind Betondecken oder Fiberglasdecken in flacher oder kegelförmiger Konstruktion. Sie decken die Gülleoberfläche vollständig ab und verhindern den Zutritt von Regen oder Schnee. Das Abdecken kleiner Güllelager ist in der Regel einfacher als das Abdecken großer Lager. Leichteres Material ermöglicht größere Spannweiten als bei Beton-Abdeckungen, hier sind Mittelstützen ab einem Durchmesser 25m erforderlich.

Erzielter Umweltnutzen: Das Abdecken von Güllelagern ist gut dokumentiert und es ist bekannt, dass damit Ammoniakemissionen signifikant reduziert werden. Speziell angefertigte (feste) Abdeckungen ermöglichen eine Reduzierung um 70 bis 90 % [142, ADAS, 2000]. Bei nicht abgedeckte Güllegruben kann die Gülle verdünnt werden, der Regen senkt den Feststoff- und Inhaltsstoffgehalt.

Medienübergreifende Effekte: Es können sich giftige Gase bilden. Diese müssen keine unmittelbare Umweltrelevanz haben, müssen aus Sicherheitsgründen aber berücksichtigt werden.

Eignung: Feste Abdeckungen werden gewöhnlich zusammen mit dem Lagerbehälter gebaut. Nachträgliches Einbauen einer Abdeckung ist teuer. Die minimale Lebensdauer dieser Abdeckung beträgt 20 Jahre.

Kosten: Die Kosten wurden in einer Untersuchung in GB erhoben [142, ADAS, 2000]: Für Beton-Lagerbehälter mit einem Durchmesser von 15-30m bewegen sie sich zwischen 150-225€/m² (1999). Bei festen Abdeckungen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) liegen die Kosten zwischen 145 und 185€/m². Diese Kosten werden im als zu hoch eingeschätzt.

Referenzliteratur: [125, Finnland, 2001], [142, ADAS, 2000]

4.8.2.3 Verwendung flexibler Abdeckungen bei Güllelagern

Beschreibung: Flexible Abdeckungen oder Zeltabdeckungen haben einen zentralen Stützpfosten mit Speichen, die von der Spitze abgehen (zum Behälterrand). Eine Gewebemembran wird über die Speichen gespannt und an einer Randverankerung befestigt. Diese besteht aus einem Rohr, das an der Außenseite direkt unter dem Rand des Lagers herum verläuft. Die Abdeckung wird über dem Lager durch gleichmäßig verteilte Riemen zwischen der Ringverankerung und dem Zeltrand verspannt.

Der Pfosten und die Speichen sind so konstruiert, dass sie Wind und Schneemassen aushalten. Durch Öffnungen können Gase, die sich unter der Abdeckung bilden, entweichen. In der Abdeckung befinden sich eine Öffnung für die Beschickungsrohr und eine Luke, durch die der Inhalt des Lagers kontrolliert werden kann.

Erzielter Umweltnutzen: Es wurde über eine Reduzierung der Ammoniakemissionen um 80-90% berichtet.

Medienübergreifende Effekte: Es können sich giftige Gase bilden. Diese müssen keine unmittelbare Umweltrelevanz haben, müssen aus Sicherheitsgründen aber berücksichtigt werden. Die Bildung von H_2S kann zu Korrosionen führen, die die Konstruktion angreift. Die Sammlung und Nutzung des Methans aus dem Biogas kann eine Möglichkeit sein, bedeutet aber auch zusätzliche Kosten.

Eignung: Aus einer Studie aus Großbritannien geht hervor, dass Zelt- Abdeckungen zu 50 bis 70% bei den bestehenden Stahl-Lagerbehältern mit nur kleinen Veränderungen verwendet werden können. Normalerweise muss lediglich ein Winkelstreifen um den Rand des Lagers angebracht werden. Zelt-Abdeckungen können ohne Veränderungen an bestehende Beton-Lagerbehälter mit einem Durchmesser kleiner als 30m angebracht werden; eine technische Untersuchung im Voraus wird empfohlen. Es ist wichtig, die statische Belastbarkeit der Konstruktion sowohl des Lagers als auch des Lagers mit Abdeckung zu berechnen, um sicherzugehen, dass sie Wind und Schneefrachten aushält. Je größer der Durchmesser des Lagers ist, desto schwieriger ist die Montage der Abdeckung, da die Abdeckung gleichmäßig in alle Richtungen gespannt werden muss, um ungleiche Belastung zu vermeiden.

Eine Zelt-Abdeckung kann nicht an rechteckige oder quadratische Betonlagerbehälter angebracht werden, wie sie in vielen EU-Ländern üblich sind [193, Italien, 2001].

Kosten: Die Kosten für Zelt-Abdeckungen für Güllelager mit einem Durchmesser von 15 bis 30m liegen bei etwa 54 bis 180 €/m² (1999).

Referenzbetriebe: Verwendung in Großbritannien .

Referenzliteratur: [142, ADAS, 2000]

4.8.2.4 Verwendung von Schwimmdecken bei Güllelagern

Beschreibung: Schwimmdecken haben primär das Ziel, Geruchsstoffe zu reduzieren. Es gibt verschiedene Arten von Schwimmdecken, wie:

- Leicht-Kies (Übersetzer: wahrscheinlich ist LECA gemeint)
- Stroh (Kruste)
- Torf
- Rapsöl
- Plastik Pellets
- Gewebe und Folie (Anmerkung Übersetzer: gemeint sind massive Decken)

Stroh ist nicht für sehr dünne Schweinegülle geeignet, da es sofort sinken würde, oder, wenn es schwimmt, sehr leicht durch Wind und Regen beeinflusst wird. Es würde auch zu verstopften Pumpen und Abflüssen führen. Hat die Schweinegülle einen Trockenmassegehalt von 5% oder höher, ist eine gut funktionierende, durch das Stroh gebildete Schwimmdecke möglich [142, ADAS, 2000] [193, Italien, 2001].

Gewebefolien oder Plastikfolien liegen direkt auf der Gülleoberfläche. Sie sind mit einer Kontrollluke, Belüftungsöffnungen und Öffnungen zum Befüllen oder Homogenisierung der Gülle versehen. Mit einer Pumpe wird Regenwasser, das sich auf der Oberfläche der Abdeckung gesammelt hat, abgezogen. Das Gewebe kann durch Gegengewichte, die über den Rand des Lagers hängen, stabilisiert oder fixiert werden.

Abdeckungen aus Torf und LECA-Schüttung sind gründlicher untersucht und stellten sich der Literatur zufolge als einfach anwendbar heraus. Diese Abdeckungen können nicht wieder verwendet werden und müssen jedes Jahr erneuert werden. (Anmerkung Übersetzer: LECA kann sehr wohl wieder verwendet werden, etwa 10 -20 % Verlust wird in D gerechnet).

Erzielter Umweltnutzen: Obwohl die Abdeckung von Güllelagern aus Gründen der Geruchsminderung angewendet wird, sind aktuelle Messungen der Geruchsemissionen oder Reduktionen durch das Fehlen eindeutiger und verlässlicher Messmethoden für Gerüche und der Interpretation der Ergebnisse unzuverlässig. Dennoch ist bekannt, dass ein Einfluss auf die Emission von Ammoniak besteht. Eine Erhebung aus Finnland belegt [125, Finnland, 2001] beachtliche Effekte von Schwimmdecken auf die Ammoniakverluste. Die so erreichte Verminderung variiert mit der Art der Abdeckung und ist grundsätzlich im Sommer höher als im Winter, siehe Tabelle 4.27.

Gewebe, Schwimmfolie, Torf und Rapsöl zeigen hohe Minderung um etwa 90% oder mehr; andere Techniken zeigen eine geringere Minderungen oder ihr reduzierender Effekt ist unterschiedlich (Kies oder LECA). Kleinere Teilchen reduzieren die Freisetzung weniger, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen Kies mit 5 cm und 10 cm gefunden werden konnten. Auch waren die Ergebnisse mit 10cm Kies nicht schlüssig.

Die maximale Emissionsminderung von LECA liegt bei 80% und erhöht sich ab einer Schichtdicke über 5 mm nicht mehr. In der Praxis vermindert Regen eine LECA-Schicht und erhöht die Emissionen, eine größere Schichtdicke kann diesen Verlust kompensieren.
Eine Schwimmdecke aus Stroh kann eine Verminderung der Ammoniakemissionen zwischen 60-70% bewirken. [142, ADAS, 2000], mit Verweis auf Bode, M de, 1991

Medienübergreifende Effekte: Primäres Ziel ist die Reduzierung von Gerüchen, gleichzeitig wird aber auch die Verdunstung von Ammoniak vermindert. Es ist offensichtlich, dass einige schwimmende Abdeckungen, die sich mit der Gülle vermischen oder darin auflösen, die Qualität der Gülle mindern oder für Weidtiere schädlich sein können.

Andere Effekte, wie eine Reaktion zwischen der schwimmenden Abdeckung und der Gülle, können die Emission von Methan erhöhen (Rapsöl um ca. 60%). Bei Verwendung von Rapsöl können anaerobe Reaktionen Oberflächen mit strengen, ranzigen Gerüchen hervorrufen.

Eine Gasentwicklung tritt unter geschlossenen (Plastik-) Abdeckungen auf, daher sind Öffnungen notwendig. Die Gase können in einer Biogasanlage genutzt werden, aber die Effizienz und Ökonomie hängt größtenteils von Faktoren wie der täglichen Gasproduktion, Abstand zur Biogasanlagenkomponenten und der Biogasnutzung ab.

Es konnte in einem Experiment nachgewiesen werden, dass LECA die Methan-Emissionen verringert, gleichzeitig wurden jedoch höhere N_2O- Emissionen aus dem mit LECA abgedeckten Gülle festgestellt.

Betriebstechnische Daten: Im Allgemeinen ist die Abdeckung (Übersetzer: künstliche Schwimmdecke) 10 cm dick. Im Fall von LECA, Torf und Plastik Pellets sind dünnere Schichten ausreichend. Kleinere Teilchen sind im Allgemeinen effektiver als große Teilchen. Sie können bei einer 3-5cm Schicht verhältnismäßig effektiv sein. Der Bereich direkt über der Gülle-Oberfläche ist für die Verminderung von Emissionen am Bedeutendsten.

Art der Abdeckung	Reduzierung der Ammoniak-Verdunstung aus Schweinegülle (%)			
	Durchschnitt	Frühling/Sommer	Herbst	Winter
Gewebe	90	94	k.D	84
Wellblech		84	k.D	54
Schwimmfolie		85-94	k.D	73
Schwimmendes Brett	79	85	k.D	89
Torf (8-9 cm)	92	85	k.D	k.D
LECA 9-10 cm	75-79	47-98	41	k.D
LECA 5 cm	79-82	k.D	34	k.D
LECA 2 cm	72	k.D	17	k.D
Rapsöl	92	k.D	k.D	k.D
Zerkleinertes Stroh	71	43	k.D	k.D
EPS Granulat (klein) -2,5 cm - 5 cm	k.D	37 74	k.D	k.D
EPS Granulat (groß) -2,5 cm - 5 cm	k.D	52 54	k.D	k.D
EPS-Bruch	k.D	39	k.D	k.D
k.D. Keine Daten				

Übersetzer: EPS = expandiertes Polystyrol (= Styropor) , LECA = light expanded clay aggregate = Blähton

Tabelle 4.27: Reduzierung der Ammoniakemissionen bei der Lagerung von Schweinegülle, erreicht durch die Verwendung verschiedener Typen schwimmender Abdeckungen [125, Finnland, 2001]

Eignung: Obwohl die Ergebnisse bei der Nutzung schwimmender Abdeckungen stark schwanken, sind sie dennoch gut genug, um eine attraktive Alternative zur Verwendung bei Gülletanks darzustellen. Die folgenden Bemerkungen wurden von Tests berichtet [143, ADAS, 2000].

Rapsöl (oder andere Öle mit einem hohen Anteil an Rapsöl) ist sehr einfach anzuwenden und vermischt sich nur schlecht mit Schweinegülle. Dennoch, es ist biologisch abbaubar, die Oberfläche bleibt nicht vollständig geschlossen und das Öl erhöht die Methan-Emission erheblich. Gut schwimmendes Material, das nicht jedes Jahr hinzu gegeben werden muss, kann den Nachteil haben leicht weggeblasen zu werden und benötigt daher eine zusätzliche Abdeckung als Ersatz. Mineralien mit geringer Dichte nehmen Wasser auf, können schnell weggeweht werden oder sie sind staubig und daher für den Anwender unangenehm. Ein Beispiel ist expandiertes Polystyrol (EPS).

LECA ist geeignet für Behälter (Tanks) und Erdbecken. LECA-Granulat ist schwerer als EPS. Untersuchungen zeigen, dass es dazu tendiert auf den Grund des Lagers zu sinken und daher mehr zugefügt werden muss, aber andere Quellen berichten dies nicht. Wegen seiner höheren Dichte schwimmt nicht die ganze LECA-Schicht auf der Gülleoberfläche.

LECA aufzubringen und gleichmäßig zu verteilen kann bei großen Behältern und Erdbecken schwierig sein, aber man kann es mit Gülle oder Wasser mischen und dann auf die Oberfläche pumpen.

Torf vermischt sich mit der Gülle während des Aufrührens, wird durchnässt und muss nach jedem Rühren erneuert werden. Aber Torf ist ein Natur-Produkt und verursacht kein Abfallproblem.

Die Auslassöffnung sollte sehr nah am Boden des Tanks liegen.

Kosten: Die Kosten für eine schwimmende Decke für Lager mit einem Durchmesser von 15-30m liegen zwischen 15-36 €/m² (1999).

Referenzbetriebe in der EU: Schwimmende Abdeckungen werden verwendet, die veröffentlichten Ergebnisse stammen hauptsächlich aus Labor- und Feldversuchen, und nicht aus tatsächlichen praktischen Fällen.

Referenzliteratur: [125, Finland, 2001], [142, ADAS, 2000], 143, ADAS, 2000], [193, Italien, 2001] und M. de Bode, „Odour and ammonia emissions from manure storage“, S. 55-66 in „Ammonia and Odour Emissions from livestock Production (Eds C.D. Nielson, J.H. Voorburg & P.L Hermite, Elsevier, Londen, 1991.

4.8.2.5 Verwendung von Abdeckungen bei Gülle-Erdbecken

Beschreibung: Abdeckungen für Erdbecken basieren auf flexiblen, undurchlässigen und UV-stabilisierten Plastikplanen, die am Rand gesichert sind und von einem Schwimmer gestützt werden. LECA ist auch bei kleineren Erdbecken möglich, aber besser für die Verwendung bei Tanks geeignet. Andere verwendete Abdeckungen sind zerkleinertes Stroh oder eine natürliche Kruste.

Erzielter Umweltnutzen: Es können Minderungen der Ammoniak- und Geruchstoffemission erreicht werden. Berichtet wird über Minderungen der Ammoniak Emissionen von 95% und mehr. Die Verwendung von LECA reduziert die Ammoniak Emissionen um 82%.

Medienübergreifende Effekte: Um ein Erdbecken abzudecken wird eine große Menge Plastik benötigt, bis zu 70% mehr als die tatsächliche Oberfläche des Beckens, abhängig von der Tiefe und Neigung der Ecken. Ein Vorteil ist, dass die Abdeckung wieder verwendet werden kann, wohingegen andere Abdeckungen verbraucht werden.

Abdeckungen von Erdbecken halten den Regen ab, verhindern aber auch die Verdunstung, was dazu führt, dass das Gesamtvolumen der auszubringenden Gülle leicht steigt. Es wird vermutet, dass, wenn keine Abdeckung verwendet wird, es billiger ist das relativ saubere Regenwasser in Gewässer zu leiten, als die gestiegene Menge von Gülle und Regenwasser auszubringen. Es gibt auch die Möglichkeit, dass Regenwasser für die Bewässerung zu nutzen, dies würde aber die genaue Kontrolle des Wassers auf zugeflossene Gülle oder anderen Verunreinigungen erfordern. Landwirte sind wegen hygienischer Risiken und Krankheitsgefahren nicht für die Verwertung des Wassers.

Das Umrühren der Gülle führt zur Einmischung der LECA- Schicht, was dann kurzzeitig die Ammoniak-Emission erhöht. Es wurde beobachtet, dass die LECA Schicht sich kurze Zeit nach dem Umrühren wieder einstellt und die Emissionen wieder auf ein Mindestmaß sinken. Dennoch verursacht LECA als Abdeckung Probleme bei der Deponierung.

Das Abdecken reduziert oder (im Fall einer Plastikabdeckung) verhindert einen Sauerstoffaustausch zwischen Luft und Gülle und erhöht die Temperatur der Gülle um etwa 2°C. Dies verursacht anaerobe Bedingungen, unter denen sich schnell Methan bildet. Methan Emissionen werden durch Mischen und Umrühren der Gülle erhöht. Das Fehlen von Sauerstoff verringert die Nitrifikation (und folglich auch) Denitrifikation, daher könnten N_2O Emissionen signifikant reduziert oder vermieden werden.

Bei LECA hat die Gülle weiterhin Kontakt zu Sauerstoff, was bedeutet, dass (De-)nitrifikation stattfinden kann und dadurch die Emission von N_2O erhöht wird.

Eignung: Es wurde gefolgert, dass speziell hergestellte Abdeckungen an bereits bestehende Schweinegülle-Erdbecken angepasst werden können, wenn nicht:

- der Zugang sehr schlecht ist,
- das Erdbecken sehr groß ist (Kosten),
- die Dämme uneben sind.

Das Erdbecken muss vor dem Anbringen der Abdeckung komplett von Gülle und Schlamm geleert werden. Beschädigung durch Wind tritt nicht auf, solange die Abdeckung an den Seiten gut befestigt wird und etwas Regenwasser auf der Abdeckung verbleibt, um sie zu beschweren. Veränderungen an derzeitigen Homogenisierungs- und Entleerungsverfahren können erforderlich werden, aber bei einem relativ geringen Trockenmasseanteil der Schweinegülle ist das Aufrühren kein Problem. Es gibt Aussagen über eine Haltbarkeit der Abdeckung von über 10 Jahren, aber die Anfälligkeit für Abnutzung und Beschädigungen durch Tiere ist unbekannt.

Es wurde vermutet, dass eine Plastikabdeckung das Fassungsvermögen von Erdbecken effektiv um 30% erhöhen kann, indem sie Regenwasser abhält. Dies ermöglicht entweder mehr zeitliche Flexibilität bei der Lagerung oder ein größeres Fassungsvermögen im Falle einer Betriebserweiterung.

LECA wird auf die Gülle geblasen oder mit der Gülle gepumpt. Letzteres verursacht weniger Staub und Materialverlust und verbessert die Verteilung auf der Oberfläche. Das Mischen und Pumpen mit der Gülle kann das Material beschädigen und muss daher sehr sorgsam ausgeführt werden.

Kosten: Die Kosten von schwimmenden Abdeckungen liegen wahrscheinlich im Bereich von 15-25€ pro m² Gülleoberfläche. Die Kosten von LECA betragen 225-375 €/t. Die Minderungskosten variieren im Bereich von 0,35€-2.5€ pro kg NH_3-N bei Plastikabdeckungen und 2,5€-3,5€ bei LECA. Weitere Kosten entstehen auf Standorten, bei denen Veränderungen am Gebäude oder bei den Entleerungs- und Rührverfahren erforderlich sind. Ein effizientes Regenwassermanagement ist ausschlaggebend für die Unterschiede bei den laufenden Kosten, wobei mit LECA abgedeckte Erdbecken einhergehen mit höheren Gülleausbringungskosten, während Ausbringungskosten höher werden können, wenn Regenwasser in die Gülle gelangt. Bei Abdeckungen mit Plastikfolien hängen die Nettokosten von der Möglichkeit ab, Wasser für die Beregnung wieder zu verwenden. Die Nutzung von Biogas (Methan) hängt vom Einsatzzweck (Heizung oder Motor) und von den Bedingungen ab. Es kann sich lohnen, aber die Amortisierungszeit kann sehr groß sein (über 20 Jahre).

Referenzbetriebe: Im Jahr bei 2000 verwendete ein Betrieb eine Abdeckung, die vor kurzem in einem vom MAFF (Übersetzer: Ministerium Landwirtschaft GB) geförderten Projekt installiert wurde. In den Niederlanden werden Abdeckungen für Erdbecken schon seit 10 Jahren verwendet. [142, ADAS, 2000]

Referenzliteratur: [142, ADAS, 2000] [143, ADAS, 2000]

4.8.3 Lagerung von Futtermitteln

Berichte über spezifische Techniken für die Reduzierung von Emissionen bei der Lagerung von Futtermitteln liegen nicht vor. Im Allgemeinen können Anlagen zur Lagerung trockener Materialien Staubemissionen verursachen, aber regelmäßige Kontrollen und Wartung von Silos und Transportanlagen, wie Ventile und Rohre, können dies verhindern. Das Einblasen trockener Futtermittel in geschlossene Silos minimiert die Staub-Probleme.

Im Abstand von einigen Monaten sollten Silos komplett geleert werden, um sie zu kontrollieren und mögliche biologische Aktivität im Futter zu vermeiden. Dies ist vor allem im Sommer wichtig, um eine Verschlechterung der Futterqualität und die Entwicklung von Geruchsstoffen zu vermeiden.

4.9 Techniken für die Behandlung von Wirtschaftsdüngern auf dem Betrieb

In den folgenden Abschnitten werden eine Reihe von Techniken zur Wirtschaftsdüngerbehandlung beschrieben, die auf landwirtschaftlichen Betrieben angewendet werden können.

Eine Reihe von individuellen Grundtechniken zur Mistbehandlung wurden von VITO [17, ETSU, 1998] ausgewertet. Diese Techniken wurden aus einer großen Zahl von Initiativen/Ansätzen zur Behandlung von Wirtschaftsdüngern aus der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung auf dem Betrieb oder in einer eigenständigen Anlage abgeleitet. Im Allgemeinen werden Systeme, die einen hohen technischen Sachverstand erfordern und/oder nur bei Anwendungen im großen Maßstab funktionsfähig sind, in eigenständigen Anlagen betrieben. Alle in Kapitel 2.6 erwähnten Techniken wurden auf Betriebsanlagen in Dänemark, den Niederlanden, Deutschland, Belgien oder Frankreich getestet. Einige Verfahren sind noch immer nicht vollständig entwickelt oder benötigen weitere Erprobung, um eine angemessene Einschätzung ihres Leistungsvermögens zu ermöglichen.

Oft bestehen Verfahren zur Behandlung von Wirtschaftsdüngern nicht aus einer einzelnen Technik, sondern vielmehr aus einer Kombination verschiedener Techniken, wobei die Verfahrensleistung und umweltentlastende Wirkung beeinflusst werden können durch:

- die Eigenschaften des Wirtschaftsdüngers,
- die Eigenschaften der einzelnen Komponenten zur Behandlung,
- die Art und Weise, wie die Verfahren betrieben werden.

Die Zielsetzung liegt primär in der Vermeidung von Stickstoff- und Phosphat-Verlusten in die Umwelt. Das Maß hierfür ist der relative Nährstoffverlust, ausgedrückt als Quotient von N- und P-Verlust in die Medien Luft,, Wasser und Boden im Vergleich zum Gesamteintrag (Ausgangsgehalt) dieser Nährstoffe. Je größer dieser Quotient, desto höher ist der Verlust an die Umwelt.

Die Bewertung eines Behandlungsverfahrens sollte das Potenzial zur Nutzung der Behandlungsprodukte (Biogas, Ausbringung) auf dem Betrieb oder die Vermarktungsmöglichkeiten des Endproduktes (Kompost, Asche) für eine anderweitige Nutzung beinhalten. Die berichteten Daten erlauben eine solche Bewertung nicht, da sie einerseits viele Faktoren zu berücksichtigen hat, sie zum anderen davon abhängt, welche Ziele die Behandlung verfolgt (z.B. Geruchsminderung oder Volumenreduzierung für den Transport).

Die Anwendung einiger Behandlungsmethoden kann durch nationale oder regionale Gesetzgebung eingeschränkt sein, wie im Fall der anaeroben Vergärung in den Niederlanden. In diesem Kapitel wird lediglich eine Einschätzung hinsichtlich der umweltentlastenden Wirkung und technischen Machbarkeit vorgenommen. Es ist zu erwarten, dass diese Begutachtung einige Elemente einschließt, auf denen rechtliche Restriktionen basieren. Diese (nationalen) Restriktionen verhindern nicht, dass eine Technik als BVT eingestuft wird.

Auch wenn die Wirtschaftsdüngerbehandlung auf Betriebsebene in der EU nicht weit verbreitet ist, werden verschiedene Systeme angewandt oder getestet. Dennoch ist es im Rahmen dieses BREF nicht möglich, einen kompletten Überblick über alle Systeme zu geben, die von Interesse sind. Manchmal ist die Behandlung in eine andere Reduktionstechnik integriert. Zum Beispiel beinhalten Stallsysteme für Geflügel eine Kottrocknung, die ebenso als eine Art der Wirtschaftsdüngerbehandlung auf dem Betrieb angesehen werden kann (Kapitel 4.5).

Die Kombinationsmöglichkeiten, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden, sind nicht vollständig und es wird damit nicht zum Ausdruck gebracht, dass andere Kombinationen auf den Betrieben nicht ebenso funktionsfähig und geeignet sind.

Sowohl die Grundbehandlungsmethoden als auch die Kombinationen sind, so weit es die eingereichten Daten erlauben, beschrieben. Einige Schlüssel-Kenngrößen sind in Tabelle 4.28 zusammengefasst. Für eine integrierte Bewertung sollten diese Emissionen mit denen der Deponierung verglichen werden (z.B. Emissionen in Oberflächengewässer von 24% der Nährstoffe, NH_3-Emissionen von 25% des N-Gehaltes [17, ETSU, 1998], Seite 94, Tabelle 33). Diese Beurteilung ist sehr standortspezifisch und geht daher über eine generelle Bewertung der BVT hinaus.
Obwohl der Minderung der N-Gehalte im Wirtschaftsdünger bisher die größte Aufmerksamkeit zukam, ist eine Reduzierung des Phosphats ebenso wichtig. Die Rückgewinnung von Phosphat aus Geflügel-/Hühnerkot-Aschen ist die wahrscheinlichste Alternative, durch die Phosphat ökonomisch sinnvoll aus tierischen Abfällen für eine industrielle Nutzung genutzt /aufbereitet werden kann [86, CEEP, 1998]. Geflügelfestmist eignet sich aufgrund seines hohen Trockenmasse- und Energiegehalts gut zur Verbrennung. Die Asche aber, die einen hohen Phosphatgehalt aufweist, bereitet Probleme bei der Ausbringung.
Um die Rückgewinnung von Phosphat aus Aschen für die industrielle Herstellung von Phosphat wirtschaftlich zu gestalten, wären minimale Verbrennungs-Volumina und im Vergleich zu gesteinbürtigem Phosphat konkurrenzfähige Preise erforderlich.

Kapitel	Technik/Verfahren	Prod.[1)]	RNV (%)[2)]	Weitere Minderungseffekte	Emissionen		Energie[3)] (kWh/t)	Kosten (€/m³)	Eignung
					Luft	Wasser (mg/l)			
4.9.1	Mech. Trennung (Separierung)	k.A.	k.A.	keine	vernachlässigbar	vernachlässigbar	0,5-4 (kWh/m³)	1,4-4,2	Praxiserfahrung
4.9.2	Belüftung von Flüssigmist	k.A.	k.A.	keine	Geruch, CH_4, NH_3, N_2O	vernachlässigbar	10-38	0,7-4	Praxiserfahrung
4.9.3	Biologische Behandlung von Schweinegülle	k.A.	20,8	Abluftreinigung Belebtschlammverfahren	Geruch, NH_3, N_2O	N-t: 80 P: 260 CSB: 1800 BSB: 90	16 (5,6% TM)	6,1	Große Betriebe
4.9.4	Kompostierung von Festmist	Ja	k.A.	Keine	NH_3 (10-15% des N), Geruch	vernachlässigbar	5-50	12,4-37,2	Kein Betriebsgrößen-limit
4.9.5	Kompostierung von Geflügelmist mit Kiefernrinde	Ja	x	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	8,1 €/t	Erfahrung im FuE- Stadium
4.9.6	Anaerobe Behandlung von Mist	6,5 kWh/kg TM	k.A.	Entfernen von H_2S aus Biogas	Geruch, NH_3	k.A.	Energieertrag	Siehe Kapitel 4.9.6	Minimale Betriebsgröße 50 GV
4.9.7	Schlamm-Klärteiche (Lagune)	Nein	k.A.	keine	Geruch, NH_3, N_2O	Vorgereinigtes Abwasser	Gering	k.A.	Begrenzt
4.9.8	Verdampfung und Trocknung von Schweinegülle	k.A.	k.A.	Abluftreinigung (z.B. Kondensator, Säurewäscher, Biofilter	Geruch, NH_3,	CSB: 120	30 (kWh/m³ Wasser)	>2,3	Erfahrung im FuE- Stadium
4.9.9	Verbrennung von Broilermist	Ja	k.A.	Staubfilterung (Teflongewebe)	Geruch, Staub: 30 mg/m³, SO_2, NO_x, N_2O	k.A.	Energieertrag	18 €/t	130.000 Broilerplätze
4.9.10	Schweinegülle Additive	Ja	k.A.	keine	keine	keine	Energieertrag	0,5-1 €/Schwein	Routine

[1)] Marktfähiges Produkt: k.A.= keine Angaben [2)] RNV = relativer Nährstoffverlust, k.A.= keine Angaben [3)] Energie pro Tonne Wirtschaftsdünger
[4)] Jährliche Betriebskosten (inklusive Amortisierung) X = nicht bestimmt

Tabelle 4.28: Zusammenfassende Leistungsdaten von Wirtschaftsdüngerbehandlungsverfahren auf Betriebsebene

4.9.1 Separierung (mechanische Trennung) von Schweinegülle

Beschreibung: Die üblichen Techniken und Ziele werden in Kapitel 2.6 beschrieben.

Erzielter Umweltnutzen: Der Nutzen der Separierung hängt von der weiteren Behandlung der festen und flüssigen Fraktion ab. Der Anteil der Trockenmasse sollte in der flüssigen Fraktion so gering wie möglich sein und in der festen Fraktion so hoch wie möglich. Die Anwendung eines Flockungsmittels kann die technische Trennleistung von Press- und Zentrifugalverfahren erhöhen. Mit der Fest-Flüssigtrennung erfolgt gleichzeitig eine Trennung der Nährstoffe.

Separierverfahren	Flüssigmistart/ Tierkategorie	Anteil an der festen Fraktion (%)				
		Masse	TM	N	P_2O_5	K_2O
Sedimentation	Zuchtsau	28	68	44	90	28
Pressschnecke	Mastschwein	13	35	11	15	53
Strohfilter	Zuchtsau	11	79	23	>90	5
Zentrifuge	Mastschwein	13	47	21	70	13
Zentrifuge + Flockungsmittel	Mastschwein	24	71	35	85	24
Rollenpresse	Mastschwein	33	83	47	90	30

Tabelle 4.29: Ergebnisse verschiedener Separierverfahren angegeben in Prozent des/der Rohgülle in der festen Fraktion [3, Vito, 1998]

Medienübergreifende Effekte: Strohfilter fördern die Verdunstung von Wasser in der Größenordnung von ca. 12% des Flüssigmists. Etwa 45% des Stickstoffs werden dann in Form von Ammoniak emittiert. Es wird angenommen, dass andere Techniken kaum Emissionen aufweisen, da sie in geschlossenen Systemen verwendet werden. Der Energieverbrauch ist gering und liegt zwischen 0,5 kWh/m³ (Sedimentation) und 4 kWh/m³ (Zentrifuge).

Betriebstechnische Daten: Filter- und Siebtechnik können verstopfen oder beschädigt werden. Schaumbildung bei der Separierung mit Zentrifugen ist (aufgrund der überschüssigen Luft) wahrscheinlich.

Aus Österreich werden folgende Prozesskennwerte für eine Pressschnecke bei Schweinegülle berichtet:

- Kapazität: 4,8-5,2 kg/s
- Energieverbrauch: 320-380 J/kg
- Erreichter TM-Gehalt: 60-75%
- Gesamt abgetrennter N: 22.42%

Die genannten Spannen sind vom TM-Gehalt der behandelten Gülle abhängig. [194, Österreich, 2001]

Eignung: Die Mindestkapazität liegt meist bei 1 m³ pro Stunde und kann auf den meisten Betrieben verwendet werden (einschließlich kleinerer). Die Separierung mit Zentrifugen ist teurer und benötigt eine minimale Kapazität um sie ökonomisch einsetzen zu können. Mobile Anlagen (Filter und Zentrifugen) sind verfügbar und können auf verschiedenen Abschnitten des Betriebes eingesetzt werden.

Kosten: Aus Österreich stammen die folgenden detaillierten Angaben über die Kosten für die Separierung von Schweinegülle mit einer Schraubenpresse, die unter „betriebstechnische Daten“ beschrieben wurde: [194, Österreich, 2001]

- Anschaffungspreis: € 16.000
- Jährliche Investitionskosten (Kapitalkosten): € 2.800
- Betriebskosten: € 0,45/m³

Die von Vito erhaltenen Kosten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Technik	Investitionen (€)	Behandlungskosten (€/m³)	Kapazität (m³/Jahr)
Absetzen	Gering, keine Daten berichtet	1,36 (1994)	2000 (mit Flockungsmittel)
Schraubenpresse	13.139	2,92-3,07 (1992)	1000-5000
Strohfilter	89.244	4,21 (1995)	4500
Zentrifuge	180.966	3,59 (1994)	10000 (10m³/h)
Sieb-Band-Separator	76.849	3,25 (1988)	

Tabelle 4.30: Kostenangeben für einige mechanische Trennungstechniken [3, Vito, 1998]

Treibende Kraft für die praktische Anwendung: Durch die Separierung erhält man einen Feststoff, der leichter zu transportieren ist und/oder für nachfolgende Behandlungen wie die Kompostierung, Verdampfung oder Trocknung verwendet werden kann. [174, Belgien, 1998]

Referenzliteratur: [3, Vito, 1998]

4.9.2 Belüftung von Flüssigmist

Beschreibung: Die Belüftung wird in Kapitel 2.6.2 beschrieben.

Erzielter Umweltnutzen: Belüfteter Flüssigmist kann auf Grünland ausgebracht oder für das Spülen von Flüssigmistrinnen, Rohren oder Kanälen verwendet werden, um die Ammoniakemissionen aus dem Stall zu mindern. Ammonium-Stickstoff kann dabei vollständig aus dem Flüssigmist in Form von Ammoniak entweichen und in die Luft emittiert werden.

Medienübergreifende Effekte: Der aerobe Abbau der Nährstoffe reduziert die Geruchsfreisetzung. Zur Sedimentation schwimmender und schwebender Substanzen können Additive erforderlich sein. Nach dem Filtern des entstehenden Kondensats kann -abhängig vom verwendeten Additiv- ein Rückstand (Schlamm) entstehen, der schwer zu entsorgen ist.

NH_3 und N_2O werden emittiert [174, Belgien, 2001], ebenso Methan [194, Österreich, 2001].

Die Belüftung benötigt Energie, der Bedarf variiert abhängig von der verwendeten Ausstattung und der Größe der Anlage, und beträgt 10-38 kWh/m³ belüftetem Flüssigmist.

Betriebstechnische Daten: Die Belüftung von Schweinegülle kann zur Schlammbildung führen, welche schwer auszufällen ist, so dass Kalk zugegeben werden muss. Die Temperatur ist ein wichtiger Faktor, besonders in kalten Regionen, wo es schwer werden kann, das nötige Belüftungsniveau während des Winters aufrechtzuerhalten. Eine diskontinuierliche Intervall-Belüftung (15 Minuten/Stunde) in Kombination mit einer angestrebten BSB_5-Reduzierung um 50% resultiert in einer guten Geruchsminderung und einer sehr geringen Schlammentwicklung [193, Italien, 2001] (Burton et al. „Manure Management- Treatment strategies for sustainable agriculture“, Silsoe Research Institute, 1997).

Eignung: Es existiert bereits viel Erfahrung mit diesem Verfahren. Die Belüftung ist möglicherweise weiter verbreitet, als das Kompostieren von Festmist, da sie weniger aufwändig ist und das Umsetzen von Haufen oder Mieten nicht erforderlich ist.

Kosten: Die Kosten, entsprechend berichtet aus Finnland, liegen zwischen 0,7-2 €/m³ belüftetem Flüssigmist in einem herkömmlichen Lagerbehälter und 2,7-4 €/m³ belüftetem Flüssigmist in einem separatem Tank.

Referenzbetriebe: Diese Technik wird in einer Reihe von Mitgliedsstaaten verwendet, z.B. Finnland und Italien.

Referenzliteratur: [3, Vito, 1998] [125, Finnland, 2001]

4.9.3 Mechanische Trennung und biologische Behandlung von Schweinegülle

Beschreibung: Die Gülle wird aus einem Lager oder direkt aus dem Stall entnommen und - durch eine Sedimentationsvorrichtung, ein Sieb oder eine Zentrifuge - die festen, nicht gelösten Bestandteile abgetrennt. Das Ziel dieser Trennung ist:

- die Vermeidung einer Verstopfung der Geräte während der Behandlung und möglicher Geräteblockierung durch die Sedimentation
- die Reduzierung des Sauerstoffbedarfs und damit der Energiekosten.

Die Flüssigkeit wird durch einen Belüftungstank oder Becken gepumpt, wo sie für 2-3 Wochen verbleibt. Im Becken bauen Mikroorganismen (Belebtschlamm) das organische Material ab, hauptsächlich zu Kohlendioxid und Wasser. Zu selben Zeit wird ein Teil des organischen Stickstoffs zu Ammonium umgewandelt. Das Ammonium wird durch nitrifizierende Bakterien zu Nitrit und Nitrat oxidiert. Durch das Einstellen anaerober Phasen in unbelüfteten Becken, kann das Nitrat durch Denitrifikation in N_2 überführt werden.

Der Belebtschlamm und das gereinigte Effluent fließen dann vom Belüftungsbecken in ein weiteres (sekundäres) Absetzbecken. In diesem Becken setzt sich der Schlamm ab und ein Teil davon wird im Belüftungsbecken wieder verwendet. Der Rückstand wird in einem Lagerbecken gesammelt, um ihn weiter aufzukonzentrieren. Der aufkonzentrierte Rückstand kann als Dünger verwendet werden (manchmal wird er vorher kompostiert).

Erzielter Umweltnutzen: Das Effluent (oder Abwasser) enthält sehr geringe Mengen an N und P. Es verlässt das sekundäre Absetzbecken über einen Überlauf. So kann es entweder entsorgt oder zwischengelagert werden, um es auf landwirtschaftlichen Nutzflächen als Dünger einzusetzen.

Medienübergreifende Effekte: Elektrische Energie wird benötigt, um die Belüftung, Pumpen und die Vortrennung der Feststoffe zu realisieren. Im praktischen Betrieb wurde ein Energiebedarf von 16 kWh/m³ Rohgülle ermittelt.

Nachteilig ist, dass ein Teil des Stickstoffs, der in die Atmosphäre entweicht, nicht als N_2, sondern NH_3 oder N_2O emittiert. Sowohl die technische Ausführung und die ordnungsgemäße Funktion dieser Verfahren ist sehr wichtig, um zu vermeiden, dass Umweltprobleme vom Wasser in die Luft verlagert werden.

Auch muss das Abwasser (in Vorfluter) entsorgt werden, was in einigen Fällen nicht möglich oder verboten ist.

Betriebstechnische Daten: Die angegebenen Daten gelten für einen Betrieb in der Bretagne mit 250 Sauen und 5000 Mastplätzen pro Jahr und einer jährlichen Gülleproduktion von ca. 5000 m³.Die Feststoffe werden durch Siebung abgetrennt. Die Kennwerte hinsichtlich Stoffhaushalt, Mengen und Zusammensetzung der Produkte sowie deren Kosten für die Installation der mechanischen Trennung und der biologischen Behandlung auf diesem Betrieb sind in Tabelle 4.31, Tabelle 4.32, Tabelle 4.33 und Tabelle 4.34 zusammengefasst.

	IN	**OUT**				
Bestandteil	**Gülle**	**Sieb- Rückstand**	**Schlamm**	**Abwasser**	**Emissionen**	**Gesamt**
Masse	1000	57	260	580	103	897
Trockenmasse	56	20	21	5	10	46
Schwebstoffe	48			0,3		
Wasser	944	37	239	575	93	851
CSB	52			1		
BSB	6,6			0,05		
N	4,4	0,5	0,7	0,05	3,15	1,25
P_2O_5	3,3	0,6	2,0	0,4	0,3	3
K_2O	3,5	0,2	0,9	1,8	0,6	2,9
Cl	1,9			0,8		

Tabelle 4.31: Massenbilanz der mechanischen Trennung und biologischen Behandlung von Schweinegülle [3, Vito, 1998]

Bestandteil	Sieb-Rückstand	Schlamm	Abwasser	Emissionen
Menge	6	26	58	10
Trockenmasse	35	38	9	18
Schwebstoffe			0,6	
CSB			2	
BSB			0,8	
N	10	16	1	73
P_2O_5	18	61	11	10
K_2O	5	26	50	19
Cl			42	

Tabelle 4.32: relative Verteilung einiger Bestandteile bei verschiedenen Produktionsschritten [3, Vito, 1998]

Bestandteil	Gülle	Sieb- Rückstand	Zufluss	Schlamm	Abwasser
Trockenmasse	56	350	39	80	8,5
Schwebstoffe	48		29		0,5
Wasser	944	650	961	920	991,5
CSB	52		36		1,8
BSB	6,6		6,1		0,09
N	4,4	8,1	4,2	2,7	0,08
P_2O_5	3,3	9,9	2,9	7,5	0,6
K_2O	3,5	3,4	3,4	3,4	3,0
Cl	1,9		1,9		1,4

Tabelle 4.33: Zusammensetzung von Gülle und Produkten in g/kg [3, Vito, 1998]

Das Sieb entfernt eine kleine Menge mit relativ hohen Trockenmasse-Gehalten und Phosphat. Das Dickseparat weist 35% Trockenmasse auf und kann aufgeschüttet werden.

Die Tabellen zeigen, dass ein großer Anteil des Stickstoffs (72%) aufgrund von Nitrifikation und Denitrifikation an die Umwelt abgegeben wird. Nur ca. 1% des Stickstoffs verbleibt im Abwasser. P_2O_5 verbleibt zum größten Teil im Belebtschlamm. Es muss angemerkt werden, dass in der Quelle nicht angegeben wird, ob der BSB von 5, 7 oder 20 Tagen gemessen wurde.

Die Rest-Konzentrationen im Effluent müssen mit den örtlichen Einleitergrenzwerten genügen. Dies kann zum Problem werden, und kann dazu führen, dass die Ausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen die einzige Möglichkeit zur Entsorgung des Abwassers darstellt. Die Menge und Zusammensetzung der verschiedenen Produkte ist sehr unterschiedlich. Wichtige Einflussfaktoren sind:

- der Wassergehalt der Gülle
- die Variabilität der Behandlung

Üblicherweise sind die Belüftungsbecken offen und es können beachtliche Emissionen gasförmiger Komponenten (wie Gerüche, Ammoniak, N_2O) in die Luft erwartet werden. In diesem Beispiel wurden die Emissionen nicht gemessen. Das Abdecken der Becken sowie das Absaugen und Behandeln der Luft oder angemessene Prozesskontrolle reduzieren diese Emissionen. Trotzdem muss mit Emissionen von N_2O gerechnet werden.

Eignung: Die Methode ist sowohl auf neuen als auch bestehenden Betrieben verwendbar. Aufgrund der Kosten ist sie aber nur für (sehr) große schweinehaltende Betriebe geeignet. Sie basiert auf der biologischen Behandlung von häuslichem und industriellem Abwasser. Sachgemäße Prozesskontrolle ist notwendig, kann aber auf dem Betrieb schwierig sein, weshalb die Ausgliederung eine Lösung sein kann. Es kann in kalten Regionen im Winter problematisch werden, die notwendige Mindesttemperatur, die für eine ausreichende biologische Aktivität notwendig ist, aufrechtzuerhalten. In diesem Fall steigt der Ammoniakgehalt und kann zu einer Behinderung der Nitrifikation führen.

Bei dickflüssigerer Gülle, wie der von Mastschweinen, muss mit großen Mengen Restschlamm gerechnet werden. In der Praxis beschränkt dies die Anwendung dieser Verfahren auf die Behandlung von Sauengülle mit einem Trockenmassegehalt von nicht mehr als 6%.

Kosten: Die Kosten wurden für die zuvor beschriebene Anlage in der Bretagne mit einer Kapazität von 5 Kilotonnen Gülle pro Jahr berechnet. Die Investition betrug € 134000 (1994). Tabelle 4.34 zeigt die Betriebskosten (inklusive externer technischer Betreuung), beinhalten aber nicht die Kosten und Einkünfte aus dem Absatz der Produkte.

Kostenfaktor	Kostenbasis	€/t Gülle
Kapital	10 Jahre, 7%	3,6
Instandhaltung	3% der Investitionen	0,8
Strom	16 kWh/t und 0,08 €/kWh	1,3
Technische Betreuung		0,4
Gesamt		6,1

Tabelle 4.34: Einschätzung der Betriebskosten einer Anlage für die mechanische Trennung und biologische Behandlung von Sauengülle mit einer Kapazität von 5 Kilotonnen pro Jahr in €/Tonne [3, Vito, 1998]

Treibende Kraft zur Einführung: Das Verfahren wird bevorzugt auf Betrieben eingesetzt, die Gülle mit hohem Wassergehalt erzeugen. Auch scheint das Verfahren die höchste Kosteneffizienz auf Betrieben mit mehr als 500 Sauen aufzuweisen.

Referenzbetriebe: Bretagne (Frankreich).

Referenzliteratur: [3, Vito, 1998], [145, Griechenland, 2001]

4.9.4 Kompostierung von Festmist

Beschreibung: Die Kompostierung (siehe Kapitel 2.6.3) kann nach dem Trocknen von frischem (Geflügel)mist, nach der Abtrennung der Feststoffe von Schweinegülle oder nach der Zugabe von trockenem, organischem Material zu relativ nassem Festmist erfolgen.

Erzielter Umweltnutzen: Der Nutzen in Form des entstehenden Düngerproduktes ist abhängig von der Art des Mistes, der Vorbehandlungstechnik, den Additiven und der Art der Kompostierungstechnik. Der Nutzen kann daher nicht im Allgemeinen quantifiziert werden.

Medienübergreifende Effekte: Kompostierung führt zu einem Verlust von Stickstoff, Kalium und Phosphor. In nur bedingt aeroben Verhältnissen, wie sie in einem nicht abgedeckten Misthaufen auftreten, gehen 10-55% des Stickstoffs verloren. Der größte Teil des Stickstoffs entweicht als Ammoniak in die Atmosphäre, während ein kleinerer Teil mit dem Sickerwasser in den Boden (oder auf die Festmistplatte) gelangt. Die Verdunstung/Ausgasung von Stickstoff kann durch eine Abdeckung verhindert werden. Torf kommt als Abdeckung in Frage, da saurer Sphagnum-Torf (Sphagnum fuscum) eine bessere N-Bindungskapazität besitzt, als z.B. Stroh, Sägemehl oder Holzspäne. Torf ist jedoch eine nicht erneuerbare Ressource, was der Grund sein mag, dass er nicht als Abdeckung von Misthaufen verwendet wird [190, BEIC, 2001]

Wird die Mistmiete auf der Erde gelagert, sickert ein Teil des Stickstoffs in den Boden gast ein Teil des versickerten Stickstoffs wieder aus. Zum Teil können ihn Pflanzen (können diesen) nach dem Entfernen des Haufens aufnehmen. Je nach Höhe der versickerten Menge, der Bodenoberfläche und der Bodenart kann ein Teil des Stickstoffs auch in Oberflächengewässer oder das Grundwasser gelangen.

Etwa die Hälfte des Kaliums geht während der Kompostierung verloren. Kalium wird nur über Sickerwasser ausgewaschen. Diese Emissionen können durch eine wasserdichte Abdeckung des Kompostes verhindert werden. Die Abdeckung verhindert die durch Regenwasser bedingten Auswaschungsverluste, nicht aber die durch den Kompostierungsprozess entstehenden.

Findet die Kompostierung im Stall statt, treten keine Verluste in den Boden oder durch Auswaschung während der Kompostierung auf.
Die Kompostierung kann die Geruchsbildung erhöhen, eine Quantifizierung ist aber schwierig.

Betriebstechnische Daten: Der Energieverbrauch hängt von der angewendeten Kompostierungstechnik ab. Ohne Belüftung und Wenden der Mieten ist der Energieverbrauch zu vernachlässigen. Der Verbrauch schwankt zwischen 5 kWh/Tonne nur für das Wenden und 8 bis 50 kWh/Tonne für Anlagen, die auch eine Belüftung über oder unter den Mieten haben.

Die während einer fachgerecht durchgeführten Kompostierung entstehende Hitze überführt die Feuchtigkeit in der Kompostmiete in Wasserdampf, welcher dann entweicht.
Die Kompostierung dauert bis zu 6 Monate und länger, kann aber durch regelmäßiges Umsetzen und Belüftung verkürzt werden.

Eignung: Der Kompostierungsprozess ist relativ einfach und kann in kleinem Maßstab eingesetzt werden, er benötigt jedoch Kontrolle, um anaerobe Prozesse, die zu Geruchsbelästigungen führen können, zu vermeiden. Ist eine Prozesskontrolle und Reduzierung der Emissionen notwendig, muss die Kompostierungsanlage größer sein, um (aus Kostengründen) effektiv zu funktionieren.

Kosten: Die Kosten sind abhängig von Umfang der Anwendung und schwanken sehr stark. Ein Anhaltspunkt für die Kosten liegt bei 12,4-37,2 € pro Tonne Mist [3, Vito, 1998].

Treibende Kraft zur Einführung: Kompostierter Festmist riecht kaum, ist stabiler, enthält weniger pathogene Keime und ist relativ trocken. Dies ermöglicht einen einfachen Transport mit geringem Risiko einer Verbreitung von Krankheiten. [174, Belgien, 2001]

Referenzbetriebe: Die Technik wird in verschiedenen Mitgliedsstaaten eingesetzt, z.B. in Portugal, Griechenland und Schweden.

Referenzliteratur: [3, Vito, 1998] [125, Finnland, 2001] [145, Griechenland, 2001]

4.9.5 Kompostierung von Geflügelmist unter Verwendung von Kiefernrinde[6]

Beschreibung: Um das Kompostierungssystem zu kontrollieren und eine bessere Qualität zu erreichen können Materialien, wie Stroh und Gras zugegeben werden, um den C-Gehalt zu erhöhen. Die Verwendung dieser Zuschlagstoffe zielt darauf ab, die Struktur (Lufträume) und Bindung von N zu erhöhen und dadurch auch Emissionen in die Atmosphäre zu vermeiden.

In diesem Beispiel wird Gefügelmist mit Kiefernrinde in einem Exkrement-/Rinden-Verhältnis von 3:1 auf Basis der Frischmasse gemischt. Im Vergleich zu anderen Zuschlagstoffen zeigt die Kiefernrinde die besten Ergebnisse hinsichtlich pH-Wert, N-Verdunstung und C-Gehalt (organisches Material).

Die Kompostierung findet bei einer Temperatur von 55-60°C statt. Eine Mindeststruktur der Mist-/ Rinden-Mischung wird für eine ausreichende Sauerstoffversorgung aufrechterhalten.

Medienübergreifende Effekte: Die NH_3 Emissionen sind erheblich [174, Belgien, 2001].

Betriebstechnische Daten: Der mit Zugabe von Kiefernrinde produzierte Kompost hat einen unveränderten Gehalt an organischer Masse/Substanz (auf TM-Basis) von 70% nach 90 Tagen. Die Stickstoffverluste erreichen ca. 35% (auf TM-Basis) nach 90 Tagen und erhöhen sich um 1-2% in den nächsten 90 Tagen. Der pH-Wert nach 90 Tagen lag unter 8 und erreichte 7,5 nach 180 Tagen.

[6] Anmerkung des Übersetzers: Im Sinne der Pflanzenanatomie ist Kiefernborke gemeint.

Eignung: Die Kompostierungs-Technik kann auf neuen und bestehenden Betrieben eingesetzt werden. Erforderlich ist die Verfügbarkeit der benötigten Zuschlagstoffe, in diesen Fall Kiefernrinde. Die Rinde muss getrocknet und vermahlen werden, bevor sie dem Mist zugesetzt werden kann.
Kosten: Die Kosten für den Mist von 200000 Legehennen wurden berechnet und sind in der unten stehenden Tabelle zusammengefasst:

Kostenfaktoren	€/Tonne bearbeitetem Mist	€/Tonne erhaltenem Kompost
Zuschlagstoffe	2,4	5,4
manuelle Arbeit	1,2	2,8
Instandhaltung und Reparatur	0,8	1,7
Energie	3,7	8,3
Gesamt	8,1	18,2

Tabelle 4.35: Kostendaten für die Kompostierung von Geflügelmist von 200000 Legehennen mittels mechanischem Wenden

Treibende Kraft zur Einführung: Es gab einen örtlichen Markt für Mineraldüngerersatzprodukte.

Referenzbetriebe: Es sind keine Anwendungen außerhalb der experimentellen Ebene bekannt.

Referenzliteratur: [75, Menoyo et al., 1998]

4.9.6 Anaerobe Behandlung von Wirtschaftsdüngern in einer Biogas-Anlage

Beschreibung: Diese Technik wurde in Kapitel 2.6.4 kurz beschrieben.

Erzielter Umweltnutzen: Der Nutzen liegt in der Reduzierung der Trockenmasse (auf 30-40% des Ausgangsgehaltes), der Biogas-Produktion (25m³ pro m³ Schlamm) mit einem Methangehalt von 65%. Bei Schweinegülle ist mit einer spezifischen Methan-Produktion von ca. 200 Liter pro kg Trockenmasse (oder etwa 6,5 kWh) zu rechnen. Der Haupt-Effekt liegt in der Verminderung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe und der CH_4 Emissionen.

Medienübergreifende Effekte: Zusätzlich ergeben sich bei der Anwendung der anaeroben Fermentation in einer Biogasanlage eine Anzahl weiterer Effekte:

- Die Reduzierung von Pathogenen im Wirtschaftsdünger
- Die Reduzierung der Geruchsemissionen
- Die Umwandlung von organischen N in NH_3
- Verbesserte Eigenschaften für die Trennung, weitergehende Behandlung oder Ausbringung
- Die Reduzierung der Emission von Treibhausgasen

Bei der Verbrennung des Biogases in Heizungen und Motoren entstehen weitere Emissionen.

Betriebstechnische Daten: Um die erforderliche Prozesstemperatur zu erreichen, kann der Wirtschaftsdünger entweder durch die Nutzung eines Teils des Biogases oder durch einen Wärmetauscher, gespeist mit dem Kühlwasser der Gasmotoren, erwärmt werden. Beim Einsatz der Anaerobtechnik in landwirtschaftlichen Betrieben wird die Erwärmung des Wirtschaftsdüngers nicht immer vorgenommen.
Die für die Mischer und Pumpen benötigte Wärme wird auf etwa 10-20% der Bruttoenergieproduktion der Anlage geschätzt.

Das Gas wird in einem Gasspeicher gelagert, bevor es für Heizkessel oder Gasmotoren genutzt wird. Bevor das Gas genutzt werden kann, muss der Schwefel durch eine biologische, adsorptive (Aktivkohle oder Eisenchlorid) oder chemische Methode in größeren Anlagen entfernt werden.

Eignung: Es gibt keine technischen Einschränkungen für die Verwendung auf einem Betrieb. Die Kosteneffizienz wird wahrscheinlich bei größerem Gärbehältern verbessert. Nach Literaturangaben liegt die Mindestbetriebsgröße (Siehe Referenz-Literatur) bei 50 GV [194, Österreich, 2001].

Es können verschiedene Arten von Wirtschaftsdüngern behandelt werden, Geflügelmist erfordert jedoch regelmäßiges Reinigen und Entfernen der Sedimente im Reaktor (Sand), außerdem eine intensive Vermischung der Biomasse.

Kosten: Die Investitionskosten für eine anaerobe Aufbreitungsanlage mit einer Kapazität von 100 GV liegen innerhalb einer Spanne von € 180000 bis 250000. Die jährlichen Betriebskosten (laufende Kosten) sind:

- Technische Unterstützung: € 12500
- Instandhaltung und Reparatur: € 1800-2500 (1% der Investitionskosten)
- Versicherung: € 450-650 (0,25% der Investitionskosten)

Die jährlichen Gewinne sind:

- Energiegewinnung: € 42400
- Wärmegewinnung: € 13300
- Verbesserung des Wertes des organischen Düngers (N-Wert): € 7000 [194, Österreich, 2001]

Treibende Kraft zur Einführung: Die hohen Energiepreise und Förderprogramme zur nachhaltigen Energiegewinnung sind Gründe für den Einsatz dieser Technik. In einigen Mitgliedsstaaten wird die Nutzung von Biogas aus abgedeckten Schweinegüllelagerbehältern durch finanzielle Anreize gefördert. (z.B. Italien).

Referenzbetriebe: Deutschland hat die größte Anzahl an Biogasanlagen auf Betrieben (1998 ca. 650), die meisten anderen Länder haben weniger als 100, andere nur einzelne Anlagen. In Italien wurden etwa 50 kostengünstige Faulbehälter gebaut. Güllebehälter werden mit Folien abgedeckt, diese Reaktoren arbeiten bei niedrigen Prozesstemperaturen. In einigen Ländern, wie z.B. Dänemark und Deutschland, wurden einige zentrale Biogasanlagen, die Wirtschaftsdünger und andere Abfälle verwerten, gebaut.

Referenzliteratur: [17, ETSU, 1998] [124, Deutschland, 2001] [144, Großbritannien, 2000], und:
Amon Th.; Boxberger J.; Jeremic D., 2001,"Neue Entwicklungen bei der Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdüngern, Energiepflanzen und organischen Reststoffen", Die 5. Internationale Tagung, „Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung", 6-7 März 2001, Universität Stuttgart/Hohenheim, ISBN 3-9805559-5-X, pp 140-145.

4.9.7 Anaerobe Lagunen (Übersetzer: anaerobe Schlamm- oder Klärteiche)

Beschreibung: Diese Technik wurde in Kapitel 2.6.5 beschrieben. Die anaerobe Behandlung kann durch eine abschließende aerobe Phase ergänzt werden, bevor die flüssige Phase auf Nutzflächen ausgebracht oder entsorgt wird.

Erzielter Umweltnutzen: Der Umweltnutzen der anaeroben Behandlung hängt von der Qualität der Restflüssigkeit und seiner Verwendung nach der Behandlung ab. Das Ziel ist eine Verbesserung sowohl der festen als auch flüssigen Bestandteile des Wirtschaftsdüngers, so dass sie als Düngemittel verwendet werden können.
Informationen über Schlammteiche verweisen auf die Möglichkeit der Entsorgung (Einleitung) oder die Ausbringung auf Nutzflächen in Situationen, die andernfalls ungewollte Umwelteinflüsse nach sich ziehen. Es ist fraglich, ob Schlammteiche in diesen Fällen das Problem der Wirtschaftsdüngerausbringung lösen oder es verstärken.

Medienübergreifende Effekte: Es können sich Gerüche, sowie NH_3 und N_2O [174, Belgien, 2001] in den Schlammteichen entwickeln. Nach dem Abtrennen der flüssigen Bestandteile verbleibt das Dickseparat, das dann weiter behandelt (z.B. kompostiert) werden muss.

Energie wird für die Trennung der festen Fraktion und für das Pumpen der Flüssigkeit zwischen den Becken benötigt. In einigen Mitgliedsstaaten werden natürliche Höhenunterschiede in der Landschaft genutzt, um die Flüssigkeit durch die Schwerkraft von einem zum anderen Becken fließen zu lassen. Am Ende der Trennung bleibt eine flüssige Fraktion übrig, die beseitigt werden muss.

Betriebstechnische Daten: Das Schlammteich-System ist leicht zu bedienen. Im Allgemeinen trennt eine Anlage die feste Fraktion mechanisch. Die Restflüssigkeit kann bis zu einem Jahr in den verschiedenen Klärteichen bleiben. Die abschließende aerobe Stufe ist optional, daher haben einige Anlagen eine Belüftungsanlage und andere nicht.

Analysen der Flüssigkeit während der unterschiedlichen Stufen der Behandlung können angewandt sein/werden.

Eignung: Anaerobe Schlammteiche werden auf Betrieben verwendet, die über eine große Anzahl an Tieren verfügen und ausreichend Land zur Verfügung haben, damit eine Reihe von Teichen für die verschiedenen Behandlungsstufen angelegt werden können (Alternativvorschlag: mit hoher Tierzahl eingesetzt, die ausreichend Land zur Verfügung haben, um eine Reihe von Schlammteichen für die verschiedenen Behandlungsstufen einrichten zu können). Schlammteiche sind besonders für große Kapazitäten geeignet. Trotzdem muss beachtet werden, dass infolge der Temperaturansprüche für den Anaerobprozess das Verfahren für Gebiete mit kalten Wintern weniger geeignet ist.

Kosten: Die Kosten hängen von den geophysischen Bedingungen des Bodens und der Größe der Anlage ab.

Treibende Kraft zur Einführung: Die Gesetzgebung zur Regelung der Ausbringung von Abwasser auf Nutzflächen oder zur Entsorgung in Oberflächengewässern hat zur Einrichtung von anaeroben Schlammteichen in einigen Mitgliedsstaaten wie Portugal und Griechenland beigetragen.

Referenzbetriebe: Betriebe in Portugal, Griechenland und Frankreich.

Referenzliteratur: [145, Griechenland, 2001]

4.9.8 Verdampfung und Trocknung von Schweinegülle

Beschreibung: Der Mist wird zuerst zerkleinert und gemischt. Mittels eines Wärmetauschers wird der Mist auf 100°C durch ein warmes Kondensat (Brüdenkondesation) erhitzt und die Temperatur für etwa 4 Stunden beibehalten. In dieser Zeit findet die Entgasung des Flüssigmists statt, entstehender Schaum wird abgebaut. Die Gase werden zu Nebenprodukten verarbeitet.

Im nächsten Schritt wird der Mist in einen Trocknungsanlage verbracht und verdichtet (1,4 bar). Die entstehenden Brüden werden verdichtet, dadurch wird die Temperatur auf 110°C erhöht (Brüdenkompression). Die heißen Brüden werden dann in einen Wärmetauscher geführt, mit der Wärme wird der Mist getrocknet. Zwischen dem Mist und den Brüden befindet sich eine Wand bestehend aus dünnen Rohren, an der die Brüden kondensiert werden (Brüdenkondensation), bevor sie entsorgt werden.

Erzielter Umweltnutzen: Ermöglicht das Trocknen von Schweinemist mit einem geringen Energieeinsatz und verminderten Emissionen an Luft und Wasser.

Medienübergreifende Effekte: Die Verwendung von mechanischer Brüdenkompression hat einen Energieverbrauch von etwa 30 kWh pro Tonne verdampftem Wasser.

Betriebstechnische Daten: Die Produkte dieser Technik sind pulverförmiger Wirtschaftsdünger mit einem TM-Gehalt von 85% und ein Abwasser, bestehend aus dem Restkondensat. Dieses Kondensat hat geringe N- und P-Gehalte und einen CSB von weniger als 120 mg/l.
Der Prozess wird durch die Heterogenität des Flüssigmistes, durch Schaumbildung und Korrosion beeinträchtigt.

Eignung: Das Verfahren wurde für die Nutzung auf großen Betrieben entwickelt. Die maximale Leistung beträgt 15-20m³ pro Tag. Die Verwendung ist auf neuen und bestehenden Betrieben möglich.

Kosten: Die Kosten für eine Anlage (ausschließlich Einhausung) werden mit € 160000-200000 (1994) veranschlagt. Die Betriebskosten werden mit € 2,3 pro m³ berechnet.

Kostenfaktor	Kostengrundlage	€/m³ (1994)
Investition	Anlage mit 15-20 m³	10000
Energie	30 kWh	1,3
Zusätzliche Komponenten		0,6
Technische Unterstützung		0,4

Tabelle 4.36: Kosten für eine Anlage zur Verdampfung und Trocknung von Schweinegülle mit einer Kapazität von 15-20 m³ pro Tag [3, Vito, 1998]

Referenzliteratur: [3, Vito, 1998]

4.9.9 Verbrennung von Geflügelmist

Beschreibung: Die beschriebene Anlage hat eine Kapazität von 0,5 Tonnen Mist (55% TM) pro Stunde und wird 5000 Stunden pro Jahr betrieben.

Der Broilermist wird automatisch aus einem Mistlager in eine erste Brennkammer mit einer Temperatur von 400°C eingespeist. Von dieser Kammer aus gelangt das Gas/Asche-Gemisch in eine zweite Brennkammer. In dieser Kammer wird die Mischung schnell, d.h. in 3 Sekunden, unter kontrollierter Sauerstoffzufuhr auf eine Temperatur von 1000-1200°C erhitzt. Durch die hohe Temperatur werden alle Geruchsstoffe vernichtet. Die heißen Abgase verlassen die zweite Kammer und gelangen durch einen Wärmetauscher, in dem Wasser auf einen Temperatur von ca. 70°C erhitzt wird. Das erhitzte Wasser wird für die Bodenheizung von zwei Broilermastställen mit einer Gesamtfläche von 5000 m² genutzt.

Erzielter Umweltnutzen: Der Vorteil dieser Technik ist zum einen die Produktion einer Asche, die als Düngemittel verwendet werden kann und zum anderen heißes Wasser, das für die Beheizung der Ställe genutzt wird und dadurch fossile Energien einspart.

Medienübergreifende Effekte: Ist die Anlage einmal in Betrieb, ist kein weiterer Brennstoff für die Verbrennung des Mistes (mit einem TM-Gehalt von 55%) notwendig.

Die Abgase werden nach Passage eines Teflon-Staubfilters an die Atmosphäre abgegeben. Der Staubfilter vermindert die Staubkonzentrationen im Abgas von 1000 auf 30 mg/m³. Der gefilterte Staub wird der verbleibenden Asche aus den Verbrennungskammern zugegeben.

Die Geruchsemissionen sind aufgrund der hohen Prozesstemperatur gering. Die SO_2-Emissionen sind wegen des zugesetzten Kalks begrenzt.

Betriebstechnische Daten: Als Rohmaterial wird Broilermist mit einem TM-Gehalt von 55% und einem geringen Verschmutzungsgrad verwendet. Für jeden Produktionskreislauf wird etwa 1 Tonne Holzspäne auf den Stallboden von 5000 m² verteilt. Zur Fixierung der Schwefelverbindungen werden kleine Mengen Kalk zum Mist hinzu gegeben.

Von dieser Mischung bleiben nur 10% nach der Verbrennung übrig. Dieser Rückstand kann als Düngemittel verkauft werden.

Im beschriebenen Bespiel wurde eine Anlage mit einer Kapazität für den Mist von 200000 Broilerplätzen errichtet. Würde die Anlage mit voller Kapazität betrieben, könnte sie 500 kg Mist in einer Stunde verbrennen. Die Anlage wird jedoch nur mit einer reduzierten Kapazität von 130000 Plätzen betrieben und behandelt 6 bis 7 Tonnen am Tag, was für den Energiebedarf zur Beheizung der Ställe ausreicht.

Eignung: Die Anlage kann auf neuen und bestehenden Betrieben erstellt werden. Die Kapazität kann an die vorhandene Wirtschaftsdüngerproduktion angepasst werden. Über technische Einschränkungen beim Einsatz auf Betriebsebene wurden nicht berichtet.

Kosten: Die Kosten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Kostenfaktor	Kosten (€/Tonne]
Investition (inkl. Filter)	205751
Nur Staubfilter	76847
Betrieb (Kapital, Instandhaltung, etc.)	45860
Erträge/Einnahmen (Energieeinsparung und Mist /Düngemittel-/Produktverkauf)	-59494

Tabelle 4.37: Kostendaten für die Verbrennung von Geflügelmist auf dem Betrieb [3, Vito, 1998]

Die Kosten sind abhängig vom verwendeten Material und können sehr viel höher sein, wenn haltbarere Materialien verwendet werden. Die Betriebskosten und Erträge/Einnahmen sind auf jährlicher Basis berechnet und ergeben eine positive Bilanz. Für eine Anlage, die 5000 Stunden im Jahr mit einem jährlichen Input von 2,5 Kilotonnen Mist betrieben wird, liegen die Bruttokosten, basierend auf den oben genannten Daten, bei ca. 18 €/Tonne Mist. Die Kosten hängen stark vom Einsatz einer Abgasbehandlung ab. Dies kann für die Anwendung auf einem Betrieb zu teuer werden.

Referenzbetriebe: In Deutschland eingesetzt

Referenzliteratur: [3, Vito, 1998]

4.9.10 Additive für Schweineflüssigmist

Quelle: [196, Spanien, 2002]

Beschreibung: Von allen in Kapitel 2.6.6 beschriebenen Additiven werden in den Betrieben üblicherweise nur diejenigen verwendet, die durch eine Änderung der physikalischen Eigenschaften des Flüssigmistes, zu einer Verbesserung der Handhabung führen, wie z.B biologische Mittel; in den meisten Fällen haben diese Additive positive Effekte. Diese Additive sind nicht gefährlich, weiterhin wurden keine signifikanten, medienübergreifenden Effekte berichtet.

Ihre Verwendung beruht auf einer Verbesserung der Fließeigenschaften der Gülle, der Beseitigung von Schwimmdecken, der Verminderung von Schwebstoffen und einer Verminderung der Schichtenbildung (Schwimmdecken, Sinkschichten). Diese Effekte wurden jedoch nicht in allen - vergleichbaren - Fällen aufgezeigt.

Die Verwendung vereinfacht und beschleunigt die Reinigung der Flüssigmistkanäle und führt zu einem verringertem Wasser- und Energieverbrauch. Außerdem ist die Gülle homogener und lässt sich bei der Ausbringung besser dosieren.

Erzielter Umweltnutzen: Mit homogenerem Flüssigmist lässt sich seine Nutzung und das Wirtschaftsdüngermanagement verbessern, hauptsächlich dadurch, dass die Dosierung bei der Applikation vereinfacht wird. Ein geringeres Volumen wird durch den verringerten Verbrauch von Wasser bei der Reinigung der Flüssigmistkanäle ermöglicht. In einigen Fällen konnte eine Absenkung der Ammoniakemissionen erreicht werden.

Kosten: Die Kosten schwanken stark, aber die meisten der heutzutage kommerziell vermarkteten Produkte liegen zwischen 0,5 und 1€ pro Schwein.

Medienübergreifende Effekte: Durch den verminderten Einsatz von Reinigungsgeräten sind Energieeinsparungen möglich, auch eine Einsparung von Wasser.

Referenzbetriebe: Es sind viele kommerzielle Produkte in der EU registriert. Einige Betriebe in verschiedenen Mitgliedsstaaten nutzen sie regelmäßig.

Referenzliteratur: [202, Institute of Grassland and Environmental Research, 2000]

4.10 Techniken zur Verminderung der Emissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Die Verteilung von Gülle und Festmist auf landwirtschaftlichen Flächen und die Bewässerung mit Abwässern sind allgemein verbreitete Verfahren. Im Wesentlichen sind die Mengen der emittierten Nährstoffe, wie N und P, eine Funktion der Menge des Wirtschaftsdüngers und dessen Nährstoffgehalts. Menge und Konzentration können durch die Anwendung verschiedener Fütterungsverfahren und den effizienten Einsatz von Wasser vermindert werden (siehe Kapitel 4.2 und 4.3). Erhöht werden sie durch die Verminderung von Luftemissionen, die durch die Verwendung von Minderungstechniken bei der Mistgewinnung und Lagerungssystemen (Kapitel 4.5, 4.6 und 4.8) erreicht wird. Es wurden Verfahren entwickelt, um diese organischen Abfälle (Übersetzer: nach deutschen Recht sind dies keine Abfälle, soweit sie auf landwirtschaftlichen Flächen zur Düngung gemäß DüngeV eingesetzt werden, sondern Wirtschaftsdünger) sind vor der Aufbringung auf der Fläche zu behandeln. Die Ziele dieser Verfahren sind die Mengenreduzierung des organischen Abfalls der aufgebracht wird, die Auswirkungen auf die Umwelt während und nach ihrer Ausbringung zu vermindern oder einen Dünger mit guter Qualität herzustellen (Kapitel 4.9).

Techniken zur Verminderung der Emissionen bei der Ausbringung können in zwei Kategorien eingeteilt werden:

1. Techniken zur Verminderung der Emissionen nach oder durch die Ausbringung; dies betrifft Emissionen in den Boden oder Oberflächen- und Grundwasser (N, P, etc.) und in gewissem Maße in die Luft.
2. Techniken die die Emissionen vermindern, die während der Ausbringung auftreten; diese sind hauptsächlich Luftemissionen (Ammoniak und Geruch) und Lärm.

(Übersetzer: hier wird der Eindruck erweckt, dass die Emissionen in die Atmosphäre (hier Ammoniak) überwiegend während des Ausbringungsvorgangs auftreten. Dies ist nicht der Fall. Nur sehr geringe Anteile entweichen während des Ausbringungsvorgangs, mehr als 95 %, meist mehr als 99 % entweichen nach dem Ausbringungsvorgang)

In der Praxis ist die Unterscheidung der zwei Techniken nicht sehr deutlich, da die Verwendung einer Verminderungstechnik in einer Kategorie auch vermindernde Effekte auf die andere hat.

4.10.1 Ausgewogenes Verhältnis zwischen Ausbringungsmenge und verfügbarem Land

Beschreibung: Im Wesentlichen können Emissionen in den Boden oder das Grundwasser verhindert werden, indem man die Applikationsrate an den Bedarf des Bodens, der durch die Nährstoffaufnahme durch Boden und Vegetation ausgedrückt wird, anpasst. Die Applikationsrate ist das Verhältnis zwischen der Nährstoffkonzentration im Wirtschaftsdünger und dem Volumen des Wirtschaftsdüngers sowie der Fläche, die für die Ausbringung zur Verfügung steht (kg/ha und Jahr[7]). Typischerweise ist der P_2O_5 Bedarf der Kultur 3-4 mal niedriger als der für N, aber deren Gehalt in Schweine- und Geflügelwirtschaftsdünger gleich, so dass eine ausgewogene Düngung die Einträge von N und P beinhaltet, um eine fortschreitende Sättigung des Bodens durch Phosphor zu vermeiden.
Die Nährstoffaufnahme von Boden und Vegetation ist komplex und abhängig vom Boden, den Witterungsbedingungen während der Ausbringung, der Jahreszeit und der Art des Graslands bzw. der

[7] Anmerkung des Übersetzters: Fehler im englischen Original. Gemeint ist das Verhältnis des Produkts aus Nährstoffkonzentration mal Volumen des Wirtschaftsdüngers zur Fläche, die für die Ausbringung zur Verfügung steht.

angebauten Kultur. Idealerweise sollte nicht mehr Wirtschaftsdünger ausgebracht werden, als es der Bedarf des Bodens/ der Pflanzen erlaubt, um die übermäßige Aufbringung von Nährstoffen zu vermeiden. Bei gegebener Nährstoffkonzentration und Wirtschaftsdüngervolumen sollte eine Boden/Kultur- Kombination (Übersetzer: gemeint ist „standortangepasste Fruchtfolge“) gewählt werden, deren Anforderungen am Besten zu den verfügbaren Mengen an Nährstoffen passt. In anderen Worten, die maximalen Aufbringungsraten für N und P können verschiedene Arten der Landnutzung ändern, bzw. kann ein bestimmter Landnutzungstyp einen Einfluss auf die Nutztierproduktion haben (einschließlich der Anzahl an Tieren, die gehalten werden kann).

Maßnahmen (siehe Kapitel 2.7), die für eine ausgewogene Applikation angewendet werden können sind:

- Die Bilanzierung der Bodennährstoffe
- Ein Beurteilungssystem, z.B. zur Anpassung des Tierbesatzes an die verfügbare Fläche

(siehe auch Kapitel 2.7). In der Nährstoffbilanz werden die Unterschiede zwischen dem gesamten Nährstoffeintrag in den Boden und dem Gesamtaustrag an Nährstoffen berechnet. Es wurde ein allgemeingültiges Modell entwickelt, um diese Bilanz für nationale Zwecke berechnen zu können. Sie zeigt einen Überschuss an aufgebrachten Nährstoffen (N und P) und liefert Indikatoren für die Effektivität der Nährstoffausnutzung im landwirtschaftlichen Sektor. Die Berechnung beinhaltet Angaben zur Nutzung von mineralischen Düngern, Wirtschaftsdüngern und anderen organischen Abfällen, zur atmosphärischen Deposition von N und biologischer N-Fixierung sowie zur Nutzung durch die Pflanze.

Auf Betriebsebene wird eine dafür geänderte Variante verwendet, in der alle Nährstoffe aufgezeichnet werden, die in Verbindung mit dem Einsatz eines Fütterungsmanagementsystems, in das Tierproduktionssystem einfließen oder es wieder verlassen. Dies gibt einen Hinweis auf die Effizienz der Nährstoffnutzung. Ein weiterer Schritt ist die Ermittlung des Nährstoffbedarfes, um die für die Ausbringung organischer Wirtschaftsdünger verfügbare Fläche berechnen zu können.

Die Anpassung des Tierbesatzes an die verfügbare Fläche ist ein mehr pragmatischer Ansatz und wird z.B. in Italien, Portugal und Finnland angewendet. Die Europäische Kommission hat die N-Bilanz und Stickstoff-Ausscheidungs-Standards für verschiedene Tierhaltungsbereiche berechnet und diese in der folgenden Quelle veröffentlicht: [195, EU, 1999].

Erreichter Nutzen für die Umwelt: Es ist schwer, den Nutzen einer Bodennährstoff-Bilanz abzuschätzen. Ziel ist es, einen Überschuss an Nährstoffen im Boden durch die Aufbringung von Wirtschaftsdüngern zu vermeiden. Manchmal ist es möglich wissentlich einen kurzfristigen Überschuss eines Nährstoffs, wie z.B. P, zu erzeugen, um Kulturen, die auf derselben Fläche angebaut werden, zu versorgen.

Medienübergreifende Effekte: Die Bilanzierung der Nährstoffe kann die Kosten die durch die Belastung von Boden und Grundwasser, diese (Belastung) wiederum verursacht durch die überschüssige Ausbringung von Nährstoffen über ausgedehnte Ausbringungszeiträume (Übersetzer: gemeint sind unpassende Ausbringungszeiträume aufgrund fehlenden Nährstoffbedarfs), vermindern.

Führt die Bodennährstoffbilanz zu geringeren Ausbringungskonzentrationen (Übersetzer: gemeint sind Ausbringungsmengen), beeinflusst sie auch andere Emissionen, wie z.B. Luftemissionen (Ammoniak), die bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern entstehen.

Eignung: Die Nährstoffbilanz wird verwendet, um nationale Szenarien für notwendige Verminderungen des Nährstoffinputs aus Wirtschaftsdüngern (und anderen Quellen) zu berechnen. Sie kann Daten für Empfehlungen politischer Instrumente zur Reduzierung der Nährstofffrachten bereitstellen. Diese Empfehlungen beeinflussen den Einsatz von Techniken zur Reduzierung der Nährstoffkonzentrationen und fördern die Entwicklung neuer Applikationsverfahren.

Die Verwaltung von Nährstoffen (Übersetzer: gemeint ist die rechtlich verankerte Kontrolle von Nährstoffbilanzen in Wirtschaftsdüngern auf Betriebsebene) wird in mindestens einem Mitgliedstaat durchgeführt und kann als ein aus der Nährstoffbilanz abgeleitetes System angesehen werden, das auf Betriebsebene durchgeführt werden kann. Seine Anwendung setzt genaue Kenntnisse über die Menge des Futters, die Konzentrationen der Nährstoffe, die Charakteristika der Tierproduktion und eine Analyse der

Wirtschaftsdünger-Outputs voraus. Diese Art der Bilanzierung wird auf Betrieben eingesetzt, ein Nachteil ist jedoch der hohe Verwaltungsaufwand und die Zeit, die benötigt wird, um alle Daten zu erfassen.
Die Anpassung des Tierbesatzes an die verfügbare Fläche ist ein mehr pragmatisches Vorgehen.

Kosten: Die Kosten können von zwei Seiten gesehen werden: (1) Kosten, die mit den administrativen Aufgaben der Anwendung einer Nährstoff-Bilanz auf dem Betrieb entstehen und (2) Kosten, die mit den Auswirkungen der Verwendung einer Nährstoffbilanz zusammenhängen, zum Bespiel die Mengen an Wirtschaftsdünger, die anderweitig abgesetzt werden müssen. Mit der Einführung von CAP 2000 (Übersetzer: GAP=Gemeinsame Agrarpolitik der EG) und der Nährstoffbilanz wurde für die unter (2) genannten Kosten eine Anstieg von 60% geschätzt.

Treibende Kraft zur Einführung: In den Niederlanden wurde die Durchführung einer Mineralstoffbilanz (Übersetzer: Nährstoffbilanz) aufgrund der Gesetzgebung zur Pflicht. Die Ausweisung nitratsensibler Gebiete, die in der Nitrat-Richtlinie (91/676/EEC) beschrieben sind hat zu einer verstärkten Anwendung von Nährstoffbilanzen (N-Bilanzen) geführt.

Referenzbetriebe: In den Niederlanden wird ein Nährstoff-Bilanzierungssystem angewendet. Die Anpassung des Tierbesatzes an die verfügbare Fläche findet z.B. in Italien, Portugal und Finnland Verwendung.

Referenzliteratur: [7, BBL, 1990] [40, MAFF, 1998] [27, IKC Veehouderij, 1993] [195, EU, 1999]

4.10.2 Grundwasserschutzprogramme

Beschreibung: Die Bestandteile eines Grundwasserschutz-Programms, wie es in Irland besteht, sind:
- die Gefährdung eines Gebietes für die Belastungen, z.B. die Bestimmung von Grundwasserbildnern und Ressourcen (Grundwasserleiter), die zusammen die Grundwasserschutzzonen abgrenzen
- die Reaktion eines Standortes auf eine potentielle Verschmutzung, abhängig von Faktoren wie Risiko (Gefahr) und der Kategorie des Grundwasserleiters.

Erreichter Nutzen für die Umwelt: Indem man die Gefährdung eines Gebietes bestimmt, wird der Belastung von Grundwasser durch N, P, K, mikrobiellen Belastungen oder Metallen vorgebeugt. Diese Programme sind als Maßnahme anzusehen mit dem Ziel, die Ausbringung auf weniger anfällige Gebiete zu verlagern (z.B. durch Empfehlung von Abständen zu gefährdeten Zonen) und ermöglichen ein angemessenes Ausbringungs-Management.

Medienübergreifende Effekte: Die Anwendung von Grundwasserschutzprogrammen begrenzt die Landfläche, auf der die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern erlaubt ist und kann dazu führen, dass die Produktion von Wirtschaftsdüngern über der Menge liegt, die bisher ausgebracht werden darf. Wird ein Grundwasserschutzprogramm eingeführt, ist es sinnvoll, parallel ein Programm zu entwickeln, dass die möglichen Wege aufzeigt den überschüssigen Wirtschaftsdünger zu behandeln, wie z.B. die in Kapitel 4.9 erläuterte Behandlung auf dem Betrieb.

Eignung: Grundwasserprogramme können überall dort eingesetzt werden, wo das potentielle Risiko einer Grundwasserbelastung besteht.

Treibende Kraft für die Einführung: Programme wurden auf der Grundlage europäischer und nationaler Gesetzgebung für den Schutz des Grundwassers entwickelt.
Referenz-Betriebe: Grundwasserschutzprogramme gibt es in verschiedenen Bezirken Irlands.
Referenz-Literatur: [60, EPA, 1999]

4.10.3 Management der Wirtschaftsdüngerausbringung (eingesetzt in Großbritannien und Irland)

Beschreibung: Das Management der Wirtschaftsdüngerausbringung berücksichtigt die Nährstoffbilanz und Oberflächen- und Grundwasserschutzprogramme. Es vereint die folgenden Aspekte:
- Ausbringung auf geeigneten Flächen
- Festlegung und Beachtung von Abstandsflächen
- sachgerechte und zeitlich angepasste Ausbringung

- Festlegung der Ausbringungsmenge

Leitfäden helfen bei der Erstellung eines Ausbringungsplans, wobei zwischen verschiedenen Planungsphasen unterschieden wird [44, MAFF, 1998]. In der ersten Phase werden geeignete Flächen ausgewählt. Es werden die Flächen ausgeschlossen, auf denen Wirtschaftsdünger zu keiner Zeit ausgebracht werden sollten, wo wegen (extremer) Steillagen ein hohes Oberflächenabflussrisiko oder ein geruchsempfindliches Umfeld besteht. Abstandsflächen sollten festgelegt und eingehalten werden, speziell um Kontaminationen von Fliessgewässern und dem Wirtschaftshof zu vermeiden. Spezifische Regeln finden Anwendung, wie z.B. die Einhaltung eines Mindestabstands (50-100 m) zu Quellen, Brunnen oder Bohrlöchern. Dieser Abstand vergrößert sich, wenn eine Quelle oder ein Flachbrunnen hangabwärts befindet.

In der zweiten Phase muss die Nährstoffmenge, die der Wirtschaftsdünger liefert, an die Kapazität der Fläche, auf der er aufgebracht wird und an den Bedarf der angebauten Kultur angepasst werden. Die Applikationsrate (kg/ha) sollte angepasst werden an die Menge der verfügbaren Fläche und den Bedarf der angebauten Kultur (oder des Graslands), die Nährstoffversorgung der Kultur und anderen organischen Wirtschaftsdüngern oder Mineraldünger, die ausgebracht wurden. In den meisten Berichten wird auf die Nitratauswaschung Bezug genommen und eine maximale Düngermenge entsprechend von 250 kg Gesamtstickstoff pro Hektar und Jahr für Flächen außerhalb der nitratsensiblen Gebiete empfohlen. Dieser Wert kann dort niedriger sein, wo die Phosphorwerte eher begrenzend wirken. Der Zeitpunkt der Ausbringung zielt auf die weitere Optimierung der Nutzung von verfügbaren Nährstoffen in Wirtschaftsdüngern ab. Wirtschaftsdünger sollten so kurz wie möglich vor dem maximalen Wachstum der Kulturen erfolgen, so dass eine maximale Nährstoffaufnahme gewährleistet ist.

Die dritte Phase schätzt die Risiken einer Umwelt-Belastung durch die Ausbringung ab und hat zum Ziel, die Auswaschung zu minimieren. Flächen mit einem hohen (Oberflächen-)Abflussrisiko (Überschwemmungsgebiet, Fließgewässer, etc.) sollten gemieden werden. Die empfohlenen Maximalmengen für die Ausbringung liegen bei 50m³/ha für Gülle und 50 Tonnen/ha für Trockenmist (UK) (Übersetzer: gemeint ist wahrscheinlich Festmist) für Flächen mit einem hohen Risiko. Bei Geflügel liegt die Obergrenze gewöhnlich bei 5-15 Tonnen/ha.

Die Wetterbedingungen und die Wachstumsperiode der Kultur müssen berücksichtigt werden, wenn die Ausbringung geplant wird. Die Ausbringung von Wirtschaftsdünger sollte unter zu trockenen und windigen Bedingungen, wie in den Sommermonaten, vermieden werden. In einigen Regionen in denen starke Winterniederschläge auftreten, hat der Boden eine geringere Speicherkapazität und verdichtet in dieser Zeit leichter, so dass trockenere Jahreszeiten genutzt werden müssen. Wirtschaftsdünger sollten nicht auf schneebedeckten und stark gefrorenen Feldern, auf trockenrissigen Feldern oder Feldern, die in den letzten Jahren drainiert wurden, aufgebracht werden.

Um die Verluste zu minimieren und den Vorteile des Wirtschaftsdüngers zu nutzen, sollte er direkt vor Beginn der Wachstumsphase der Kultur ausgebracht werden. In Großbritannien wird zum Beispiel eine Ausbringung im späten Winter-Frühjahrsübergang für eine maximale Stickstoffnutzung empfohlen.

Die meisten Beschwerden über unangenehme Gerüche von Landwirtschaftsbetrieben hängen mit der Ausbringung zusammen. Die folgenden Punkte sollten daher vor der Ausbringung beachtet werden:

- Nicht am Abend oder am Wochenende (Feiertag) ausbringen, wenn die Leute zu Hause sind, es sei denn, es ist absolut notwendig
- Auf die Windrichtung hinsichtlich anliegender Wohnhäuser achten
- Die Ausbringung bei warmen, feuchten Bedingungen vermeiden
- Ausbringungssysteme verwenden, die Staub- und Feinsttropfenbildung minimieren
- Flache Bodenbearbeitung innerhalb von 24 h nach der Ausbringung

Erreichter Nutzen für die Umwelt: Die Planung der Wirtschaftsdüngerausbringung reduziert die Emission von Gerüchen und die Nährstoffverluste durch Versickern und Oberflächenabfluss.

Eignung: Das Management der Wirtschaftsdüngerausbringung kann ohne Einschränkungen und große Anforderungen durchgeführt werden. Die Planung der Ausbringung sollte eine Rolle bei der Planung neuer Anlagen spielen und bereits bestehende Restriktionen beachten.

Kosten: Es muss berücksichtigt werden, dass durch eine gut geplante Ausbringung eher Kosten eingespart werden, als das Kosten entstehen. Rechtsverfahren mit benachbarten Wohngebieten und Strafen für die Verschmutzung von Fließgewässern können durch sachgemäße Planung der Aufbringung verhindert werden.
Referenzbetriebe: Einige Betriebe in Großbritannien und Irland verwenden die „Regeln der guten fachlichen Praxis“, in dem das Abfallmanagement für landwirtschaftliche Betriebe erläutert wird.
Referenzliteratur: [1, EPA, 1996; 2, EPA, 1996] [45, MAFF, 1998]; 43, MAFF, 1998; 44, MAFF, 1998], [51, MAFF, 1999; 49, MAFF, 1999; 50, MAFF, 1999]

4.10.4 Systeme zur Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Beschreibung: Stickstoff wird während der Lagerung und Ausbringung von Flüssigmist besser konserviert als in der Festmistkette. Um die Verluste zu minimieren, die während der Ausbringung am größten sind, werden die folgenden Ausbringungssysteme für Gülle verwendet (beschrieben in Kapitel 2.7 abgesehen von der Druckinjektion):

1. (Niederdruck -) Breitverteiler
2. Bandförmige Ausbringung (Übersetzer: Bezeichnung deutsch: Schleppschlauchverteiler)
3. Schleppschuh
4. Injektion (Übersetzer: Bezeichnung deutsch: Schlitzgerät, offener Schlitz)
5. Injektion (Übersetzer: Bezeichnung deutsch: Schlitzgerät, geschlossener Schlitz)
6. Hochdruckinjektion
7. Verregnungs- bzw. Beregnungsgeräte
8. Einarbeitung (Übersetzer: in den Boden)

Techniken 1-5 sind Verteilersysteme für Gülle, mit Vakuumtankwagen, Pumptankwagen oder mit einem Verschlauchungssystem, wie in Kapitel 2.7 beschrieben, betrieben werden können. Selbst angetriebene Beregnungsverfahren können nicht mit Injektorsystemen betrieben werden.

Die Hochdruckinjektion wird hier erwähnt, da es aber noch keine ausreichenden Erfahrungen gibt, werden keine detaillierten Informationen gegeben.

Die Einarbeitung ist ein Verfahren, die das unmittelbare Einarbeiten des Wirtschaftsdüngers, der durch die Technik 1-3 aufgebracht wurde, beinhaltet und benötigt zusätzliches Gerät. Die Einarbeitung kann mit verschiedenen Geräten durchgeführt werden, wie Scheibenegge oder Grubber, abhängig von der Bodenart und den Bodenbedingungen. Normalerweise wird die Einarbeitung durch eine zweite Person, die mit dem Pflug arbeitet, durchgeführt, es ist aber auch nur mit einer Person möglich: in diesem Fall wird das gedüngte Feld (eine Tankladung) bearbeitet, bevor der Tankwagen erneut befüllt wird.

Die Einarbeitung kann auch durch direkte Injektion oder durch Einarbeitungsgeräte am Tankwagen (siehe Abbildung 2.43) erfolgen.

Eine Zusammenfassung der Kenndaten (erreichter Umweltnutzen, medienübergreifende Effekte, betriebstechnische Daten, Eignung, Kosten) der Gülleausbringungssysteme (abgesehen vom Beregnungsverfahren aufgrund fehlender Daten) gibt Tabelle 4.3.8, einige Anmerkungen wurden im Text zugefügt.

Kapitel 2.7.3 beschreibt die folgenden drei Haupttypen von Verteilern, die für die Ausbringung von Festmist verwendet werden:

- Dungstreuer mit seitlichem Auswurf
- Dungsstreuer mit Auswurf nach hinten
- Zweinutzungsstreuer (Übersetzer: Dungstreuer für flüssige und feste Stoffe)

Die beiden letztgenannten Techniken zeigen hinsichtlich der Verteilungsgenauigkeit eine deutlich bessere Leistung. Bei der Verminderung der Ammoniakemissionen während der Ausbringung von Festmist ist der wichtigste Faktor nicht die Verteilungstechnik, sondern die Einarbeitung.

Erreichter Nutzen für die Umwelt: Die Emissionen schwanken aufgrund des Trockenmassegehaltes der Gülle, den vorherrschenden Wetterbedingungen, der Bodenart und den Erntebedingungen.

Medienübergreifende Effekte: Die benötigte Energie für die Transporttankwagen ist abhängig vom transportierten Volumen, den Fahrbahnbeschaffenheit und der Hangneigung. Die Reduzierung der Ammoniakverluste bei der Ausbringung vermindern nicht nur die Emissionen in Luft und Grundwasser, sondern erhöhen gleichzeitig auch die Menge des Stickstoffs, der für die Aufnahme durch die Pflanzen zur Verfügung steht. Verschiedene Berichte beschreiben eine Anzahl an eingesetzten Emissionsminderungstechniken, die hauptsächlich die Verminderung von N-Emissionen und von Ammoniak in die Atmosphäre abzielen.

Betriebstechnische Daten: Siehe Tabelle 4.38. Die Bedingungen zur der Ausbringung beeinflussen die Leistung der Techniken. Die Emissionsminderung steigt mit einer steigenden Infiltration der Gülle in den Boden. Dies wird durch eine Verdünnung der Gülle oder die Entfernung der Feststoffe verstärkt. Verdünnung benötigt Wasser und vergrößert das ausgebrachte Volumen, durch das Entfernen der Feststoffe entstehen eine feste und eine flüssige Fraktion, beide müssen entsprechend gehandhabt werden muss.
Je besser die Verteilungsgenauigkeit ist, desto niedriger kann der TM-Gehalt der Gülle sein. Daher wird das Zerkleinern oder die Separierung unter Umständen notwendig, bevor die Gülle ausgebracht werden kann.
Eignung: Etliche Faktoren müssen zur Beurteilung der Eignung der Technik berücksichtigt werden, diese Faktoren schließen ein:

- Bodenart und -beschaffenheit (Bodentiefe, Steingehalt, Nässe, Befahrbarkeit)
- Topographie (Hangneigung, Schlaggröße, Gleichmäßigkeit des Bodens)
- Art des Wirtschaftsdüngers und dessen Zusammensetzung (Flüssig- oder Festmist)

Einige Techniken finden breitere Verwendung als andere. Da der Wirtschaftsdünger bei Techniken 3 bis 5 durch relativ schmale Rohre (Übersetzer: und Schläuche) verteilt wird, sind diese nicht geeignet für sehr dickflüssige Gülle oder solche, die große Mengen an faserhaltigem Material (z.B. Stroh) enthalten, obwohl die meisten Maschinen eine Vorrichtung zum Zerkleinern und Homogenisieren der Gülle haben. Injektions-Techniken sind potentiell sehr effektiv, arbeiten aber nicht gut auf flachen, steinigen Böden, was zu einer Verletzung der Grasnarbe und einem erhöhten Erosionsrisiko führt. Alle Techniken können auf bestellfähigem Land eingesetzt werden, die Einarbeitung ist aber auf Dauergrünland beschränkt. Auch kann die direkte Einarbeitung in größere Tiefen negative Effekte auf die Versickerung des Nitrates in Richtung des Grundwasserspiegels haben.

Untersuchungsergebnisse über den Nutzen im Hinblick auf die Ernteerträge sind nicht eindeutig und konnten nicht zu einer genaueren Auswahl der Ausbringungstechniken beitragen.

Betriebstechnische Daten: Zurzeit wird in den Niederlanden die Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden häufiger praktiziert. Ein gutes Zusammenspiel der Logistik (Tankverteilungskapazität und Einarbeitungskapazität) ist zum Erreichen der Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden wichtig. Während ein Tankwagen gefüllt wird, wird die Einarbeitung durchgeführt. Es ist üblich, zum Beispiel während der Erntezeit von Getreide und anderen Kulturen einen Logistikplan zu erstellen und es ist gute Praxis, das Entleeren des Mähdreschers oder anderer Erntemaschinen auf den Transport des Getreides zum Lagerhaus abzustimmen. [197, Niederlande, 2002]

In einigen Mitgliedsstaaten wird die Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden als schwierig zu organisieren erachtet, da die Landwirte normalerweise nicht alle dafür erforderlichen Maschinen besitzen und nicht genug Personal haben. Die Landwirte müssen sich dafür auf Lohnunternehmer verlassen und die zeitliche Planung der Arbeit liegt nicht vollständig in ihrer Hand.

Kosten: Die Investitionskosten für Gülleverteilungssysteme schwanken beträchtlich, abhängig von den Spezifikationen jeder Maschine, ob sie hydraulische/elektronische Regelung, einzelne/doppelte Achsen oder

andere Extras haben. Gülletankwagen, die den Anbau von Geräten ermöglichen, haben im Vergleich zu reinen Tankwagen ein stärkeres Fahrwerk oder spezielle Halterungen.

Die Investitionskosten für die Verteiltechniken schließen, abgesehen vom Referenzverfahren (Breitverteiler), schließen nicht die Kosten des dazugehörigen Gülletransportsystems mit ein. Diese Preise können sich stark unterscheiden, so dass € 13000 oder mehr hinzugerechnet werden sollten. Die jährlichen Betriebskosten sind abhängig von der Ausbringungsmenge pro Hektar und der Auslastung durch den Unternehmer. [9, UNECE, 1999]

Treibende Kraft zur Anwendung: Die Ausbringung war Thema für gesetzliche Initiativen, so wird z.B. in den Niederlanden die Einarbeitung während der Ausbringung (d.h. innerhalb von 4 Stunden) gefordert [197, Niederlande, 2002].

Referenz-Betriebe: Alle Techniken finden in Europa Verwendung.

Referenz-Literatur: [9, UNECE, 1999] [10, Niederlande, 1999] [49, MAFF, 1999; 51, MAFF, 1999] [197, Niederlande, 2002]

Merkmale	Breitverteiler	Bandförmige Ausbringung (Schleppschlauch)	Schleppschuh	Schlitzgerät		Einarbeitung	
				Offener Schlitz (flach)	geschlossener Schlitz (tief)	Sofort (<4 Stunden)	Am selben Arbeitstag
Verminderung der NH_3-Emission (%)	Referenz	30 (Grünland; Gras <10 cm) 30 (Ackerland)	40 (Grünland)	60 (Grünland)	80 (hauptsächlich Ackerland und Grünland)	80 (Ackerland)	40 (Gülle) 60–70 (Festmist Schwein) 90 (Festmist-Geflügel) (Ackerland)
TM- Bereich	bis zu 12 %	bis zu 9 %	bis zu 6 %	bis zu 6 %	bis zu 6 %	Gülle und Festmist	Gülle und Festmist
Anwendung		Hangneigung (Tanker <15 %, Verschlauchung <25 %), nicht für dickflüssige Gülle oder Gülle mit einem hohen Strohgehalt, Größe und Form der Feldes, Möglichkeit zur Aufbringung zwischen den Reihen auf die wachsende Ernte	Hangneigung (Tanker <20 %, Verschlauchung <30 %), keine dickflüssige Gülle, Größe und Form der Feldes, Grashöhe sollte etwa 8 cm betragen	Hangneigung <12 %, größere Einschränkungen bei Bodenart und Beschaffenheit, keine dick-flüssige Gülle	Hangneigung <12 %, größere Einschränkungen bei Bodenart und Beschaffenheit, keine dick-flüssige Gülle	Nur für Flächen geeignet, die leicht zu bearbeiten sind	Nur für Flächen geeignet, die leicht zu bearbeiten sind
Erfordert Separierung oder Zerkleinern	nein	Bis zu 6 % nein über 6 % ja	ja	ja	ja		
Relative work rate	⇐ ⇐ ⇐	⇐ ⇐	⇐ ⇐	⇐ ⇐	⇐		
Uniformity across spread width	4	4 (einfach) 444(erweitert)	444	444	444		
Pflanzenschädigung	44	444	444	444	444		
Investitionskosten-Angabe (10^3 € pro 10 m^3)	18.6	11.4 [a)]	11.4 [a)]	8.6 [a)]	21.4 [a)]		
Betriebskosten-Angabe (in € pro m^3) [b)]	nicht bestimmt	0.7.	1.3	2.5	2.5	Schweinegülle 1.05 Schweinemist 1.47 Legehennenmist 3.19 Hähnchenmist 6.19	wie vorhergehend

a)Nur das Ausbringungssystem, weitere Kosten für Gülletransport fallen an
b) siehe Anmerkungen im Text

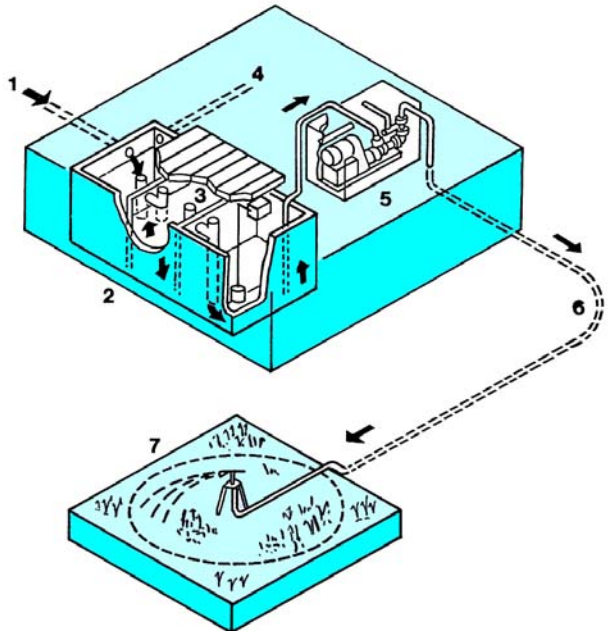
Tabelle 4.38: Eigenschaften von vier verschiedenen Gülleverteilungssystemen und Einarbeitungs-Techniken [10, Netherlands, 1999] [49, MAFF, 1999; 51, MAFF, 1999] [9, UNECE, 1999]

4.10.5 Schwach-Beregnungssystem für Schmutzwasser

Beschreibung: Als Schmutzwasser wird alles Wasser eines Betriebes angesehen, das Rückstände aus der Reinigung (Melkstände) oder anderen Anlagen aufweist, sowie den Abfluss vom Betriebsgelände. Es weist in der Regel einen hohen BSB-Wert (1000-5000 mg/l) auf. Schwach-Beregnung wird auf Betrieben in Großbritannien eingesetzt, um Schmutzwasser auf die landwirtschaftliche Fläche auszubringen, so weit es dafür geeignet ist. Es gelten dieselben Einschränkungen wie bei der Ausbringung von Gülle.

Diese Technik verwendet Absetzbecken oder Erdbecken, um das Schmutzwasser zu sammeln bevor es auf das Feld gepumpt wird. Teilchen können sich absetzen, um das System vor Verstopfen zu schützen oder die Entfernung der Feststoffe erfolgt in der Maschine selbst. Diese Fraktion muss entsorgt werden.

Das Wasser wird aus dem Lager gepumpt und in eine Leitung geführt, die einen Sprenger oder einen beweglichen Regner versorgt, der das Wasser auf die Fläche sprüht.



1) Zufluss für Schmutzwasser
2) Lagertank entsprechend Britischem Standard 5502 und groß genug für die Abwassermengen am Standort
3) H –Rohre zum Rückhalt von Feststoffen
4) Notüberlauf, der in einen Blindgraben oder ein Lager führt
5) Pumpe, die Druck und Menge entsprechend dem Bedarf einstellt
6) = Rohrleitung (üblicherweise im Boden versenkt), die zum Feld führen
7) Sprenger oder beweglicher Regner

Abb. 4.52: Beispiel für ein Schwach-Beregnungssystems [44, MAFF, 1998]

Nutzen für die Umwelt: Es entstehen Vorteile, da die Einleitung des Schmutzwassers in das Kanalisationssystem oder in ein nah gelegenes Oberflächengewässer vermieden wird. Dennoch sollte die Schwachberegnung die Aufnahmefähigkeit des Bodens berücksichtigen und die allgemeinen Regeln eines guten Flächenverteilungs-Managements sollten befolgt werden. (Kapitel 4.10.3).

Medienübergreifende Effekte: Es wird Energie benötigt, um das System zu betreiben. Es muss eine ausreichende Menge an landwirtschaftlicher Fläche für die Verteilung zur Verfügung stehen. Hierdurch kann die Menge an Fläche, die für die Ausbringung von Gülle benötigt wird, verringert werden. Während der Verrieselung können Gerüche entstehen und Wetter- und Bodenbedingungen müssen beachtet werden.

Betriebstechnische Daten: Das System benötigt einen Notfall-Überlauf um überschüssiges Wasser (im Fall eines Starkregens) sammeln zu können. Die Pumpe muss für den benötigten Druck ausgelegt sein, der von der Entfernung der Beregnungsanlage (Übersetzer: Leitungs- bzw. Schlauchlänge) und dem „Innenleben“ des Systems abhängt. Die Leistung ist variabel und an die mittlere, zu erwartende Ausbringungsmenge angepasst.

Eignung: Bevorzugt sind ausreichende Flächen, die unmittelbar um den Betrieb liegen, da damit lange Rohrleitungen über große Strecken vermieden werden. Das Sprengersystem muss regelmäßig versetzt werden, um eine Belastung des Bodens zu verhindern. Eine regelmäßige Wartung ist nötig, um das Verstopfen der Rohre und Gerüche aus Rückständen zu vermeiden, die sich im System ansammeln.

Referenz-Betriebe: Weit verbreitet in Großbritannien.
Referenz-Literatur: [44, MAFF, 1998]

4.11 Techniken zur Verminderung von Lärmemissionen

Es wurden in nur begrenztem Umfang Informationen über Verfahren zur Verminderung der Lärmemissionen in der Intensivtierhaltung vorgelegt. Lärm wird noch immer nicht als ein Problem von hoher Umweltrelevanz angesehen, jedoch nimmt die Relevanz von Lärm- (und Geruchs-) Emissionen durch die zunehmende Besiedlung ländlicher Gebiete zu. Gleichzeitig wird die Verminderung des Lärms auf dem Betrieb für die Tierproduktion wichtig, da die Tiere ein leises und ruhiges Umfeld benötigen.

Im Allgemeinen kann die Minderung von Lärm durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Die Planung von Tätigkeiten auf dem Grundstück
- Nutzung natürlicher Barrieren
- Einsatz von Lärm mindernden Geräten
- Einsatz von technischer Maßnahmen an (Übersetzer: bestehenden) Geräten (begrenzt)
- Einsatz sonstiger Lärm mindernder Maßnahmen

Der Lärmbelastung durch Arbeiten mit einem hohen Lärmpegel kann beträchtlich vermindert werden, indem man Nächte und Wochenenden für diese Arbeiten meidet. Unnötige Störungen der Tiere während der Fütterung und innerbetrieblicher Transfers sollten ebenso vermieden werden, da dies im Allgemeinen den Lärmpegel erhöht. Für Geflügel ist es hingegen stressmindernd, wenn sie im Dunkeln betreut werden, daher findet das Fangen des Geflügels und der folgende Transport oft in der Nacht oder am frühen Morgen statt [183, NFU/NPA, 2001].

Bei Belüftungssystemen sollten, wenn möglich, geräuscharme Ventilatoren Vorrang haben. Die Lärmausstrahlung verstärkt sich mit dem Propellerdurchmesser und der Drehzahl. Ab einem bestimmten Durchmesser ist ein langsam laufender Ventilator leiser als ein schnell laufender.

Zur Verminderung von Lärmemissionen von Maschinen und Geräten ist es in bestimmten Fällen möglich, passive Lärmminderungsmaßnahmen (Einkapselung, oder Lärmschutzwände, z.B. aus Strohballen die den Lärm absorbieren und schwächen) anzunehmen. Schalldämpfer/ Geräuschminderer in Abluftschächten stellten sich als nicht sinnvoll heraus, da sie aufgrund von Staubablagerungen schnell unwirksam wurden.

Mögliche Techniken zur Minderung des Lärms bei verschiedenen Arbeiten auf dem Betrieb sind in den folgenden Kapiteln beschrieben.

4.11.1 Lärmschutz beim Betrieb von Belüftungsventilatoren

Beschreibung: Ventilatoren können der Grund für Beschwerden aufgrund von Lärmemissionen sein, nicht zuletzt, da sie in den wärmeren (Sommer)monaten oft Tag und Nacht ununterbrochen betrieben werden.

<u>Durch die Wahl des Systems oder der Ausstattung:</u>
Eine Möglichkeit zur Vermeidung von Lärm aus Ventilatoren ist die Nutzung freier Belüftungssysteme, einschließlich automatisch geregelter freier Lüftung, was auch Energieeinsparungen zur Folge hat. Eine Vielzahl von Tierschutz- und Produktionstechnischen Aspekten spricht für die Verwendung freier Lüftungssysteme, diese Systeme sind aber nicht universell einsetzbar. Das Problem bei automatisch gesteuerten Systemen ist, dass keine genaue Steuerung der Luftbewegung im Stall möglich ist.

Zur Minderung der Lärmemissionen können Ventilatoren gezielt ausgewählt werden. Hochgeschwindigkeits-Ventilatoren mit 2-poligen Motoren sollten vermieden werden, da diese sehr laut sind. Zusätzlich ist die kleine Dimensionierung mit kleineren Öffnungen und Lüfterhauben verbunden, die einen höheren Luftwiderstand

verursachen. Im Allgemeinen gilt: je langsamer das Gebläse, desto weniger Lärm entsteht. Speziell beim Geflügel können Lüfterhauben und der Lufteinlass mit ausreichender Fläche konzipiert werden, um unnötige Druckabfälle zu vermeiden.
In bestimmten Fällen kann Lärm durch Lufteintritts-Schalldämpfer vermindert werden. Dieses Verfahren ist nur für Druck-Belüftungssysteme möglich, die nicht häufig verwendet werden.

Durch Planung und Konstruktion:
Der Standort des Ventilators ist ein entscheidender Faktor. Der Betrieb von Unterdruck-Ventilatoren mit geringer Leistung an der Seitenwand vermindern die Ausbreitung von Lärm effektiver als auf dem Dach montierte Geräte, da der Lärm durch die Gebäude, den Boden oder Vegetation besser absorbiert wird.

Bei Geflügelfarmen können Ventilatoren mit niedriger Drehzahl die die Beherrschung der Staubemissionen erleichtern, sind aber auch weniger effektiv bei der Dispersion von Gerüchen als Ventilatoren mit hoher Drehzahl.

Der Strömungswiderstand beeinflusst die Ventilatoren und die Belüftungsleistung. Ventilatorenanlagen sollten mit angemessenen Eintritts- und Austrittsöffnungen ausgestattet sein, um optimale Leistung zu gewährleisten. Eine effiziente Ausführung der Anlage ermöglicht mit der minimalen Anzahl an Ventilatoren das Gebäude zu belüften.

Lüfterhauben und -kamine haben ein gewisses Potenzial zur Lärmminderung. Sie sollten stabil gebaut sein, aus Holz oder speziell angefertigtem und vorgefertigtem Plastik oder GFK. Die Verwendung von nicht armiertem Blech, das vibrieren kann, sollte vermieden werden.

Die Eigenschaften der Baumaterialien des Gebäudes beeinflussen die Lärmbildung. Die Entstehung von Lärm in und um ein Gebäude wird durch die Absorptionseigenschaften bestimmt. Durch glatte und reflektierende Oberflächen verstärkt sich der Lärmpegel durch Reflexion auf. Im Gegensatz hierzu absorbieren raue Oberflächen, wie Strohballen, den Lärm.

Waldbestände und Hecken absorbieren den Lärm aus Schweineställen. Ein breiter Baumstreifen vermindert und maskiert den Lärm, der durch Wind entsteht. Die Lärmminderung ist mit 2dB für einen 30m breiten Baumstreifen relativ gering.

Durch betriebliche Maßnahmen:
Für die Mindest-Luftrate von Geflügelställen ist eine kleine Anzahl von Ventilatoren notwendig, die durchgängig betrieben werden. Diese sind weniger wahrnehmbar als eine große Anzahl von Ventilatoren, die zum Erreichen der gleichen Luftrate unterbrochen laufen. Wenn doppelt so viele Ventilatoren betrieben werden ist ein Anstieg um 3dB bei einem nächtlichen Hintergrundpegel von unter 30dB sehr bedeutsam.

Erreichter Nutzen für die Umwelt: siehe Tabelle 4.39.

Kategorie	Verminderungsmaßnahme	Verminderungseffekt (dB(A))
technisch	Natürliche Belüftung geräuscharme Ventilatoren Verwendung von Schalldämpfern	Variabel n.d. n.d.
Planung und Bau	Langsamläufer in den Seitenwänden des Gebäudes Hecken/Vegetationsbarrieren	n.d. 2
Betriebstechnisch	Kleine Anzahl/durchgehender Betrieb	3

Tabelle 4.39:Minderungseffekte bei verschiedenen Lärmmaßnahmen (Übersetzer: gemeint sind Effekte von Lärmschutzmaßnahmen)

Medienübergreifenden Effekte: Der Einsatz von geräuscharmen Ventilatoren, von Planungsmaßnahmen, die den Strömungswiderstand verringern und betrieblichen Maßnahmen (unterbrochener Betrieb) kann den Energieverbrauch reduzieren. Die Langsamläufer in den Seitenwänden sind weniger effektiv als auf dem Dach montierte Ventilatoren, so dass zusätzliche Ventilatorenkapazität benötigt wird. Zusätzlich wurde berichtet, dass

durch Langsamläufer in den Seitenwänden höhere Geruchkonzentrationen in der Umgebung der Anlage entstehen, als auf dem Dach montierte.

Eignung: Bei Neu-Projektierungen in der Schweine- und Geflügelhaltung sollten in der Planungsphase die Lärmschutz-Vorzüge von Langsamläufern, Seitenwandventilatoren und von Lärmbarrieren Berücksichtigung finden. Der Einsatz von natürlichen Belüftungssystemen (freier Lüftung) sollte auch in Betracht gezogen werden.

Referenzliteratur: [68, ADAS, 1999] und [69, ADAS, 1999]

4.11.2 Lärmschutz bei diskontinuierlich anfallenden Arbeiten auf dem Betrieb

Beschreibung: Viele Tätigkeiten auf dem Betrieb werden diskontinuierlich durchgeführt. Maßnahmen zur Lärmminderung dieser Tätigkeiten beziehen sich im Allgemeinen auf die zeitliche sachgerechte Einteilung und die sorgfältige Auswahl der Örtlichkeit, an der die Tätigkeit ausgeübt wird. Lärmschutzmaßnahmen werden bei folgenden Tätigkeiten angewendet:

Futterbereitung:

Das Mahlen und Mischen von Futter auf dem Betrieb verursacht Lärm. Typische externe Lärmpegel von 63 dB(A) wurden gemessen, wobei speziell die Mühlen Grund zur Sorge geben. Mühlen laufen oft automatisch, so dass die während der Nachtstunden betrieben und die Betriebskosten durch niedrigeren Nachtstromtarife verringert werden können. Sind Beschwerden zu erwarten, sollte dies überdacht werden. Es kann notwendig werden, die Einhausung der Mühle oder anderer Geräte in ein schallisoliertes Gehäuse oder Gebäude in Erwägung zu ziehen. Mühlen, die eher mit mechanischen denn pneumatischen Fördersystemen ausgestattet sind, sind höchstwahrscheinlich nicht nur leiser sondern auch beträchtlich energetisch effizienter.

Lärm verursachende Geräte, wie Hammermühlen und pneumatische Förderanlagen, sollten zu Zeiten betrieben werden, bei denen die Hintergrundgeräusche am stärksten sind.

Einsatz von Fördereinrichtungen für Futter:

Pneumatische Förderer erzeugen Lärm mit sehr hohen Tönen. Lärmminderung kann durch eine Verkürzung der Versorgungsleitung erfolgen, so dass die Anschlussleistung geringer wird. Systeme mit niedriger Förderleistung, die länger betrieben werden, erzeugen eher weniger Lärm als große Anlagen mit hoher spezifischer Leistung.

Förderbänder, einschließlich Schneckenförderer, sind am leisesten, wenn sie Material fördern. Daher sollten leer laufende Förderbänder oder Schneckenförderer vermieden werden.

Futteranlieferung:

In vielen Anlagen wird das Futter nicht vor Ort aufbereitet. Die Futteranlieferung an eine Anlage erfolgt normalerweise pneumatisch in einen Vorratsbehälter. Lärm bei der Futteranlieferung entsteht durch:

- Fahrzeuge auf der Anlage
- pneumatische Fördergeräte

Die Wirkung dieser Lärmquellen kann minimiert werden durch:

1. das Platzieren von Futterbehältern oder Futtersilos fernab von Wohngebieten und anderen Geräusch empfindlichen Grundstücken
2. die Organisation der Standorte für Futterbehälter, um den Verkehr der Anlieferungsfahrzeuge auf der Anlage zu verringern
3. vermeiden langer Förderstrecken und Verminderung der Bogen bei festen Rohren, so dass maximale Entladungsmengen erreicht werden (um die Dauer des Lärms zu verringern).

Fütterungsablauf bei Schweineeinheiten:

Der Lärmpegel innerhalb von Schweineställen kann sehr hoch sein. So wurden z.B. Spitzenwerte von 97dB und höher bei einem Bestand gemessen, zurückzuführen auf die Aufregung wegen der erwarteten Fütterung. Diese Aufregung ist oft zurückzuführen auf eine händische Fütterung oder lauten Fördersystemen, die das Futter zur Fütterungszeit zuteilen. Durch Tiere verursachte Lärmspitzen können durch die Verwendung eines geeigneten mechanischen Fütterungssystems gemindert werden. Wird der Bestand mit der Hand gefüttert, sollten die Tiere in kleinen Gruppen (getrennt von anderen Gruppen) oder zu Zeiten mit höherem Hintergrundgeräuschpegel gefüttert werden.

Es können auch Futterautomaten mit Vorratsbehältern, die zu verschiedenen Zeiten vor der Fütterung gefüllt werden können. Die Behälter werden dann unverzüglich zur programmierten Fütterungszeit geleert, so dass die Schweine vor der Fütterung nicht stimuliert werden, sich dadurch nicht aufregen und keinen Lärm erzeugen. Bei neuen Fütterungsanlagen wird dies als bevorzugte Möglichkeit angesehen.

Passive ad libitum Futterautomaten können in einige Tierkategorien eingesetzt werden und den Stress und Lärm außerordentlich mindern. Bei neuen Fütterungsanlagen sollte diese Möglichkeit bevorzugt werden.

Bei Standorten, an denen die Fütterung noch immer Lärm-Probleme verursacht, ist es notwendig, wenn praktisch durchführbar, alle Türen und andere Öffnungen des Schweinestalles zur Fütterungszeit zu schließen.

Kraftstoffanlieferung:

Um die Lärmauswirkungen von Tankfahrzeugen zu reduzieren, sollten die Kraftstofflagertanks so weit weg wie praktisch möglich von anderen Grundstücken wie Wohngebieten entfernt sein. Das Platzieren der Kraftstofftanks an eine Stelle, an der sie zwischen den Ställen und anderen Grundstücken liegen, kann die Geräuschentwicklung vermindern.

Handhabung von Mist und Gülle bei Schweinehaltungsbetrieben:

1. Ställe mit Mistschiebersystemen haben oft eine große Anzahl von Toren entlang des Mistgangs. Diese Tore und auch andere, zu denen die Schweine Zugang haben, sollten so geplant und gewartet werden, dass es den Schweinen nicht möglich ist, an den Toren und ihren Befestigungen zu rütteln.

2. Innen liegende Mistschieberflächen sollten geringere Probleme verursachen, da der Lärm des (Mistschieber-) Traktors innerhalb des Gebäudes bleibt.

3. Freiflächen außerhalb der Gebäude, die die mit dem Mistschieber gereinigt werden müssen, sollten minimiert werden, um die den Lärm von außerhalb des Stalls arbeitenden (Mistschieber-) Traktoren zu reduzieren.

4. Gülle und Mistlagerflächen sollten idealerweise am dem Rand der Anlage liegen, der am weitesten von nahe gelegenen Wohnungen entfernt ist. Die Baulichkeiten sollten, wenn möglich, so angelegt sein, dass die Füllstationen für den Gülletankwagen an den abseits der Grundstücksgrenze von Wohnbebauungen liegen. Hierdurch wird der Abstand und die lärmmindernde Wirkung des Gebäudes genutzt, um Lärm zu absorbieren und reflektieren.

5. Hochdruckreiniger und Kompressoren erzeugen erheblichen Lärm und sollten normalerweise innerhalb von Gebäuden verwendet werden. Die Verwendung außerhalb, z.B. zur Reinigung von Fahrzeugen, sollte auf sensiblen Standorten vermieden werden. Wenn möglich sollten Maschinen unter einer Überdachung und an Orten gewaschen werden, die von Wohngebieten und anderen sensiblen Grundstücken entfernt liegen.

Behandlung von Mist und Gülle bei Geflügelbetrieben:

1. Bei der Entmistung von Geflügelställen verbleibt einiger Laderfahrzeuglärm innerhalb des Gebäudes. Die Bewegungen und das Manövrieren der Laderfahrzeuge, die außerhalb des Gebäudes die Anhänger befüllen sollten so organisiert sein, dass die Anzahl der Fahrten minimiert wird. Ist eine ausreichende Bauhöhe vorhanden, sollten die Anhänger innerhalb des Gebäudes beladen werden.

2. Die regelmäßige Wartung von Anhängern und Traktoren muss immer sichergestellt werden. besonderes Augenmerk sollte auf Auspuffsysteme und Schalldämpfer der Fahrzeuge gelegt werden.

3. Entsprechende Einweisung und Ausbildung des Personals, das die Lader bedient, können den Maschinenlärm deutlich verringern.

4. Bei neuen Gebäuden sollte deren Ausrichtung und Lage unter Berücksichtigung der Mist- und Produkthandhabung so erfolgen, dass, wenn möglich, die meisten Fahrten der Maschinen an der Seite der Gebäude, die am weitesten von Grundstücken wie beispielsweise Wohngebieten entfernt sind, erfolgen.

5. Bei einigen Eierproduktionseinheiten wird der Mist direkt in ein separates Lagergebäude transportiert. Dies ermöglicht es, dass die Anhänger hauptsächlich im Gebäude beladen werden können

6. Förderanlagen, die für die Mistbehandlung verwendet werden, sind eine Lärmquelle, die Quietschen und Klacken erzeugen. Sie sollten sich soweit wie möglich innerhalb von Gebäuden befinden. Wo sie zwischen Gebäuden verlaufen sollte die Förderbahn so kurz wie möglich sein und die Einrichtung von Lärm mindernden Barrieren, wie Strohballen oder dauerhafter Verkleidungen, in Erwägung gezogen werden. Voll beladene Förderanlagen vermindern Vibrationen und Lärm. Es sollte nicht erlaubt sein, sie leer zu betreiben.

7. Hochdruckreiniger und Kompressoren erzeugen erheblichen Lärm und sollten normalerweise innerhalb von Gebäuden verwendet werden. Die Verwendung außerhalb, z.B. zur Reinigung von Fahrzeugen, sollte auf sensiblen Standorten vermieden werden. Wenn möglich sollten Maschinen unter einer Überdachung und an Orten gewaschen werden, die von Wohngebieten und anderen sensiblen Grundstücken entfernt liegen.

Medienübergreifende Effekte: Bei einigen Maßnahmen kann auch eine Energieeinsparung erwartet werden.

Eignung: Bei Neubauten können viele Standortanpassungsmaßnahmen im Zuge der Standortplanung durchgeführt werden. In diesen Fällen sollten natürliche Konturen genutzt werden. Bei bestehenden Anlagen kann die Verlagerung von Arbeiten nur teilweise umsetzbar sein, jedoch muss die Verlagerung großer Anlagenteile, wie die von Stallgebäuden eingeschränkt eingesetzt werden, da dies relativ hohe Investitionen erfordert.

Maßnahmen zum betrieblichen Management und zur Zeitplanung können jederzeit sowohl auf neuen als auch bereits bestehenden Betrieben angewendet werden.

Referenz-Literatur: [68, ADAS, 1999] und [69, ADAS, 1999].

4.11.3 Einsatz von Lärmbarrieren

Beschreibung: Die Lärmbegrenzung einer Anlage kann durch den Einsatz von Lärmbarrieren erreicht werden. Diese sind gegen hochfrequenten Lärm am effektivsten. Lärm mit großen Wellenlängen und niedrigen Frequenzen passiert Barrieren. Die Barrieren müssen den Lärm absorbieren, da er sonst reflektiert wird.

Erdwälle können verwendet werden um den Effekt der Barriere mit dem der Vegetation zu verbinden und können nützlich sein, wenn sie entlang der Grenzen von Schweineanlagen gebaut werden. Strohballen können verwendet werden, um aufgrund ihrer Dichte, Masse und adsorptionsfähigen Oberfläche, eine große, effektive und temporäre Barriere zu errichten. Strohballen sollten nicht in der Nähe von Schweineställen verwendet werde, da sie dort das Brandrisiko erhöhen und Feuer eine höhere Gefahr für Schweine und Arbeiter darstellt.

Große, massive Holzzäune verringern die Lärmausbreitung. Sie können auf Erdwällen errichtet werden, um die Gesamthöhe des Hindernisses zu erhöhen.

Erreichter Nutzen für die Umwelt: Die zu erreichende Minderung ist abhängig von der Art der Barriere.

Eignung: Barrieren können in jeder Situation verwendet werden. Die örtliche Situation bestimmt, ob bauliche Barrieren, wie Holzzäune oder Erdwälle, errichtet werden können.

Referenzliteratur: [68, ADAS, 1999] und [69, ADAS, 1999].

4.12. Techniken zur Behandlung und Entsorgung von anderen Reststoffen (außer Wirtschaftsdünger und Kadaver)

Die Arten der Reststoffe, die bei der intensiven Tierhaltung entstehen und die Art und Weise, wie diese Reststoffe behandelt werden, wurden in Kapitel 2.10 erläutert. In verschiedenen Berichten bezieht sich das Abfallmanagement auf die Aufteilung der Reststoffe in Kategorien die wieder verwertet, auf dem Betrieb behandelt oder letztendlich beseitigt werden müssen. Rückstände, die anderweitig entsorgt werden müssen, können weiter getrennt und so eine Behandlung außerhalb des Betriebes ermöglicht werden. Eine wichtige Anforderung für einen solchen Abfallmanagementplan ist ein preisgünstiger Weg der Sammlung und Entfernung von Reststoffen.

Abfälle können in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- Flüssige Reststoffe
- Feste Reststoffe

4.12.1 Behandlung flüssiger Reststoffe

Bei den flüssigen Reststoffen ist das Mischen von Schmutzwasser mit Gülle gefolgt von weiterer Behandlung oder Separierung durch Verregnungsverfahren gängige Praxis. Die Verminderung von Emissionen bei diesen Verfahren ist in Kapitel 4.10 beschrieben.

Einige Maßnahmen können angewendet werden, um die Menge und Gefährdung von Abwasser in einem Betrieb zu verringern. Niederschlagswasser aus nicht überdachten Laufhöfen, Futterstellen im Außenbereich und Mistplatten sollte gesammelt und genutzt werden. Bei der Dimensionierung der Lagerkapazitäten für Flüssigmist und Mistjauche muss das Volumen des eingerechneten Niederschlagswassers übereinstimmen mit den durchschnittlichen Niederschlagsmengen und der Größe der entsprechenden Fläche, abzüglich der Verdunstungsverluste. Unverschmutztes Niederschlagswasser von Dächern und Straßen kann im Regelfall entweder vor Ort versickern, in die Kanalisation oder in die Hauptabwasserleitung geführt werden. Jede Möglichkeit zur Wiederverwendung (wie Reinigung) einschließlich Sammlung und getrennter Lagerung sollte in Erwägung gezogen werden.

Häusliche und sanitäre Abwässer (Wasch- oder Duschwasser, Toiletten- und Küchenabwässer) können entweder über das örtliche Abwassersystem entsorgt werden oder gesammelt und später abtransportiert oder anderweitig behandelt werden (z.B. in Pflanzenkläranlagen), gefolgt von einer Einleitung in Oberflächengewässer.

Durch weitgehenden Einsatz von Trocken- Reinigungsverfahren mit einem anschließenden Einsatz von Düsenreinigern, kann der Wasserverbrauch und der Anfall von Schmutzwasser signifikant reduziert werden.

Der Gebrauch ausschließlich geprüfter Reinigungs- und Desinfektionsmittel reduziert die Gefährdung durch das Schmutzwasser.

4.12.2 Behandlung fester Reststoffe

Beschreibung: Es gibt verschiedene Wege, Reststoffe zu entsorgen. Im Allgemeinen wird das Verbrennen von Reststoffen (Verpackungsmaterial und Plastik) auf dem Feld nicht als umweltverträgliche Methode angesehen, obwohl es an vielen Orten noch erlaubt ist. Die Verbrennung ist ein schwer beherrschbarer Prozess. Wenn die Temperaturen die für eine sachgemäße Verbrennung erforderlichen Werte nicht erreichen folgen daraus Luftemissionen von Substanzen, die bei einer unvollständigen Verbrennung auftreten (z.B. Krebs erzeugende Substanzen). Eine Option besteht darin, die Reststoffe zu verbrennen, um Energie für die Heizzwecke zu erzeugen, es wurden aber keine Daten vorgelegt, die eine Einschätzung dieser Methode ermöglichen. Die Verbrennung von Plastik, Gummi, Reifen und anderen Materialien im Freien sollte nicht erlaubt werden.

Das Vergraben oder Deponieren von Reststoffen auf dem Betrieb ist ebenso weit verbreitet und kann kurzfristig eine Alternative sein, erfüllt seinen Zweck aber nicht auf lange Sicht. Boden und Grundwasserverschmutzungen können abhängig von den Eigenschaften der Reststoffe, die vergraben werden auftreten. Anfängliche Einsparungen können sich in eine finanzielle Last verwandeln, z.B. für Reinigung und Sanierung des Standortes. Reststoffe, die vergraben werden, schließen Baumaterialien, wie Dachplatten aus Asbestzement, ein.

Es ist zwar bekannt, dass sowohl die Verbrennung im Freien als auch das Vergraben für einige Reststoffe die einzigen Möglichkeiten der Entsorgung darstellen können, wenn geeignete Alternativen fehlen. Es wird aber erwartet, dass diese Praktiken aufgrund von Umweltvorschriften eingestellt werden müssen.

Es wird empfohlen, dass die so genannte Beste Praktizierbare Umweltschutz Option (BPEO) angewendet wird. Dieser Ansatz folgt der Rahmengesetzgebung der Abfallhierarchie (Verminderung, Wiederverwendung, Rückgewinnung, Entsorgung) und er wendet die Prinzipien der Nähe (Abfallbehandlung so nah wie möglich) und Vorsorge (sofortige Anwendung preisgünstiger Methoden um eine Verschlechterung der Umwelt zu vermeiden) an.

Innerhalb dieses Rahmenplans wurden die folgenden Optionen auf Betriebsebene überprüft:

- Wiederverwendung von Reststoffen
- Kompostierung von Reststoffen
- Energierückgewinnung

Die Wiederverwendung ist auf wieder verwendbare oder wieder auffüllbare Verpackungen ausgerichtet. Möglichkeiten für die Kompostierung anderer Reststoffe außer Mist auf dem Betrieb gibt es nur beschränkt; die beste Gelegenheit ergibt sich durch sekundäre Pappverpackungen. Energierückgewinnung schließt die bereits benutzten Ölbrenner ein und durch die neuen Entwicklungen von Energierückgewinnungstechniken können auch andere Materialien verwendet werden. Techniken, die typischerweise in Geflügel- und Schweine-Intensivtierhaltungen Verwendung finden, sind nicht bekannt.

Erreichter Nutzen für die Umwelt: Es gibt verschiedene Vorteile für die Umwelt, diese hängen aber von der Art des Reststoffes und der Behandlung ab. Möglichkeiten zur Wiederverwendung, Sammlung oder zentralen Behandlung vermindern die Verbrennung und Deponierung der Reststoffe oder die Lagerung auf der Reststoffe auf der Anlage (was die Probleme in Bezug auf Geruch und Bodenverschmutzungen durch ablaufende Flüssigkeiten erhöhen kann).

Eignung: Bei der Anwendung der Best Praktizierbaren Umweltschutz-Option sind die Landwirte abhängig von der Verfügbarkeit einer geeigneten logistischen Infrastruktur für die Entsorgung von nicht nutzbaren Reststoffe oder von Reststoffen, die auf dem Betrieb nicht wieder verwendet werden können.

Fehlende Informationen, geringes Bewusstsein und hohe Gerätekosten machen die Verwendung der vorgeschlagenen Techniken zur Reststoffbehandlung auf dem Betrieb zurzeit schwierig. Verstärkte Forschung und Entwicklung ist nötig, um die Möglichkeiten für deren Einsatz zu erhöhen.

Kosten: Ein Teil der Kosten hängt von den verwendeten Behandlungstechniken ab. Insbesondere bei der Verbrennung und Deponierung von Reststoffen müssen die steigenden gesetzlichen Anforderungen befolgt werden, die die Kosten für die Einführung und den Betrieb dieser Techniken erhöhen werden.
Die Kosten für andere Wege der Entsorgung oder Rückgewinnung schließen ein:

- Sammlungs- und Transportkosten
- Entsorgungs- und Rückgewinnungskosten
- Deponiegebühren (wenn durch Deponierung entsorgt wird)

Die Kosten für den Landwirt hängen von einer Anzahl von Faktoren ab, einschließlich:

- Betriebsstandort und den Abstand zu geeigneten Anlagen
- Menge der Reststoffe
- Beschaffenheit und Klassifizierung der Reststoffe
- Endbehandlung
- Marktnachfrage für Sekundärrohstoffe.

Treibende Kraft zur Anwendung: Es ist zu erwarten, dass landwirtschaftliche Reststoffe zunehmend als Industrieabfälle angesehen werden. Die in verschiedenen Richtlinien in Bezug auf Abfall, wie die EG Deponie-Richtlinie und die Müllverbrennungs-Richtlinie, festgelegten Ansprüche werden die wichtigsten Triebkräfte bilden, die die Behandlung von landwirtschaftlicher Abfälle verändern wird.

Andere Kräfte, die einen Wechsel in der Behandlung von Reststoffen forcieren, berücksichtigen die Ansprüche von Händlern und Konsumenten, die steigende öffentliche Besorgnis um die Umwelt und Gesundheitseinflüsse von Produkten auf den Menschen, steigende Kosten der Entsorgung und die Entwicklung von EU-Richtlinien, die das „Verursacher -Prinzip“ anwenden.

Referenzliteratur: Die meisten Informationen können in einem Bericht aus Großbritannien gefunden werden, der Wege zu einem nachhaltigen landwirtschaftlichen Abfallmanagement aufzeigt [147, Bragg S und Davies C, 2000]

5 BESTE VERFÜGBARE TECHNIKEN

Zum Verständnis dieses Kapitels und seiner Inhalte wird der Leser auf das Vorwort dieses Dokuments verwiesen, insbesondere auf den fünften Abschnitt des Vorworts: "Anleitung zum Verständnis und zur Benutzung des Dokuments". Die Techniken und damit verbundenen Emissions- und/oder Verbrauchswerte, die in diesem Kapitel dargestellt werden, wurden in einem iterativen Prozess mit folgenden Schritten bewertet:

- Identifizierung der zentralen Umweltprobleme des Sektors: Ammoniakemissionen in die Luft, Stickstoff- und Phosphoremissionen in Boden, Oberflächen- und Grundwasser und damit verbundene Umwelteffekte, wie z.B. Geruchs- und Staubemissionen oder auch der Energie- und Wasserverbrauch
- Auswertung der relevantesten Techniken, um diese Schlüsselprobleme anzugehen
- Identifizierung der besten Umweltleistung, auf Basis der in der Europäischen Union und weltweit verfügbaren Daten. Charakteristisch für diesen Sektor ist, dass nur für wenige Parameter ein routinemäßiges Monitoring bezüglich Umweltemissionen besteht. Typischerweise wird der Ammoniakgehalt als ein messbarer Indikator für die Abschätzung der Effektivität einer Technik herangezogen. Demgegenüber hat die TAG bei der Bewertung der BVT viele weitere potentielle Umwelteinflüsse berücksichtigt, im Falle von fehlenden Daten unter Einbeziehung ihrer Experteneinschätzung.
- Auswertung der Bedingungen, unter denen diese Umweltwirkungen erreicht wurden, wie z.B. Kosten, medienübergreifende Effekte, Haupttriebkräfte, die bei der Implementierung dieser Techniken beteiligt sind
- Auswahl der besten verfügbaren Techniken (BVT) und der damit verbundenen Emissions- und/oder Verbrauchswerte für diesen Sektor im Allgemeinen, in Übereinstimmung mit Artikel 2(11) und Anhang IV dieser Richtlinie.

Die Experteneinschätzung des Europäischen IPPC-Büros und der relevanten Technischen Arbeitsgruppe (TAG) hat bei jedem dieser Schritte und für die Darstellungsform der Information eine Schlüsselrolle gespielt.

Auf Basis dieser Einschätzung, werden in diesem Kapitel Techniken und, soweit möglich, die mit der Anwendung der BVT verbundenen Emissions- und/oder Verbrauchswerte dargestellt, die für diesen Sektor als Ganzes als geeignet erachtet werden und die in vielen Fällen die derzeitige Leistung von Anlagen in diesem Sektor wiedergeben. Wo „mit den Besten Verfügbaren Techniken verbunden" Emissions- und/oder Verbrauchswerte dargestellt werden, ist dies so zu verstehen, dass diese Werte die Umweltleistung angeben, die als bei der Anwendung der beschriebenen Techniken in diesem Sektor zu erwarten ist. Dabei werden auch die Kostenbilanz und die Vorteile, die mit der Definition als BVT verbunden sind, berücksichtigt. Es handelt sich dabei aber weder um Emissions- noch um Verbrauchsgrenzwerte, noch sollten sie als solche verstanden werden. In manchen Fällen mag es technisch möglich sein, bessere Emissions- und/oder Verbrauchswerte zu erreichen, aber aufgrund der damit verbundenen Kosten oder medienübergreifender Erwägungen werden diese Techniken nicht als BVT für den Sektor als Ganzes als geeignet angesehen. Allerdings können solche Werte in speziellen Fällen als gerechtfertigt angesehen werden, wo es besondere treibende Kräfte gibt.

Die mit der Anwendung von BVT verbundenen Emissions- und/oder Verbrauchswerte müssen vor dem Hintergrund der besonderen Referenzbedingungen (z.B. Mittelungszeiträume) gesehen werden.

Das oben beschriebene Konzept "mit den BVT verbundene Werte" muss unterschieden werden vom Begriff "erreichbarer Wert", der an anderer Stelle in diesem Dokument verwendet wird. Wo ein Wert als "erreichbar" beschrieben wird bei der Anwendung einer besonderen Technik oder Kombination von Techniken, sollte dies so verstanden werden, dass erwartet werden kann, dass der Wert über einen substantiellen Zeitraum in einer gut gewarteten und betriebenen Anlage erreicht werden kann oder in einem Prozess, der diese Techniken benutzt.

Wo vorhanden, wurden in vorhergehenden Kapitel Daten bezüglich der Kosten zusammen mit der Beschreibung der Techniken dargestellt. Diese geben eine ungefähre Vorstellung von der Größenordnung der damit verbundenen Kosten. Die tatsächlichen Kosten der Anwendung einer Technik werden jedoch stark vom Einzelfall abhängen, im Hinblick auf z.B. Steuern, Abgaben und die technischen Besonderheiten der Anlage. Es ist nicht möglich, solche standortspezifischen Faktoren in diesem Dokument vollständig zu bewerten. Bei fehlenden Daten zu Kosten werden Schlüsse zur ökonomischen Machbarkeit einzelner Techniken auf Basis von Beobachtungen an existierenden Anlagen gezogen.

Es ist beabsichtigt, dass die allgemeinen BVT in diesem Kapitel als Referenz dienen, gegenüber der die derzeitige Leistung einer existierenden Anlage oder der Antrag für eine neue Anlage beurteilt werden kann. So werden sie dazu beitragen, dass geeignete "BVT-basierte" Bedingungen einer Anlage bestimmt werden oder dass allgemein gültige Regeln unter Artikel 9(8) festgelegt werden. Es ist vorgesehen, dass neue Anlagen so errichtet werden, dass sie auf dem Niveau der hier dargestellten allgemeinen BVT-Werte oder besser betrieben werden können. Es wird auch davon ausgegangen, dass existierende Anlagen sich dem allgemeinen BVT-Niveau annähern oder auch eine bessere Leistung aufweisen können, in Abhängigkeit von der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit der Techniken im Einzelfall.

Auch wenn die BREFs keine gesetzlich verbindlichen Standards setzen, so werden sie als Orientierung für Industrie, Mitgliedstaaten und der Öffentlichkeit hinsichtlich erreichbarer Emissions- und/oder Verbrauchswerte beim Einsatz spezieller Techniken verstanden. Die Anwendung von Techniken und angemessene Grenzwerte für sämtliche Einzelfälle werden unter Berücksichtigung der Ziele der IVU-Richtlinie und lokaler Erwägungen festgelegt werden müssen.

Um diese allgemeine Einleitung zu ergänzen, werden in die folgenden Paragraphen die sektorspezifischen Probleme sowie die Bewertung der BVT vorgestellt und Hinweise zum Lesen dieses Kapitels gegeben.

Die wichtigsten Umwelteinflüsse hängen zusammen mit Ammoniakemissionen in die Luft sowie Stickstoff- und Phosphoremissionen in Boden, Oberflächen- und Grundwasser und resultieren aus dem von den Tieren produzierten Wirtschaftsdünger. Maßnahmen, diese Emissionen zu mindern, begrenzen sich nicht nur auf die Lagerung, Behandlung oder Ausbringung des einmal angefallenen Wirtschaftsdüngers, sondern schließen Maßnahmen während der gesamten Prozesskette ein, einschließlich Schritten zur Minimierung des Wirtschaftsdüngeranfalls. Dies beginnt mit „gutem Stallmanagement" und Maßnahmen in der Fütterung und Haltung, gefolgt von der Behandlung und Lagerung des Wirtschaftsdüngers und schließlich deren Ausbringung auf der landwirtschaftlichen Fläche. Um zu verhindern, dass positive Wirkungen einer Maßnahme zu Beginn der Kette durch mangelhaftes Wirtschaftsdüngermanagement im weiteren Verlauf aufgehoben werden, ist es wichtig, das Konzept der BVT anzuwenden.

Das Konzept der BVT bedeutet für einen landwirtschaftlichen Betrieb, immer gute fachliche Praxis und fütterungsbezogene Maßnahmen zusammen mit BVT für die Haltungsverfahren anzuwenden. Zusätzlich können BVT zur Verringerung des Wasser- und Energieverbrauchs relevant sein. Die Lagerung von Wirtschaftsdünger und betriebsinterne Wirtschaftsdüngeraufbereitung sind eine Quelle von Emissionen, bei der die Anwendung von BVT in einer bedeutenden Minderung der Emissionen führen. Selbst bei Anwendung von Fütterungsmaßnahmen und betriebsinterner Wirtschaftsdüngeraufbereitung wird noch immer Wirtschaftsdünger (d.h. behandelter Wirtschaftsdünger) anfallen, der üblicherweise ausgebracht wird. Für diese Aktivität schließt BVT Managementinstrumente und eine Auswahl an Geräten ein. Allerdings besteht angesichts der Bandbreite des lokalen Klimas innerhalb der Gemeinschaft und gekoppelt mit lokalen Präferenzen für Rassen und Endgewichte der betreffenden Tiere gewisser Zweifel, ob ein in einem Land ausgereiftes Haltungsverfahren in einem anderen genauso umsetzbar oder effektiv sein kann. Tatsächlich wurden in diesem Sektor viele Haltungsverfahren nur in einzelnen Ländern entwickelt und getestet und sind bisher nicht außerhalb dieser Länder bewertet worden. Es wäre wissenschaftlich falsch, anzunehmen, dass manche dieser Techniken die gleiche Wirkung in der gesamten Gemeinschaft erzielen könnten.

Eine Charakteristik dieses Sektors ist es, dass Ausgestaltung und Betrieb des Haltungsverfahrens selbst eine fundamentale Technik darstellen, die auch zur gesamten Umweltleistung beiträgt. Bei der Modernisierung existierender Gebäude wird das derzeit angewandte Haltungsverfahren die Auswahl neuer Techniken beeinflussen, die angewandt werden können. Ein Wechsel von einem Haltungsverfahren zu einem anderen bedeutet normalerweise einen kompletten Ersatz des Verfahrens, aber im Allgemeinen werden nur kleinere Änderungen im Gebäude nötig sein, in dem das Verfahren installiert ist. Typischerweise ist das Haltungsverfahren eine Langzeitinvestition und dies muss bei der Prioritätensetzung für die Implementierung von BVT in jedem Fall berücksichtigt werden.

Im Rahmen des Informationsaustausches hat eine Untergruppe der TAG eine Methode für die Bewertung von BVT für Intensivtierhaltungsverfahren erarbeitet (siehe Anhang 7.7). Diese Methode sollte als erster Ansatz betrachtet werden, um BVT im allgemeinen Sinne zu identifizieren. Die Methode ist soweit wie möglich

angewandt worden, um zu den BVT-Schlussfolgerungen zu gelangen, die in diesem Kapitel detailliert dargestellt werden.

Folgende Erwägungen untermauern die Bewertung der Techniken:

- es sind nur eingeschränkt Daten vorhanden
- Aspekte der Tiergerechtheit[8] werden berücksichtigt, aber der Fokus der Auswertung liegt auf der Umweltleistung
- Investitionskosten sind nur von eingeschränktem Nutzen für die Auswertung; jährliche Betriebskosten würden mehr Information liefern, da sie im Allgemeinen Abschreibungskosten mit einbeziehen. Dieses Manko schloss eine vollständige ökonomische Auswertung aus.
- Zusätzlicher Energie- und Arbeitszeitbedarf sollte tragbar sein, wenn eine Technik als BVT vorgeschlagen wird.

In den folgenden drei Abschnitten (Abschnitte 5.1– 5.3) dieses Kapitels werden die BVT-Schlussfolgerungen für die Intensivhaltung von Geflügel und Schweinen beschrieben. Abschnitt 5.1 behandelt allgemeine BVT-Schlussfolgerungen zur guten fachlichen Praxis, die in der Regel allgemeinen auf beide Sektoren – Schweine wie Geflügel – anwendbar sind. Abschnitt 5.2 beschreibt die allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen für den Schweinesektor und Abschnitt 5.3 beschreibt die allgemeinen BVT-Schlussfolgerungen für den Geflügelsektor. Die Abschnitte 5.2 und 5.3 haben denselben Aufbau und beschreiben BVT-Schlussfolgerungen zu:

- Fütterungstechniken
- luftgetragenen Emissionen aus Ställen
- Wasser
- Energie
- Wirtschaftsdüngerlagerung
- betriebsinterner Wirtschaftsdüngeraufbereitung und
- Ausbringtechniken für Wirtschaftsdünger.

5.1 Gute fachliche Praxis in der Intensivhaltung von Schweinen und Geflügel

Gute fachliche Praxis ist ein wesentlicher Bestandteil der BVT. Obwohl es schwierig ist, die positiven Umweltwirkungen im Sinne einer Verringerung der Emissionen oder des Energie- und Wasserverbrauchs zu quantifizieren, ist klar, dass eine gewissenhafte Betriebsführung zu einer verbesserten Umweltleistung eines intensiven Geflügel- oder Schweinebetriebs beiträgt.

Um die allgemeine Umweltleistung eines Intensivtierhaltungsbetriebes zu verbessern, müssen BVT alles für das Folgende tun:

- Identifizierung und Umsetzung von Fortbildungsprogrammen und Schulungen für Mitarbeiter des Betriebs (Abschnitt 4.1.2),
- Erfassung von Wasser- und Energieverbrauch, der verbrauchten Futtermittelmengen, des anfallenden Abfalls und der ausgebrachten Mineral- und Wirtschaftsdünger (Abschnitt 4.1.4)
- Erstellung eines Notfallplans, um mit unvorhergesehenen Emissionen und Zwischenfällen umzugehen (Abschnitt 4.1.5)
- Umsetzung eines Reparatur- und Wartungsprogramms, um sicherzustellen, dass Gebäude und Ausstattung in betriebsfähigem Zustand sind und dass Einrichtungen sauber gehalten werden (Abschnitt 4.1.6),
- Planung von Aktivitäten am Standort selbst, wie z.B. die Lieferung von Materialien und die Abfuhr von Produkten und Abfall (Abschnitt 4.1.3) und
- Genaue Planung der Wirtschaftsdüngerausbringung (Abschnitt 4.1.3)

[8] Die Gemeinschaftsgesetzgebung schließt im Besonderen das Halten von Tieren in ständiger Dunkelheit aus.

Zur Wirtschaftsdüngerausbringung selbst werden unten detaillierte BVT-Schlussfolgerungen aufgezeigt.

Die Nitratrichtlinie legt zum einen Mindestanforderungen zur Wirtschaftdüngerausbringung fest mit dem Ziel, für alle Gewässer ein allgemeines Schutzniveau gegen die Verunreinigung mit Stickstoffkomponenten zu gewährleisten, und zum anderen zusätzliche Bestimmungen für die Wirtschaftsdüngerausbringung in ausgewiesenen gefährdeten Gebieten. Aufgrund fehlender Daten werden nicht alle Bestimmungen dieser Richtlinie in diesem Dokument angesprochen, aber die TAG kam überein, dass BVT zur Ausbringung auf dem Feld auch innerhalb und außerhalb dieser Schutzzonen gilt.

Es gibt verschiedene Phasen im Prozess - im Vorfeld wie im Nachgang der Wirtschaftsdüngerproduktion und schließlich die Ausbringung auf dem Feld - in denen Emissionen gemindert und/oder begrenzt werden können. Die verschiedenen Techniken, die BVT sind und in den verschiedenen Phasen des Prozesses angewendet werden können sind unten aufgelistet. Allerdings basiert das Prinzip von BVT darin, alles für die folgenden vier Handlungsfelder zu tun:

- Anwendung von Fütterungsmaßnahmen,
- Bilanzierung des auszubringenden Wirtschaftsdüngers gegen die zur Verfügung stehende Fläche, den Pflanzenbedarf und – falls verwendet – andere Düngemittel,
- Management der Wirtschaftsdüngerausbringung und
- ausschließlicher Einsatz von BVT-Techniken zur Wirtschaftsdüngerausbringung

Diese Prinzipien werden weiter unten im Detail ausgearbeitet.

BVT dient der Minimierung von Emissionen aus Wirtschaftsdüngern in Boden und Grundwasser, indem die Wirtschaftsdüngeranfallmenge gegen den voraussichtlichen Pflanzenbedarf (Stickstoff und Phosphor sowie die mineralische Versorgung der Pflanzen aus dem Boden und über Düngung) bilanziert wird. Es sind verschiedene Hilfsmittel verfügbar, um die gesamte Nährstoffaufnahme über Boden und Vegetation gegen den gesamten Nährstoffaustrag über Wirtschaftsdünger zu bilanzieren, wie z.B. Bodennährstoffbilanzen oder über die Viehbesatzdichte.

BVT muss die Besonderheiten der betreffenden Flächen berücksichtigen, insbesondere Bodenbedingungen, Bodenart und Hangneigung, klimatische Bedingungen, Niederschlag und Bewässerung, Flächennutzung und landwirtschaftliche Praxis, einschließlich der Fruchtfolge.

BVT bedeutet, Gewässerverunreinigungen zu mindern durch Beachtung insbesondere folgender Punkte:

- keine Wirtschaftsdüngerausbringung, wenn der Boden
  - wassergesättigt,
  - überschwemmt,
  - gefroren oder
  - schneebedeckt ist.
- keine Wirtschaftsdüngerausbringung auf steilen Hanglagen,
- keine Wirtschaftsdüngerausbringung entlang von Wasserläufen (Freihalten eines unbehandelten Randstreifens) und
- Ausbringung des Wirtschaftsdüngers so kurz wie möglich vor dem maximalem Pflanzenwachstum und der maximalen Nährstoffaufnahme.

BVT bedeutet, die Wirtschaftsdüngerausbringung so zu gestalten, dass Geruchsbelästigungen dort gemindert werden, wo Nachbarn betroffen sein könnten, durch Beachtung insbesondere folgender Punkte:

- Ausbringung im Laufe des Tages, wenn die Anwohner eher nicht zu Hause sind, unter Vermeidung der Wochenenden und Feiertage, und
- Beachtung der Windrichtung hinsichtlich der benachbarten Wohnbebauung.

Wirtschaftsdünger kann behandelt werden, um Geruchsemissionen zu minimieren, was dann eine höhere Flexibilität bei der Identifizierung passender Standorte und Wetterbedingungen für die Ausbringung bringen kann.
Die BVT bezüglich der Geräte für die Ausbringung von Schweine- und Geflügelwirtschaftsdüngern werden in den Abschnitten 5.2.7 bzw. 5.3.7 diskutiert.

5.2 Intensivhaltung von Schweinen

Die BVT für die Verbesserung der allgemeinen Umweltleistung eines Intensivtierhaltungsbetriebs sind im Abschnitt 5.1 "Gute fachliche Praxis in der Intensivhaltung von Schweinen und Geflügel" beschrieben.

5.2.1 Fütterungstechniken

Vorbeugende Maßnahmen reduzieren die von den Tieren ausgeschiedenen Nährstoffmengen und mindern so den Bedarf für kurative Gegenmaßnahmen im weiteren Verlauf des Produktionsprozesses. Die folgenden fütterungsbezogenen BVT sind daher vorzugsweise gegenüber späterer Prozessschritt- BVT anzuwenden.

Nährstoffmanagement zielt darauf ab, das Futter besser auf den Bedarf der Nutztiere in den verschiedenen Produktionsphasen abzustimmen und so die Ausscheidung der überschüssigen Nährstoffe mit dem Wirtschaftsdünger zu verringern.

Fütterungsmaßnahmen umfassen eine große Vielfalt von Techniken, die einzeln oder in Kombination angewendet werden können, um die maximale Verringerung der Nährstoffausscheidung zu erreichen.

Fütterungsmaßnahmen schließen die Phasenfütterung ein, die Formulierung von Rationen basiert auf verdaulichen/verfügbaren Nährstoffen, den Einsatz gering eiweißhaltiger Aminosäure-supplementierter Rationen (siehe Abschnitt 4.2.3) sowie den Einsatz gering phosphorhaltiger Phytase-supplementierter (siehe Abschnitt 4.2.4) Rationen und/oder hochverdaulicher anorganischer Futterphosphate (siehe Abschnitt 4.2.5). Weiterhin kann der in Abschnitt 4.2.6 beschriebene Einsatz von Fütterungszusätzen die Futtereffizienz erhöhen; dadurch wird die Nährstoffretention verbessert und die im Wirtschaftsdünger ausgeschiedene Nährstoffmenge vermindert.

Weitere Techniken werden derzeit untersucht (z.B. geschlechtsspezifische Fütterung, weitere Reduktion des Protein- und/oder Phosphorgehalts in der Ration) und können in Zukunft zusätzlich verfügbar sein.

5.2.1.1 Fütterungstechniken zur Minimierung der Stickstoffausscheidung

BVT bedeutet, Fütterungsmaßnahmen anzuwenden.

Soweit Stickstoff und demzufolge Nitrat- und Ammoniakausscheidungen betroffen sind, ist die Fütterung der Tiere mit einer Abfolge von Rationen (Phasenfütterung) mit geringeren Rohproteingehalten eine grundlegende Basis für BVT. Diese Rationen müssen durch eine optimale Aminosäurezufuhr aus passenden Futtermittelkomponenten und/oder industriellen Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan; siehe Abschnitt 4.2.3) ergänzt werden.

Eine Verringerung des Rohproteins von 2 bis 3 % (20 bis 30 g/kg Futter) kann abhängig von Rasse bzw. Genotyp und dem tatsächlichen Anfangsgehalt erreicht werden. Die daraus resultierende Spanne an Rohproteingehalten der Rationen ist in Tabelle 5.1 dargestellt. Die Werte in der Tabelle sind nur Anhaltspunkte, da sie unter anderem vom Energiegehalt des Futters abhängen. Daher müssen die Gehalte gegebenenfalls den lokalen Bedingungen angepasst werden. Derzeit werden in einigen Mitgliedstaaten Forschungsvorhaben zu weitergehender angepasster Fütterung durchgeführt, die in Zukunft eine weitere Verringerung in Abhängigkeit der Effekte veränderter Genotypen ermöglichen könnten.

Tierkategorie	Phase	Rohproteingehalt (% im Futter)	Bemerkungen
Aufzuchtferkel	<10 kg	19 – 21	Mit bedarfsgerechter, ausgewogener und optimal verdaulicher Aminosäureergänzung
Ferkel	<25 kg	17,5 – 19,5	
Mastschweine	25 – 50 kg	15 – 17	
	50 – 110 kg	14 – 15	
Sauen	Trächtigkeit	13 – 15	
	Laktation	16 – 17	

Tabelle 5.1: Richtwerte für den Rohproteingehalt von BVT-Futter für Schweine

5.2.1.2 Fütterungstechniken zur Minimierung der Phosphorausscheidung

BVT bedeutet, Fütterungsmaßnahmen anzuwenden.

Soweit Phosphor betroffen ist, ist die Fütterung der Tiere mit einer Abfolge von Rationen (Phasenfütterung) mit geringeren Gesamtphosphorgehalten eine grundlegende Basis für BVT. In diesen Rationen müssen hochverdauliche anorganische Futterphosphate und/oder Phytase eingesetzt werde, um eine ausreichende Versorgung mit verdaulichem Phosphor zu gewährleisten.

Eine Verringerung des Gesamtphosphorgehalts von 0,03 bis 0,07 % (0,3 bis 0,7 g/kg Futter) kann abhängig von Rasse bzw. Genotyp und dem tatsächlichen Anfangsgehalt durch den Einsatz von hochverdaulichen anorganischen Futterphosphaten und/oder Phytase erreicht werden. Die daraus resultierende Spanne an Gesamtphosphorgehalten der Rationen ist in Tabelle 5.2 dargestellt. Die Werte in der Tabelle sind nur Anhaltspunkte, da sie unter anderem vom Energiegehalt des Futters abhängen. Daher müssen die Gehalte gegebenenfalls den lokalen Bedingungen angepasst werden. Derzeit werden in einigen Mitgliedstaaten Forschungsvorhaben zu angepasster Fütterung durchgeführt, die in Zukunft eine weitere Verringerung in Abhängigkeit der Effekte veränderter Genotypen ermöglichen könnten.

Tierkategorie	Phase	Geamtphosphorgehalt (% im Futter)	Bemerkungen
Aufzuchtferkel	<10 kg	0,75 – 0,85	Mit bedarfsgerechter Zufuhr an verdaulichem Phosphor durch der Einsatz von z.B. hochverdaulichen anorganischen Futterphosphaten und/oder Phytase
Ferkel	<25 kg	0,60 – 0,70	
Mastschweine	25 – 50 kg	0,45 – 0,55	
	50 – 110 kg	0,38 – 0,49	
Sauen	Trächtigkeit	0,43 – 0,51	
	Laktation	0,57 – 0,65	

Tabelle 5.2: Richtwerte für den Gesamtphosphorgehalt von BVT-Futter für Schweine

5.2.2 Luftgetragene Emissionen der Schweinehaltung

Zunächst wird eine Reihe allgemeiner Feststellungen gemacht hinsichtlich der Auswertung der Schweinehaltung; im Anschluss daran folgt eine detaillierten Beschreibung von BVT für Warte- und tragende Sauen, Mastschweine (Vor- und Endmast), säugende Sauen und Aufzuchtferkel.

Bauweise zur Minderung von Ammoniakemissionen in die Luft aus der Schweinehaltung, wie sie in Kapitel 4 vorgestellt wurden, berücksichtigen im Wesentlichen einige oder alle der folgenden Prinzipien:

- Verringerung der emittierenden Wirtschaftsdüngeroberflächen,
- Abtransport des Wirtschaftsdüngers (der Gülle) aus dem Güllekanal in ein externes Güllelager,
- Durchführung einer zusätzlichen Behandlung, wie Belüftung, um eine Spül-Flüssigkeit zu erhalten,
- Kühlung der Wirtschaftsdüngeroberfläche,
- Einsatz von Oberflächen (z.B. Spalten oder Güllekanäle), die glatt und einfach zu reinigen sind.

Beton, Eisen und Plastik werden beim Bau von Spaltenböden benutzt. Im Allgemeinen kann man bei der gleichen Spaltenbreite davon ausgehen, dass Kot, der auf Beton abgesetzt wird, länger braucht, um in den Kanal zu fallen, als beim Einsatz von Eisen- oder Plastikspalten und dies ist verbunden mit höheren Ammoniakemissionen. Hier ist festzuhalten, dass Eisensroste in manchen Mitgliedstaaten nicht erlaubt sind.

Eine häufige Entmistung durch Spülung mit Gülle kann zu Geruchsbelastungsspitzen mit jedem Spülvorgang führen. Normalerweise wird zweimal täglich gespült, einmal morgens und einmal abends. Diese Geruchsbelastungsspitzen können zur Belästigung in der Nachbarschaft führen. Zusätzlich wird für die Behandlung der Gülle Energie benötigt. Diese medienübergreifenden Effekte müssen bei der Definition von BVT für die unterschiedlichen Arten der Stallbauweise in Betracht gezogen werden.

In Bezug auf die Einstreu (typischerweise Stroh) ist zu erwarten, dass der Einsatz in der Schweinehaltung innerhalb der Gemeinschaft zunehmen wird aufgrund eines gestiegenen Bewusstseins hinsichtlich der Tiergerechtheit. Einstreu kann in Verbindung mit frei gelüfteten Ställen mit automatischer Be- und Entlüftungskontrolle eingesetzt werden, in denen die Einstreu die Tiere vor niedrigen Temperaturen schützen und daher weniger Energie für Lüftung und Heizung benötigt würde. In Verfahren, in denen Einstreu eingesetzt wird, kann die Bucht in einen Kotbereich (ohne Einstreu) und einen eingestreuten planbefestigten Bereich aufgeteilt werden. Es wird berichtet, dass Schweine diese Bereiche nicht immer auf die vorgesehene Art und Weise nutzen, d.h. koten im eingestreuten Bereich ab und nutzen den Spalten- oder planbefestigten Bereich zum Liegen. Allerdings kann die Buchtengestaltung das Verhalten der Schweine beeinflussen; Andererseits wird berichtet wird, dass dies in warmen Regionen u.U. nicht ausreicht, um Schweine davon abzuhalten, in den falschen Bereichen abzukoten bzw. zu liegen. Dies liegt daran, dass die Schweine in einem voll eingestreuten Verfahren nicht die Möglichkeit haben, sich durch Liegen auf einem unbedeckten Boden abzukühlen.

Eine integrierte Bewertung des Einsatzes von Einstreu muss zusätzliche Kosten für Beschaffung und Entmistung einschließen sowie mögliche Konsequenzen für die Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung und –ausbringung. Durch den Einsatz von Einstreu entsteht Festmist, der zum einem Anstieg des Gehalts an organischer Substanz im Boden führt. Unter gewissen Bedingungen ist diese Art von Wirtschaftsdünger daher vorteilhaft für die Bodenqualität, was ein äußerst positiver medienübergreifender Effekt ist.

5.2.2.1 Haltungsverfahren für leere und tragende Sauen

Derzeit können leere und tragende Sauen entweder einzeln oder in Gruppen gehalten werden. Allerdings sieht die EU-Gesetzgebung zur artgerechten Haltung von Schweinen (91/630/EEC) Mindeststandards für den Schutz von Schweinen vor und wird erfordern, dass Sauen und Jungsauen ab der vierten Woche nach dem Decken bis eine Woche vor dem erwarteten Abferkeltermin in Gruppen gehalten werden – dies gilt Neu- und Umbauten ab dem 1. Januar 2003 und ab dem 1. Januar 2013 für bestehende Ställe.

Verfahren mit Gruppenhaltung erfordern im Vergleich zur Einzelhaltung andere Fütterungssysteme (z.B. elektronisch gesteuerte Futterungsautomaten) und auch Buchtengestaltung, die das Verhalten der Sauen beeinflussen (d.h. Gebrauch von Kot- und Liegebereichen). Allerdings scheinen die eingereichten Daten (Abschnitt 4.6) unter Umweltgesichtspunkten darauf hinzudeuten, dass Gruppenhaltungsverfahren ähnliche Emissionswerte aufweisen wie Einzelhaltungsverfahren, wenn vergleichbare Emissionsminderungstechniken angewandt werden.

Im o.g. EU-Gesetzeswerk zur artgerechten Schweinehaltung (Richtlinie des Rates 91/630/EEC ergänzt durch 2001/88/EC) werden Anforderungen an Bodenoberflächen gestellt. Für Jung- und tragende Sauen muss ein ausgewiesener Teil des Bodens durchgehend planbefestigt sein, der wiederum maximal zu 15 % aus Drainageöffnungen (Übersetzer: Perforation) bestehen darf. Diese neuen Vorschriften gelten für alle neuen oder umgebauten Anlagen ab dem 1. Januar 2003 und ab dem 1. Januar 2013 für alle Anlagen. Die Auswirkung dieser neuen Bodenanordnung auf Emissionen im Vergleich zum typischen Vollspaltenboden (das Referenzverfahren) ist noch nicht untersucht worden. Die max. 15 % ige Perforation im planbefestigten Bodenbereich sind weniger als die 20 % für den Betonspaltenbodenbereich in den neuen Vorschriften (maximal 20 mm Schlitzweite und eine minimale Auftrittsbreite von 80 mm für Sauen und Jungsauen). Insgesamt handelt es sich also um eine Verringerung der Perforationsfläche.

Im folgenden Abschnitt zu BVT werden Techniken gegenüber einem speziellen Referenzverfahren verglichen. Das Referenzverfahren (beschrieben in Abschnitt 4.6.1) für die Haltung von leeren und tragenden Sauen ist eine Güllegrube unter einem Betonvollspaltenboden. Die Gülle wird in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen entnommen. Künstliche Belüftung beseitigt gasförmige Verbindungen, die von der gelagerten Gülle emittiert werden. Das System wird üblicherweise in ganz Europa angewendet.

BVT ist:

- ein Voll- oder Teilspaltenboden mit einem Vakuumsystem, das häufige Entmistung ermöglicht (Abschnitte 4.6.1.1 und 4.6.1.6), oder
- ein Teilspaltenboden mit einem verkleinerten Güllekanal (Abschnitt 4.6.1.4).

Es wird allgemein anerkannt, dass Betonspaltenböden zu höheren Ammoniakemissionen führen als Metall- oder Plastikspaltenböden. Allerdings war für die o.g. BVT keine Information über die Auswirkung verschiedener Spaltenmaterialien auf Emissionen oder Kosten verfügbar.

Bedingte BVT (Übersetzer: Verfahren, die nur bedingt als BVT anzusehen sind)

"Neu errichtete Tierhaltungsanlagen mit Voll- oder Teilspaltenboden über Spülrinnen oder -rohren und Spülung mit unbelüftetem Flüssigmist (Abschnitte 4.6.1.3 und 4.6.1.8)" sind bedingte BVT. In Fällen, in denen keine Belästigung der Nachbarschaft durch Geruchsspitzen beim Spülen zu erwarten ist, sind diese Techniken BVT für neu errichtete Anlagen. In Fällen, in denen diese Technik bereits installiert ist, ist sie BVT.

BVT für bereits bestehende Anlagen

"Ein Haltungsverfahren mit Kühlung der Flüssigmistoberfläche durch Kühlrippen unter Verwendung eines geschlossenen Wassersystems mit Wärmepumpen (Abschnitt 4.6.1.5)" weist eine gute Leistung auf, aber ist ein sehr kostspieliges Verfahren. Daher sind Kühlrippen zur Kühlung der Flüssigmistoberfläche nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen; wenn sie aber bereits installiert sind, gelten sie als BVT.

"Teilspaltenbodenverfahren mit Mistschieber (Abschnitt 4.6.1.9)" weisen im Allgemeinen eine gute (Übersetzer: Emissionsminderungs-)Leistung auf, deren Betrieb ist aber schwierig. Ein Mistschieber ist daher nicht BVT für neu errichtete Tierhaltungsanlagen, gilt aber als BVT, wenn diese Technik bereits installiert ist.

"Voll- oder Teilspaltenbodenverfahren mit Spülrinnen oder –rohren und Spülung mit unbelüftetem Flüssigmist (Abschnitte 4.6.1.3 und 4.6.1.8)" sind, wie bereits erwähnt, BVT, wenn sie bereits installiert sind. Die gleiche Technik mit belüftetem Flüssigmist betrieben, ist nicht BVT für neu errichtete Tierhaltungsanlagen aufgrund der Geruchsspitzen, des Energieverbrauchs und der Schwierigkeiten im Betrieb. Allerdings gilt diese Technik in Fällen, in denen sie bereits installiert ist, als BVT.

Abweichende Auffassung eines Mitgliedstaates

Ein Mitgliedstaat unterstützt die BVT-Schlussfolgerungen, aber seiner Auffassung nach sind folgende Techniken auch BVT, wenn sie bereits installiert sind, auch in Fällen, in denen eine Erweiterung (Übersetzer: wesentliche Änderung) unter Nutzung des gleichen Verfahrens (anstatt zweier verschiedener Verfahren) geplant ist:

- ein Voll- oder Teilspaltenboden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Güllekanälen; Spülung mit unbelüftetem oder belüftetem Flüssigmist (Abschnitte 4.6.1.2 und4.6.1.7).

Die in diesem Mitgliedstaat häufig angewandten Verfahren können eine höhere Ammoniakemissionsminderung erreichen als die zuvor als BVT identifizierten Verfahren (Abschnitte 4.6.1.1, 4.6.1.6 und 4.6.1.4) oder bedinge BVT (Abschnitte 4.6.1.3 und 4.6.1.8). Es wird argumentiert, dass die hohen Kosten einer nachträglichen Anpassung einer existierenden Anlage an eine dieser BVT nicht gerechtfertig sind. Bei einer Erweiterung einer Anlage um z.B. einen Neubau würde die Umsetzung von BVT oder bedingter BVT den Betrieb erschweren, da der Betreiber gezwungen wäre, zwei verschiedene Verfahren parallel anzuwenden. Der Mitgliedstaat sieht daher

o.g. Verfahren aufgrund ihrer guten Emissionsminderungsmöglichkeiten, des einfachen Betriebs und aus Kostenerwägungen als BVT an.

Einstreuverfahren

Stark voneinander abweichende Minderungspotenziale wurden bisher zu Verfahren mit Einstreu berichtet und weitere Daten müssen gewonnen werden, um eine bessere Orientierung geben zu können, was die BVT für einstreubasierte Verfahren sind. Die TAG schlussfolgert allerdings, dass beim Einsatz von Einstreu unter Beachtung guter fachlicher Praxis – wie z.B. genügend Einstreu, häufiger Einstreuwechsel, entsprechende Buchtenbodengestaltung und Schaffung funktioneller Bereiche – diese Verfahren nicht als BVT ausgeschlossen werden können.

5.2.2.2 Haltungsverfahren für Mastschweine

Mastschweine werden immer in Gruppen gehalten und die meisten für Sauen üblichen Gruppenhaltungsverfahren werden auch hier angewandt.

Im folgenden Abschnitt zu BVT werden Techniken gegenüber einem speziellen Referenzverfahren verglichen. Das Referenzverfahren für Mastschweine ist ein Vollspaltenboden mit Güllegrube (Güllelagerung unter dem Stall) und mechanischer Belüftung (Abschnitt 2.3.1.4.1).

BVT ist:

- ein Vollspaltenboden mit einem Vakuumsystem, das häufiges Entmisten ermöglicht (Abschnitt 4.6.1.1) oder
- ein Teilspaltenboden mit verkleinertem Güllekanal, dieser mit geneigten Seitenwänden, und einem Vakuumsystem (Abschnitt 4.6.4.3) oder
- ein Teilspaltenboden mit einem konvexen, planbefestigten Bodenbereich in der Mitte der Bucht oder einem geneigten planbefestigten Bodenbereich auf einer Seite, einem Güllekanal mit geneigten Seitenwänden (Abschnitt 4.6.4.2).

Es wird allgemein anerkannt, dass Betonspaltenböden zu höheren Ammoniakemissionen führen als Metall- oder Plastikspaltenböden. Allerdings weisen die vorliegenden Daten nur einen Unterschied von 6 % aus, während die Kosten signifikant höher sind. Metallspalten sind zudem nicht in jedem Mitgliedstaat erlaubt und sind für sehr schwere Schweine nicht geeignet.

Bedingt als BVT anzusehen:

"Neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen mit Voll- oder Teilspaltenboden über Spülrinnen oder rohren und Spülung mit unbelüftetem Flüssigmist (Abschnitte 4.6.1.3 und 4.6.1.8)" sind bedingte BVT. In Fällen, in denen keine Belästigung der Nachbarn durch Geruchsspitzen beim Spülen zu erwarten ist, sind diese Techniken BVT für neu zu errichtende Anlagen. In Fällen, in denen diese Technik bereits installiert ist, ist sie BVT (ohne Bedingung).

BVT für bereits bestehende Anlagen

"Ein Haltungsverfahren mit Kühlung der Flüssigmistoberfläche durch Kühlrippen unter Verwendung eines geschlossenen Systems mit Wärmepumpen (Abschnitt 4.6.1.5)" weist eine gute Leistung auf, aber ist ein sehr kostspieliges Verfahren. Daher sind Kühlrippen zur Kühlung der Flüssigmistoberfläche nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen; wenn sie aber bereits installiert sind, gelten sie als BVT. Im Falle einer nachträglichen Anpassung kann diese Technik wirtschaftlich sinnvoll und daher BVT sein; dies muss jedoch von Fall zu Fall entschieden werden. Es ist zu bedenken dass die Energieeffizienz unter Umständen geringer sein kann, in denen die Wärme, die beim Kühlen entsteht, nicht genutzt wird, z.B. wenn keine Aufzuchtferkel da sind, die warm gehalten werden müssen.

"Teilspaltenbodenverfahren mit Mistschieber (Abschnitt 4.6.1.9)" weisen im Allgemeinen eine gute Leistung auf, aber der Betrieb ist schwierig. Ein Mistschieber ist daher nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen, gilt aber als BVT, wenn diese Technik bereits installiert ist.

"Voll- oder Teilspaltenbodenverfahren mit Spülrinnen oder –rohren und Spülung mit unbelüftetem Flüssigmist (Abschnitte 4.6.1.3 und 4.6.1.8)" sind, wie bereits erwähnt, BVT, wenn sie bereits installiert sind. Die gleiche Technik mit belüftetem Flüssigmist betrieben, ist nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen aufgrund der Geruchsbelastungsspitzen, des Energieverbrauchs und der Schwierigkeiten im Betrieb. Allerdings gilt diese Technik in Fällen, in denen sie bereits installiert ist, als BVT.

Abweichende Auffassung eines Mitgliedstaates

Ein Mitgliedstaat unterstützt die BVT-Schlussfolgerungen, aber seiner Auffassung nach sind folgende Techniken auch BVT, wenn sie bereits installiert sind, auch in Fällen, in denen eine Erweiterung (Übersetzer: wesentliche Änderung) unter Nutzung des gleichen Verfahrens (anstatt zweier verschiedener Verfahren) geplant ist:

- ein Voll- oder Teilspaltenboden mit Spülung einer ständigen Gülleflüssigkeitsschicht in Güllekanälen; Spülung mit unbelüftetem oder belüftetem Flüssigmist (Abschnitte 4.6.1.2 und 4.6.1.7).

Die in diesem Mitgliedstaat häufig angewandten Verfahren können eine höhere Ammoniakemissionsminderung erreichen als die zuvor als BVT oder bedingte BVT identifizierte Verfahren (Abschnitte 4.6.1.3 und 4.6.1.8). Es wird argumentiert, dass die hohen Kosten einer nachträglichen Anpassung einer existierenden Anlage an eine dieser BVT nicht gerechtfertig sind. Bei einer Erweiterung einer Anlage um z.B. einen Neubau würde die Umsetzung von BVT oder bedingter BVT den Betrieb erschweren, da der Betreiber gezwungen wäre, zwei verschieden Verfahren nebeneinander anzuwenden. Der Mitgliedstaat o.g. Verfahren aufgrund ihrer guten Emissionsminderungsmöglichkeiten, des einfachen Betriebs und aus Kostenerwägungen als BVT an.

Einstreuverfahren

Stark voneinander abweichende Minderungspotenziale wurden bisher zu Verfahren mit Einstreu berichtet und weitere Daten müssen gewonnen werden, um eine bessere Orientierung geben zu können, was die BVT für einstreubasierte Verfahren sind. Die TAG schlussfolgert allerdings, dass beim Einsatz von Einstreu unter Beachtung guter fachlicher Praxis – wie z.B. genügend Einstreu, häufiger Einstreuwechsel, entsprechende Buchtenbodengestaltung und Schaffung funktioneller Bereiche – diese Verfahren nicht als BVT ausgeschlossen werden können.

Das folgende Verfahren dient als Beispiel für mögliche BVT:

- ein planbefestigter Betonboden mit eingestreutem außen liegendem Gang und einem Schrägbodenstall (Abschnitt 4.6.4.8)

5.2.2.3 Haltungsverfahren für säugende Sauen (mit Ferkeln)

Säugende Sauen werden in Europa im Allgemeinen in Kastenständen mit Eisen-/und oder Plastikspaltenböden gehalten. In den meisten Ställen sind Sauen in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt, während die Ferkel frei herumlaufen können. Die meisten Ställe haben eine Zwangsbelüftung und oft einen beheizten Bereich für die Ferkel während der ersten Tage. Dieses Verfahren mit Güllegrube ist das Referenzverfahren (Abschnitt 2.3.1.2.1).

Der Unterschied zwischen Voll- und Teilspaltenboden ist im Falle von säugenden Sauen, die in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt sind, nicht so deutlich. In beiden Fällen findet das Abkoten im gleichen Bereich mit Spalten statt. Minderungstechniken konzentrieren sich daher hauptsächlich auf Änderungen bei der Güllegrube/-kanal).
BVT ist ein Kastenstand mit Vollspaltenboden aus Eisen oder Plastik mit:

- einer Kombination aus Wasser- und Güllekanal (Abschnitt 4.6.2.2) oder
- einem Spülverfahren mit Güllerinnen (Sektion 4.6.2.3) oder
- einer Güllewanne (Abschnitt 4.6.2.4).

BVT für bereits bestehende Anlagen

Das Haltungsverfahren mit Kühlung der Flüssigmistoberfläche durch Kühlrippen unter Verwendung eines geschlossenen Systems mit Wärmepumpen (Abschnitt 4.6.2.5)" weist eine gute Leistung auf, aber ist ein sehr kostspieliges Verfahren. Daher sind Kühlrippen zur Kühlung der Flüssigmistoberfläche nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen; wenn sie aber bereits installiert sind, gelten sie als BVT. Im Falle einer nachträglichen Anpassung kann diese Technik wirtschaftlich sinnvoll und daher BVT sein; dies muss jedoch von Fall zu Fall entschieden werden.

Kastenstände mit Teilspaltenboden und Mistschieber (Abschnitt 4.6.2.7)" weisen im Allgemeinen eine gute Leistung auf, aber der Betrieb ist schwierig. Eine Technik mit Mistschieber ist daher nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen, gilt aber als BVT, wenn diese Technik bereits installiert ist.

Für neue Anlagen gelten folgende Techniken nicht als BVT:

- Kastenstände mit Teilspaltenboden und verkleinertem Güllekanal (Abschnitt 4.6.2.6) und
- Kastenstände mit Vollspaltenboden und geneigter Kotplatte (Abschnitt 4.6.2.1).

Allerdings gelten diese Techniken als BVT, wenn sie bereits installiert sind. Es ist zu beachten, dass sich bei letztgenanntem Verfahren leicht Fliegen entwickeln können, wenn keine entsprechenden Maßnahmen getroffen werden.

Einstreuverfahren

Es müssen Daten gewonnen werden, um eine bessere Orientierung geben zu können, was BVT für einstreubasierte Verfahren sind. Die TAG schlussfolgert allerdings, dass beim Einsatz von Einstreu unter Beachtung guter fachlicher Praxis – wie z.B. genügend Einstreu, häufiger Einstreuwechsel, entsprechende Buchtenbodengestaltung und Schaffung funktioneller Bereiche – diese Verfahren nicht als BVT ausgeschlossen werden können.

5.2.2.4 Haltungsverfahren für Aufzuchtferkel

Aufzuchtferkel werden in Gruppen in Buchten oder Flatdecks gehalten. Im Prinzip funktioniert die Entmistung bei einer Bucht genauso wie bei einem Flatdeck (erhöhte Bucht). Das Referenzverfahren ist eine Bucht oder Flatdeck mit einem Vollspaltenboden aus Plastik- oder Metallspalten mit einer Güllegrube (Abschnitt 2.3.1.3).

Es wird davon ausgegangen, dass Minderungsmaßnahmen, die auf konventionelle Ferkelbuchten angewandt werden können, auch für Flatdecks gelten; allerdings wurden bisher noch keine Erfahrungen mit solch einem Wechsel berichtet.

BVT ist eine Bucht:

- oder Flatdeck mit Voll- oder Teilspaltenboden mit einem Vakuumsystem, welches häufiges Entmisten ermöglicht (Abschnitte 4.6.1.1 und 4.6.1.6) oder
- oder Flatdeck mit Vollspaltenboden über einem geneigten Betonboden zur Trennung von Kot und Urin (Abschnitt 4.6.3.1) oder
- mit einem teilperforiertem Boden (zwei-Klima-Verfahren) (Abschnitt 4.6.3.4)
- mit einem Eisen- oder teilperforiertem Boden aus Plastik und einem geneigten oder konvexen planbefestigten Boden (Abschnitt 4.6.3.5) oder
- mit einem teilperforiertem Boden aus Metall- oder Plastik und flachem Güllekanal und einem Kanal für verunreinigtes Trinkwasser (Abschnitt 4.6.3.6) oder
- mit einem Teilsperforiertem Boden aus Dreikantspalten aus Eisen und einem Güllekanal mit geneigten Seitenwänden (Abschnitt 4.6.3.9).

Bedingt als BVT anzusehen:

"Neu zu errichtenden Tierhaltungsanlagen mit voll perforiertem Boden über Spülrinnen oder -rohren und Spülung mit unbelüftetem Flüssigmist (Abschnitte 4.6.3.3)" sind bedingte BVT. In Fällen, in denen keine Belästigung der Nachbarn durch Geruchsbelastungsspitzen beim Spülen zu erwarten ist, sind diese Techniken BVT für neu zu errichtende Anlagen. In Fällen, in denen diese Technik bereits installiert ist, ist sie BVT (ohne Bedingung).

BVT für bereits bestehende Anlagen

"Ein Haltungsverfahren mit Kühlung der Flüssigmistoberfläche durch Kühlrippen unter Verwendung eines geschlossenen Systems mit Wärmepumpen (Abschnitt 4.6.3.10)" weist eine gute Leistung auf, ist aber ein sehr kostspieliges Verfahren. Daher sind Kühlrippen zur Kühlung der Flüssigmistoberfläche nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen; wenn sie aber bereits installiert sind, gelten sie als BVT. Im Falle einer nachträglichen Anpassung kann diese Technik wirtschaftlich sinnvoll und daher BVT sein; dies muss jedoch von Fall zu Fall entschieden werden.

"Voll- oder Teilspaltenbodenverfahren mit Mistschieber (Abschnitt 4.6.3.2 und 4.6.3.8)" weisen im Allgemeinen eine gute Leistung auf, aber der Betrieb ist schwierig. Ein Mistschieber ist daher nicht BVT für neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen, gilt aber als BVT, wenn diese Technik bereits installiert ist.

Einstreuverfahren

Aufzuchtferkel werden auch auf teil- oder volleingestreuten planbefestigten Betonböden gehalten. Für diese Verfahren sind bisher keine Daten zur Ammoniakemission berichtet worden. Die TAG schlussfolgert allerdings, dass beim Einsatz von Einstreu unter Beachtung guter fachlicher Praxis – wie z.B. genügend Einstreu, häufigem Einstreuwechsel, entsprechende Buchtenbodengestaltung und Schaffung funktioneller Bereiche – diese Verfahren nicht als BVT ausgeschlossen werden können.

Das folgende Verfahren dient als Beispiel für mögliche BVT:

- Bucht mit planbefestigtem Boden und Stroheinstreu und freier Lüftung (neuer Abschnitt 4.6.3.12).

5.2.3 Wasser

Eine Verringerung des Wasserkonsums durch die Tiere wird als nicht praktizierbar angesehen. Dieser wird in Abstimmung mit ihrer Ration variieren und obwohl einige Produktionsstrategien einen eingeschränkten Wasserzugang vorsehen, wird der dauerhafte und freie Zugang zu Wasser im Allgemeinen als zwingend angesehen. Die Verringerung des Wasserverbrauchs ist eine Frage des Bewusstseins, hauptsächlich eine Frage des Betriebsmanagements.

BVT bedeutet eine Verringerung des Wasserverbrauchs durch Beachtung folgender Punkte:

- Reinigung der Stallanlagen und –einrichtung mit Hochdruckreinigern nach jedem Produktionszyklus. Typischerweise gelangt das Waschwasser in das Güllesystem; es gilt daher, zwischen Sauberkeit und möglichst geringem Wasserverbrauch den richtigen Mittelweg zu finden.
- Regelmäßiges Einstellen der Tränkeeinrichtungen, um Wasserverschwendung zu vermeiden,
- Erfassung des Wasserverbrauchs durch Messung und
- Erkennung und Reparatur von Leckagen.

Im Prinzip werden drei Tränkesysteme eingesetzt: Nippeltränken in einem Trog oder Schalentränken oder Beißnippel. Diese haben alle sowohl Vor- als auch Nachteile. Es sind jedoch nicht ausreichend Daten verfügbar, um zu einer BVT-Schlussfolgerung zu kommen.

5.2.4 Energie

BVT bedeutet, den Energieverbrauch durch Beachtung der Regeln der guten fachlichen Praxis, beginnend mit Bausweise und durch angemessenen Betrieb und Wartung von Anlage und Einrichtung zu verringern.

Es bestehen viele Möglichkeiten in der täglichen Arbeitsroutine, die benötigte Energie für Heizung und Lüftung zu verringern. Viele dieser Punkte sind in Abschnitt 4.4.2 erwähnt. Einige besondere BVT sind hier erwähnt.

BVT der Schweinehaltung bedeutet eine Verringerung des Energieverbrauchs durch Beachtung folgender Punkte:

- Einsatz natürlicher Belüftung, wo möglich; hierfür ist eine geeignete Bauweise des Gebäudes und der Buchten nötig (d.h. Mikroklima in den Buchten) sowie räumliche Planung in Bezug auf die vorherrschenden Windrichtungen, um die Luftzug zu erhöhen; dies gilt nur für Neuanlagen,
- für zwangsbelüftete Anlagen: Optimierung des Belüftungssystems in jedem Stallgebäude, um eine gute Temperatureinstellung zu gewährleisten und Mindestluftraten im Winter zu erreichen,
- für zwangsbelüftete Anlagen: Vermeidung von Widerständen im Belüftungssystem durch regelmäßige Inspektionen und Reinigung von Schächten und Ventilatoren, sowie
- Einsatz von Energiesparlampen.

5.2.5 Wirtschaftsdüngerlagerung

Allgemeines

Die Nitratrichtlinie legt zum einen Mindestanforderungen zur Wirtschaftdüngerlagerung im Allgemeinen fest mit dem Ziel, für alle Gewässer ein allgemeines Schutzniveau gegen Verunreinigungen zu gewährleisten, und zum anderen zusätzliche Anforderungen für die Wirtschaftsdüngerlagerung in ausgewiesenen Nitrat-gefährdeten Gebieten. Aufgrund fehlender Daten werden nicht alle Bestimmungen dieser Richtlinie in diesem Dokument angesprochen, aber die TAG kam überein, dass BVT für Güllebehälter, Festmistlagerstätten oder Güllelagunen auch innerhalb und außerhalb dieser gefährdeten Gebiete gilt.[9]

BVT bedeutet, die Anlagen zur Lagerung von Wirtschaftsdünger aus der Schweinehaltung mit ausreichender Kapazität zu konzipieren, bis eine Weiterbehandlung oder Ausbringung auf die Fläche stattfinden kann. Die benötigte Kapazität hängt ab vom Klima und den Zeiträumen, in denen eine Ausbringung nicht möglich ist. Die Lagerkapazität, die vorgehalten werden muss, kann z.B. in mediterranem Klima 4-5 Monate, in atlantischem oder kontinentalem Klima 7-8 Monate und in borealem Klima 9-12 Monate betragen.

Festmistlagerstätten (Stapelmist/Misthaufen)

Für eine stationäre Festmistlagerstätte für Schweinemist, entweder auf der Anlage oder im Feld, ist BVT:

- Einsatz von Betonboden mit einem Auffangsystem und einem Behälter für abfließende Flüssigkeit und
- Lokalisierung neuer Festmistlagerstätten, wo sie voraussichtlich am wenigsten Belästigung in der Nachbarschaft verursachen, unter Berücksichtigung der Entfernung zur Wohnbebauung und der vorherrschenden Windrichtung hierzu.

Für die Zwischenlagerung von Schweinemist im Feld besteht die BVT in der Anlage der Lagerstätte in entsprechender Entfernung von Bebauung und empfindlichen Schutzgütern wie Wasserläufen (inkl. Drainagekanälen), in die der Oberflächenabfluss (Übersetzer: von der Miete) gelangen könnte.

[9] Anmerkung des Übersetzers: In Deutschland wird diese Unterscheidung nicht getroffen, da ganz Deutschland als gefährdetes Gebiet zu betrachten ist. Die Anforderungen gelten daher flächendeckend.

Lagerbehälter

Die BVT der Güllelagerung in Beton- oder Stahlbehältern schließt folgende Punkte ein:

- einen stabilen Behälter, der wahrscheinlichen mechanischen, thermischen und chemischen Einflüssen standhält,
- Fundament und Wände des Behälters sind undurchlässig und gegen Korrosion geschützt,
- das Lager wird regelmäßig zur Inspektion und Wartung geleert, möglichst jährlich
- Einsatz von Doppelventilen für jeden mit Ventilen ausgestatteten Auslauf aus dem Lager
- Durchmischung der Gülle nur kurz vor der Leerung des Behälters, z.B. zur Ausbringung.

Folgende Optionen, Güllebehälter abzudecken, sind BVT:

- eine feste Decke, eine Dach- oder Zeltkonstruktion oder
- eine schwimmende Abdeckung, wie z.B. Stroh, natürliche Schwimmdecke, Gewebe, Folie, Torf, Tongranulate (LECA) oder expandiertes Polystyrol (EPS)

Alle diese Abdeckungsarten finden in der Praxis Anwendung, haben aber jeweils technische und betriebsbedingte Grenzen. Dies bedeutet, dass die Entscheidung, welche Art von Abdeckung gewählt wird, nur von Fall zu Fall getroffen werden kann.

Erdbecken

Ein Erdbecken zur Güllelagerung ist ebenso einsetzbar wie ein Güllebehälter, vorausgesetzt sie hat undurchlässige Fundamente und Wände (ausreichender Tongehalt oder Auskleidung mit Plastik) in Verbindung mit einer Leckerkennung und Vorkehrungen zur Abdeckung.

Folgende Optionen, Gülle-Erdbecken abzudecken, sind BVT:

- eine Plastikabdeckung oder
- eine Schwimmschicht, wie z.B. Strohhäcksel, LECA oder natürliche Schwimmdecke.

Alle diese Abdeckungsmöglichkeiten finden in der Praxis Anwendung, haben aber jeweils technische und betriebsbedingte Grenzen. Dies bedeutet, dass die Entscheidung, welche Art von Abdeckung gewählt wird, nur von Fall zu Fall getroffen werden kann. In manchen Situationen kann es äußerst kostspielig sein bzw. überhaupt nicht technisch machbar, eine Abdeckung für ein bestehendes Erdbecken zu installieren. Die Installationskosten für eine Abdeckung können für sehr große oder ungewöhnliche Erdbeckenformen Lagunen hoch sein. Es kann technisch unmöglich sein, eine Abdeckung zu installieren, wenn z.B. die Böschungsprofile nicht dafür geeignet sind, diese zu befestigen.

5.2.6 Betriebsinterne Wirtschaftsdüngeraufbereitung

Im Allgemeinen stellt eine betriebsinterne Wirtschaftsdüngeraufbereitung nur unter bestimmten Bedingungen BVT dar (d.h. sie ist bedingte BVT). Die Vorbedingungen, die eine Technik der betriebsinternen Wirtschaftsdüngeraufbereitung zu BVT machen, beziehen sich z.B. auf Flächenverfügbarkeit, lokalen Nährstoffüberschuss oder –bedarf, technische Unterstützung, Absatzmöglichkeiten für regenerative Energie und lokale Regelungen.

Tabelle 5.3 zeigt einige Beispiele von BVT-Vorbedingungen für die Wirtschaftsdüngeraufbereitung. Diese Liste ist nicht vollständig und weitere Techniken können unter bestimmten Bedingungen ebenfalls BVT sein. Unter Umständen sind die ausgewählten Techniken unter anderen Bedingungen ebenfalls als BVT anzusehen.

Unter folgenden Bedingungen	ist BVT beispielsweise:
• der landwirtschaftliche Betrieb liegt in einem Gebiet mit Nährstoffüberschuss, aber mit ausreichend Fläche in der Umgebung, um die flüssige Phase (mit verringertem Nährstoffgehalt) auszubringen und • die feste Phase kann in weiter entfernten Gebieten mit Nährstoffbedarf ausgebracht werden oder in anderen Prozessen eingesetzt werden	mechanische Trennung der Schweinegülle in einem geschlossenen System (z.B. Zentrifuge oder Pressschnecke) zur Minimierung der Ammoniakemissionen (Abschnitt 4.9.1)
• der landwirtschaftliche Betrieb liegt in einem Gebiet mit Nährstoffüberschuss, aber mit ausreichend Fläche in der Umgebung, um die behandelte flüssige Phase auszubringen und • die feste Phase kann in weiter entfernten Gebieten mit Nährstoffbedarf ausgebracht werden und • der Landwirt bekommt technische Unterstützung für den korrekten Betrieb der aeroben Behandlungseinrichtungen	mechanische Trennung der Schweinegülle in einem geschlossenen System (z.B. Zentrifuge oder Pressschnecke) zur Minimierung der Ammoniakemissionen, gefolgt von einer aeroben Behandlung der Flüssigphase (Abschnitt 4.9.3), die so gut geführt wird, dass Ammoniak- und N_2O-Bildung minimiert sind.
• es gibt einen Markt für regenerative Energie und • lokale Regelungen erlauben eine Kofermentation von (anderen) organischen Reststoffen und eine Ausbringung der Gärreste	anaerobe Behandlung des Wirtschaftsdüngers in einer Biogasanlage (Abschnitt 4.9.6)

Tabelle 5.3: Beispiele für bedingte BVT der betriebsinternen Wirtschaftsdüngeraufbereitung

Neben der betriebsinternen Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern besteht die Möglichkeit der externen (weitergehenden) Aufbereitung z.B. in industriellen Anlagen. Die Bewertung der (Übersetzer: betriebs-) externen Aufbereitung liegt außerhalb des Geltungsbereiches dieses BREF.

5.2.7 Ausbringtechniken für Wirtschaftsdünger aus der Schweinehaltung

Durch die Wahl geeigneter Geräte können Ammoniakemissionen in die Luft bei der Ausbringung gemindert werden. Tabelle 4.38 zeigt, dass Alternativen zur Referenztechnik für Gülleaufbereitung unterschiedliche Minderungen der Ammoniakemissionen erreichen. Die Referenztechnik, beschrieben in Abschnitt 2.7.2.1, ist ein konventioneller Breitverteiler ohne schnelle Einarbeitung. Im Allgemeinen reduzieren Ausbringungstechniken, die die Ammoniakemissionen mindern, auch die Geruchsemissionen.

Die BVT zum Management der Wirtschaftsdüngerausbringung wird in Abschnitt 5.1 diskutiert.

Jede Technik hat ihre Grenzen und ist nicht unter allen Bedingungen und/oder für alle Flächen einsetzbar. Techniken mit Gülleinarbeitung die höchste Minderung, aber auch Techniken mit oberflächlicher Ausbringung und unverzüglich folgender Einarbeitung können die gleiche Wirkung erzielen. Dies erfordert zusätzliche Arbeitszeit und Energie (Kosten) und trifft nur für Flächen zu, die einfach zu bearbeiten sind. BVT-Schlussfolgerungen sind in Tabelle 5.4 dargestellt. Die erreichten Werte sind in hohem Maße standortspezifisch und dienen lediglich der Verdeutlichung des Minderungspotenzials.

Es wurden keine Techniken zur Ausbringung von Schweinefestmist vorgeschlagen. Um Ammoniakemissionen bei der Festmistausbringung zu mindern, stellt allerdings weniger die Ausbringtechnik als vielmehr die Einarbeitung den entscheidenden Faktor dar. Bei Grünland ist eine Einarbeitung nicht möglich.

Die Mehrheit der TAG kam überein, dass entweder Gülleschlitzverfahren oder (wenn die Fläche einfach zu bearbeiten ist) Breitverteilung mit Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden BVT für die Ausbringung von Gülle auf Ackerland darstellen; es gab allerdings eine abweichende Meinung von dieser Schlussfolgerung (siehe unten)

Die TAG kam zudem überein, dass der konventionelle Breitverteilung nicht als BVT anzusehen ist. Vier Mitgliedstaaten haben allerdings vorgeschlagen, dass bei nach unten abstrahlender Verteilung und geringem

Druck (zur Bildung großer Tropfen; dadurch Vermeidung von Zerstäubung und Abdrift) diese Kombination BVT sein kann, wenn die Einarbeitung der Gülle baldmöglichst (spätestens innerhalb von 6 Stunden) erfolgt oder die Ausbringung in wachsende Bestände erfolgt. Die TAG konnte zu letzterem Vorschlag keine Einigung erzielen.

Abweichende Meinungen:

1 Zwei Mitgliedstaaten unterstützen die Schlussfolgerung, dass Breitverteilung von Schweinegülle auf Ackerland mit anschließender Einarbeitung BVT darstellt, nicht. Ihrer Ansicht nach ist die Breitverteilung für sich BVT für die Ausbringung von Schweinegülle auf Ackerland, da mit ihr bereits eine Emissionsminderung von 30-40 % verbunden ist. Es wird argumentiert, dass die Breitverteilung alleine bereits eine angemessene Emissionsminderung erreicht, während der mit der Einarbeitung verbundene zusätzliche Aufwand schwierig zu organisieren ist und zudem die erreichbare weitere Minderung die zusätzlichen Kosten nicht aufwiegt.

2 Eine weitere abweichende Meinung besteht im Hinblick auf Schweinefestmist. Zwei Mitgliedstaaten unterstützen die Schlussfolgerung, dass die baldmöglichste Einarbeitung von Schweinefestmist (spätestens innerhalb von 12 Stunden) BVT darstellt, nicht. Ihrer Ansicht nach ist eine Einarbeitung innerhalb von 24 Stunden, die mit einer Ammoniakemissionsminderung von ca. 50 % verbunden ist, BVT. Es wird argumentiert, dass die zusätzlich erreichbare Ammoniakemissionsminderung die zusätzlichen Kosten sowie die Schwierigkeiten bei der logistischen Organisation der Einarbeitung innerhalb kürzerer Zeit nicht aufwiegt.

Landnutzung	BVT	Emissions-minderung	Wirtschafts-dünger	Anwendbarkeit
Grünland und Ackerland mit Bewuchshöhe unter 30 cm	Schleppschlauch (bandförmige Ausbringung)	30 % u.U. geringer bei einer Grashöhe >10 cm	Gülle	Hangneigung (<15 % für Gülletankwagen; <25 % für Verschlauchungssysteme); nicht für dickflüssige Gülle oder bei hohem Strohgehalt; Größe und Form des Schlages sind wichtig
hauptsächlich Grünland	Schleppschuh (bandförmige Ausbringung)	40 %	Gülle	Hangneigung (<20 % für Gülletankwagen; <30 % für Verschlauchungssysteme); nicht für dickflüssige Gülle; Größe und Form des Ackers; Gras niedriger als 8 cm
Grünland	Schlitzverfahren (offener Schlitz)	60 %	Gülle	Hangneigung <12 %; stärkere Einschränkungen bezüglich Bodenart und Ausbringungs-Bedingungen; nicht für dickflüssige Gülle
hauptsächlich Grünland, Ackerland	Schlitzverfahren (geschlossener Schlitz)	80 %	Gülle	Hangneigung <12 %; stärkere Einschränkungen bezüglich Bodenart und Ausbringungs-Bedingungen; nicht für dickflüssige Gülle
Ackerland	Breitverteilung und Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden **(*)**	80 %	Gülle	Einarbeitung ist nur anwendbar auf Flächen, die leicht zu bearbeiten sind; andernfalls ist Breitverteilung ohne Einarbeitung BVT
Ackerland	Schnellstmögliche Einarbeitung spätestens innerhalb von 12 Stunden	innerhalb von 4 St.: 80 % 12 St.: 60-70 %	Schweine-festmist	nur für Flächen, die einfach zu bearbeiten sind

Tabelle 5.4: BVT für Ausbringgeräte

5.3 Intensivhaltung von Geflügel

Die BVT zur Verbesserung der allgemeinen Umweltleistung/-wirkung in der Intensivtierhaltung ist in Abschnitt 5.1 „Gute fachliche Praxis in der Intensivhaltung von Schweinen und Geflügel“ beschrieben.

5.3.1 Fütterungstechniken

Vorbeugende Maßnahmen reduzieren die von den Tieren ausgeschiedenen Nährstoffmengen und mindern so den Bedarf für kurative Maßnahmen im weiteren Verlauf des Produktionsprozesses. Die folgenden fütterungsbezogenen BVT sind daher den im Produktionsprozess später einwirkenden BVT vorzugsweise anzuwenden.

Nährstoffmanagement zielt darauf ab, das Futter besser auf den Bedarf der Nutztiere in den verschiedenen Produktionsphasen abzustimmen und so die Ausscheidung der überschüssigen Nährstoffe mit dem Wirtschaftsdünger zu verringern.

Fütterungsmaßnahmen umfassen eine große Vielfalt von Techniken, die einzeln oder gleichzeitig nebeneinander angewendet werden können, um die höchste Verringerung der Nährstoffausscheidung zu erreichen.

Fütterungsmaßnahmen schließen die Phasenfütterung ein, die Formulierung von Rationen basiert auf verdaulichen Nährstoffen, den Einsatz gering eiweißhaltiger Aminosäure-supplementierter Rationen (siehe Abschnitt 4.2.3) sowie den Einsatz gering phosphorhaltiger Phytase-supplementierter (siehe Abschnitt 4.2.4) Rationen und/oder hochverdaulicher anorganischer Futterphosphate (siehe Abschnitt 4.2.5). Weiterhin kann der in Abschnitt 4.2.6 beschriebene Einsatz von Futterzusätzen die Futtereffizienz erhöhen; dadurch wird die Nährstoffretention verbessert und die im Wirtschaftsdünger ausgeschiedene Nährstoffmenge vermindert werden.

Weitere Techniken werden derzeit untersucht (z.B. geschlechtsspezifische Fütterung, weitere Reduktion des Protein- und/oder Phosphorgehalts in der Ration) und können in Zukunft zusätzlich verfügbar sein.

5.3.1.1 Fütterungstechniken zur Minimierung der Stickstoffausscheidung

BVT bedeutet, Fütterungsmaßnahmen anzuwenden.

Soweit Stickstoff und demzufolge Nitrat- und Ammoniakausscheidungen betroffen sind, ist die Fütterung der Tiere mit einer Abfolge von Rationen (Phasenfütterung) mit geringeren Rohproteingehalten eine grundlegende Basis für BVT. Diese Rationen müssen durch eine optimale Aminosäurezufuhr aus angemessenen Futtermitteln und/oder industriellen Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan; siehe Abschnitt 4.2.3) ergänzt werden.

Eine Verringerung des Rohproteins von 1 bis 2 % (10 bis 20 g/kg Futter) kann abhängig von Rasse bzw. Genotyp und dem tatsächlichen Anfangsgehalt erreicht werden. Die daraus resultierende Spanne an Rohproteingehalten der Rationen ist in Tabelle 5.5 dargestellt. Die Werte in der Tabelle sind nur Anhaltspunkte, da sie unter anderem vom Energiegehalt des Futters abhängen. Daher müssen die Gehalte gegebenenfalls den lokalen Bedingungen angepasst werden. Derzeit werden in einigen Mitgliedstaaten Forschungsvorhaben zu weitergehender angepasster Fütterung durchgeführt, die in Zukunft eine weitere Verringerung in Abhängigkeit der Effekte veränderter Genotypen ermöglichen könnten.

Tierart	Phasen	Rohproteingehalt (% im Futter)	Bemerkungen
Broiler	Starter	20 – 22	Mit bedarfsgerechter, ausgewogener und optimal verdaulicher Aminosäureergänzung
	Vormast	19 – 21	
	Endmast	18 – 20	
Puten	<4 Wochen	24 – 27	
	5 – 8 Wochen	22 – 24	
	9 – 12 Wochen	19 – 21	
	13+ Wochen	16 – 19	
	16+ Wochen	14 – 17	
Legehennen	18 – 40 Wochen	15,5 – 16,5	
	40+ Wochen	14,5 – 15,5	

Tabelle 5.5: Richtwerte für den Rohproteingehalt von BVT-Futter für Geflügel

5.3.1.2 Fütterungstechniken zur Minimierung der Phosphorausscheidung

BVT bedeutet, Fütterungsmaßnahmen anzuwenden.
Hinsichtlich des Phosphors ist die Fütterung der Tiere mit einer Abfolge von Rationen (Phasenfütterung) mit geringeren Gesamtphosphorgehalten eine grundlegende Basis für die BVT. In diesen Rationen müssen hochverdauliche anorganische Futterphosphate und/oder Phytase eingesetzt werden, um eine ausreichende Versorgung mit verdaulichem Phosphor zu gewährleisten.

Eine Verringerung des Gesamtphosphorgehalts von 0,05 bis 0,1 % (0,5 bis 1 g/kg Futter) kann abhängig von Rasse bzw. Genotyp, den Futterrohstoffen und dem tatsächlichen Anfangsgehalt durch den Einsatz von hochverdaulichen anorganischen Futterphosphaten und/oder Phytase erreicht werden. Die daraus resultierende Spanne an Gesamtphosphorgehalten der Rationen ist in Tabelle 5.6 dargestellt. Die Werte in der Tabelle sind nur Anhaltspunkte, da sie unter anderem vom Energiegehalt des Futters abhängen. Daher müssen die Gehalte gegebenenfalls den lokalen Bedingungen angepasst werden. Derzeit werden in einigen Mitgliedstaaten Forschungsvorhaben zu angepasster Fütterung durchgeführt, die in Zukunft eine weitere Verringerung in Abhängigkeit der Effekte veränderter Genotypen ermöglichen könnten.

Tierart	Phasen	Gesamtphosphorgehalt (% im Futter)	Bemerkungen
Broiler	Starter	0,65 – 0,75	Mit bedarfsgerechter Zufuhr an verdaulichem Phosphor durch der Einsatz von z. B. hochverdaulichen anorganischen Futterphosphaten und/oder Phytase
	Vormast	0,60 – 0,70	
	Endmast	0,57 – 0,67	
Truthahn	<4 Wochen	1,00 – 1,10	
	5 – 8 Wochen	0,95 – 1,05	
	9 – 12 Wochen	0,85 – 0,95	
	13+ Wochen	0,80 – 0,90	
	16+ Wochen	0,75 – 0,85	
Legehennen	18 – 40 Wochen	0,45 – 0,55	
	40+ Wochen	0,41 – 0,51	

Tabelle 5.6: Richtwerte für den Gesamtphosphorgehalt von BVT-Futter für Geflügel

5.3.2 Luftgetragene Emissionen der Geflügelhaltung

5.3.2.1 Haltungsverfahren für Legehennen

Die Beurteilung von Haltungsverfahren für Legehennen sollte die in der Richtlinie 1999/74/EC festgelegten Anforderungen für die Legehennenhaltung berücksichtigen. Diese Anforderungen verbieten die Errichtung neuer Systeme mit konventioneller Käfighaltung ab 2003 und enden mit einem völligen Verbot des Einsatzes

solcher Käfigverfahren mit 2012. Im Jahre 2005 wird jedoch darüber entschieden, ob o.g. Richtlinie überarbeitet wird, in Abhängigkeit von den Ergebnissen verschiedener Untersuchungen und Verhandlungen. Eine laufende Untersuchung konzentriert sich auf die verschiedenen - insbesondere die von dieser Richtlinie abgedeckten – Verfahren zur Haltung von Legehennen, unter anderem unter Berücksichtigung der Tiergesundheit und der Umweltwirkung der einzelnen Verfahren.

Das Verbot konventioneller Verfahren erfordert von den Landwirten den Einsatz von so genannten ausgestalteten oder von „käfiglosen" Verfahren. Dies hat Konsequenzen auf die Beurteilung von Investitionen bei der Nachrüstung existierender Anlagen mit konventioneller Käfighaltung und bei der Errichtung neuer Anlagen. Für jegliche Investition in Verfahren, die durch die Richtlinie verboten sein werden, wäre es ratsam, einen Tilgungszeitraum von 10 Jahren für die damit verbundenen Kosten zu ermöglichen.

Haltung in Käfigen

Die meisten Legehennen werden noch immer in konventionellen Käfigen gehalten, so dass ein Großteil der Informationen zur Ammoniakemissionsminderung diese Haltungsart betrifft. In diesem Abschnitt zur Käfighaltung werden Techniken gegenüber einem spezifischen Referenzverfahren verglichen. Das Referenzverfahren für die Legehennenhaltung in Käfigen ist eine Legebatterie mit offener Kotgrube unter den Käfigen (Abschnitt 4.5.1).

BVT ist

- ein Käfigverfahren mit mindestens zweimaliger Entmistung pro Woche über Kotbänder zu einem geschlossenen Kotlager (Abschnitt 4.5.1.4) oder
- übereinander angeordnete Käfige mit Kotband und (Belüftungstrocknung Übersetzer: Kotbandbelüftung) ; der Kot wird mindestens einmal wöchentlich zu einem überdachten Kotlager abtransportiert (Abschnitt 4.5.1.5.1) oder
- übereinander angeordnete Käfige mit Kotbändern und Wedelbelüftung, der Kot wird mindestens einmal wöchentlich zu einem überdachten Kotlager transportiert (Abschnitt 4.5.1.5.2) oder
- übereinander angeordnete Käfige mit Kotband und verbesserter Kotbandbelüftung; der Kot wird mindestens einmal wöchentlich aus dem Stall zu einem überdachten Kotlager transportiert (Abschnitt 4.5.1.5.3) oder
- übereinander angeordnete Käfige mit einem Trocknungstunnel über den Käfigen; nach 24-36 Stunden wird der Kot zu einem überdachten Kotlager transportiert (Abschnitt 4.5.1.5.4).

Die Trocknung des Kots auf den Bändern erfordert Energie. Für eine höhere Emissionsminderung wird im Allgemeinen ein höherer Energieinput benötigt (in kWh/Tier u. Jahr), auch wenn nicht für alle Techniken der Energiebedarf berichtet wurde. Eine Ausnahme ist die Wedelbelüftungstrocknung (Abschnitt 4.5.1.5.2), die bei geringerer Energiezufuhr Emissionsminderungen im Bereich der Kotbandbelüftungstrocknung (Abschnitt 4.5.1.5.1) erreicht.

Bedingt als BVT anzusehen:

Das Verfahren mit Kotgrube (Abschnitt 4.5.1.1) ist eine bedingte BVT. In Regionen mit vorherrschend mediterranem Klima stellt dieses Verfahren BVT dar. In Regionen mit deutlich tieferen Durchschnittstemperaturen kann diese Technik signifikant höhere Ammoniakemissionen aufweisen und ist nicht BVT, es sei denn, eine Trocknungsvorrichtung ist in der Grube installiert.

Konzept der „ausgestalteten Käfige"

Verschiedene Techniken, die das Konzept ausgestalteter Käfige umsetzen, sind derzeit in der Entwicklungsphase, so dass bisher noch wenig Information zur Verfügung steht, um eine BVT-Bewertung durchzuführen. Allerdings stellen diese Bauweisen die einzigen Alternativen für die Käfighaltung in neuen Anlagen ab 2003 dar (falls die Richtlinie in diesem Punkt nicht verändert wird).

„Käfiglose" Haltung

Es wird erwartet, dass käfiglose Verfahren aufgrund von Überlegungen zur Tiergerechtheit in der EU mehr Aufmerksamkeit erfahren werden. In diesem Abschnitt zur käfiglosen Haltung werden Techniken gegenüber einem besonderen Referenzverfahren (Abschnitt 4.5.2.1.1) verglichen. Das Referenzverfahren für die Haltung von Legehennen in käfiglosen Ställen ist das Tiefstreuverfahren (Übersetzer: in D als Bodenhaltung mit Einstreu bezeichnet) ohne Belüftung.

BVT ist:

- ein Tiefstreuverfahren mit Belüftungstrocknung (Abschnitt 4.5.2.1.2) oder
- ein Tiefstreuverfahren mit einem perforierten Boden und Belüftungstrocknung (Abschnitt 4.5.2.1.3) oder
- ein Volierenverfahren mit oder ohne Auslauf und/oder Außenscharrbereich (Abschnitt 4.5.2.2).

Ein Nachteil der Volierenhaltung ist der hohe Staubgehalt in der Luft, der zu höheren Staubemissionen führen kann. Hohe Staubgehalte im Stall verursachen eine Reihe von Tiergesundheitsproblemen und haben auch negative Auswirkungen auf die Arbeitsplatzbedingungen.

Auf Basis der derzeit verfügbaren Informationen zu Legehennenhaltungsverfahren zeigt die BVT-Bewertung, dass Verbesserungen im Bereich der Tiergerechtheit den negativen Effekt hätten, die erreichbare Minderung der Ammoniakemissionen der Legehennenhaltung einzuschränken.

5.3.2.2 Haltungsverfahren für Broiler

BVT ist:

- ein Stall mit freier Lüftung mit eingestreutem Boden (Übersetzer: Bodenhaltung), ausgestattet mit nicht tropfenden Tränkesystemen (Abschnitte 2.2.2 und 4.5.3) oder
- ein gut isolierter mit Ventilatoren zwangsgelüfteter Stall mit eingestreutem Boden, ausgestattet mit nicht tropfenden Tränkesystemen (VEA-Verfahren) (Abschnitt 4.5.3).

Bedingt als BVT zu betrachten:

Das Kombideck-Verfahren (Abschnitt 4.4.1.4), auch als Niedrigenergieverfahren vorgeschlagen, ist bedingt BVT. Es kann angewandt werden, wenn es die lokalen Gegebenheiten zulassen; d.h. wenn der Untergrund den Einbau geschlossener unterirdischer Speicher für das zirkulierende Wasser ermöglicht. Das Verfahren wird nur in den Niederlanden und Deutschland in einer Tiefe von 2-4 Metern (Übersetzer: gemeint ist damit die Tiefe der Speicher) eingesetzt. Es ist noch nicht bekannt, ob das Verfahren ebenso gut an Standorten längeren und härteren Frostperioden funktioniert, oder an denen das Klima deutlich wärmer ist und daher die Kühlkapazität des Bodens nicht ausreichen könnte.

BVT für bestehende Anlagen

Obwohl folgende Verfahren hohe Ammoniakemissionsminderungen erreichen können, werden sie nicht als BVT angesehen, da sie zu teuer sind. Allerdings sind diese Verfahren BVT, wenn sie bereits installiert sind. Dies sind folgende Techniken:

- ein perforierter Boden mit Belüftungstrocknung (Abschnitt 4.5.3.1) oder
- Etagenverfahren mit Belüftungstrocknung (Abschnitt4.5.3.2) oder
- Etagenkäfigverfahren mit herausnehmbaren Käfigseitenwänden und Belüftungstrocknung des Kots (Abschnitt 4.5.3.3)

5.3.3 Wasser

Eine Verringerung des Wasserkonsums der Tiere wird als nicht praktizierbar angesehen. Dieser wird in Abstimmung mit ihrer Ration variieren und obwohl einige Produktionsstrategien einen eingeschränkten Wasserzugang vorsehen, wird der dauerhafte Zugang zu Wasser im Allgemeinen als zwingend angesehen. Die

Verringerung des Wasserverbrauchs ist eine Frage des Bewusstseins, hauptsächlich eine Frage des Betriebsmanagements.
BVT bedeutet eine Verringerung des Wasserverbrauchs durch Beachtung folgender Punkte:

- Reinigung der Stallanlagen und –einrichtung mit Hochdruckreinigern nach jedem Produktionszyklus. Es gilt daher, zwischen Sauberkeit und möglichst geringem Wasserverbrauch die richtige Balance zu finden.
- Regelmäßiges Einstellen der Tränkeeinrichtungen, um Wasserverschwendung zu vermeiden,
- Erfassung des Wasserverbrauchs durch Messung und
- Erkennung und Reparatur von Leckagen.

Im Prinzip werden drei Tränkesysteme eingesetzt: Nippeltränken mit geringer Kapazität oder Tränken mit Auffangschalen und hoher Kapazität, sowie Wassertröge und Rundtränken. Diese haben alle sowohl Vor- als auch Nachteile. Es sind jedoch nicht ausreichend Daten verfügbar, um zu einer BVT-Schlussfolgerung zu kommen.

5.3.4 Energie

BVT bedeutet, den Energieverbrauch durch die Beachtung der Regeln der guten fachlichen Praxis, beginnend mit der Bauweise des Stalls, und durch angemessenen Betrieb und Wartung von Anlage und Einrichtung zu verringern.

Es bestehen viele Möglichkeiten in der täglichen Routine, die benötigte Energie für Heizung und Lüftung zu verringern. Viele dieser Punkte sind in Abschnitt 4.4.1 erwähnt. Einige besondere BVT sind hier erwähnt.

BVT der Geflügelhaltung bedeutet hinsichtlich der Verringerung des Energieverbrauchs durch Beachtung folgender Punkte:

- Isolierung der Gebäude in Regionen mit niedrigen Außentemperaturen (K-Wert 0,4 W/m²/°C oder besser),
- Optimierung des Belüftungssystems in jedem Stallgebäude, um eine gute Temperatureinstellung zu gewährleisten und minimale Luftraten im Winter zu erreichen,
- Vermeidung von Widerständen im Belüftungssystem durch regelmäßige Inspektionen und Reinigung von Schächten und Ventilatoren, sowie
- Einsatz von Energiesparlampen.

5.3.5 Wirtschaftsdüngerlagerung

Allgemeines

Die Nitratrichtlinie legt zum einen Mindestanforderungen zur Wirtschaftdüngerlagerung im Allgemeinen fest mit dem Ziel, für alle Gewässer ein allgemeines Schutzniveau gegen Verunreinigungen zu gewährleisten, und zum anderen zusätzliche Anforderungen für die Wirtschaftsdüngerlagerung in ausgewiesenen Nitrat-gefährdeten Gebieten. Aufgrund fehlender Daten werden nicht alle Bestimmungen dieser Richtlinie in diesem Dokument angesprochen, aber die TAG kam überein, dass BVT für Güllebehälter, Festmistlagerstätten oder Güllelagunen auch innerhalb und außerhalb dieser Schutzzonen gilt[10].

BVT bedeutet, die Einrichtungen zur Lagerung von Wirtschaftsdünger aus der Geflügelhaltung mit ausreichender Kapazität zu konzipieren, bis eine Weiterbehandlung oder Ausbringung auf die Fläche stattfinden kann. Die erforderliche Kapazität hängt ab vom Klima und den Zeiträumen, in denen eine Ausbringung nicht möglich ist.

[10] Anmerkung des Übersetzers: Für Deutschland ist diese Unterscheidung ohnehin nicht relevant, da ganz Deutschland als gefährdetes Gebiet im Sinne der Nitrat-Richtlinie gilt. Die Anforderungen gelten daher flächendeckend.

Festmistlagerstätten (Stapelmist/Misthaufen)

Wenn eine Lagerung nötig ist, so ist BVT, den getrockneten Geflügelkot in einer Halle mit undurchlässigem Boden bei ausreichender Belüftung zu lagern.

Für die Zwischenlagerung von Geflügelkot im Feld besteht die BVT in der Anlage der Lagerstätte in entsprechender Entfernung von Bebauung und empfindlichen Schutzgütern wie Wasserläufen (inkl. Drainagegräben), in die der Oberflächenabfluss (Übersetzer: von der Miete) gelangen könnte.

5.3.6 Betriebsinterne Wirtschaftsdüngeraufbereitung

Im Allgemeinen stellt eine betriebsinterne Wirtschaftsdüngeraufbereitung nur unter bestimmten Bedingungen BVT dar (d.h. sie ist bedingt als BVT anzusehen). Die Vorbedingungen, die eine Technik der betriebsinternen Wirtschaftsdüngeraufbereitung zu BVT machen, beziehen sich z.B. auf Flächenverfügbarkeit, lokalen Nährstoffüberschuss oder –bedarf, technische Unterstützung, Absatzmöglichkeiten für regenerative Energie, lokale Regelungen und das Vorhandensein von Minderungstechniken.

Ein Beispiel für bedingte BVT ist:

- Einsatz eines externen Trocknungstunnels mit perforierten Kotbändern (Abschnitt 4.5.5.2), wenn das Haltungsverfahren für Legehennen nicht bereits ein Kottrocknungssystem oder eine andere Technik zur Minderung der Ammoniakemissionen (Abschnitt 5.3.2.1) einschließt.

Neben der betriebsinternen Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern besteht die Möglichkeit der externen (weitergehenden) Aufbereitung in industriellen Anlagen, wie z.B. Geflügelkotverbrennung, -kompostierung oder -trocknung. Die Bewertung der externen Aufbereitung liegt außerhalb des Geltungsbereiches dieses BREF.

5.3.7 Ausbringtechniken für Wirtschaftsdünger aus der Geflügelhaltung

Geflügelkot hat einen hohen Gehalt an verfügbarem Stickstoff; daher ist es wichtig eine gleichmäßige Verteilung sowie eine genaue Ausbringmenge zu erreichen. Vor diesem Hintergrund schneidet der Dungstreuer mit seitlichem Auswurf schlecht ab. Der Dungsstreuer mit Auswurf nach hinten und Zwei-Nutzungsstreuer sind deutlich besser. Für nassen Geflügelkot (<20 % TM) aus Käfigverfahren wie in Abschnitt 4.5.1.4 beschrieben ist eine nach unten abstrahlende Verteilung mit geringem Druck die einzig mögliche Ausbringtechnik. Es wurde allerdings keine abschließende Schlussfolgerung gezogen, welche Ausbringtechnik BVT ist.

BVT zum Management der Wirtschaftsdüngerausbringung wird in Abschnitt 5.1 diskutiert.

Um Ammoniakemissionen bei der Geflügelkotausbringung zu mindern, stellt weniger die Ausbringtechnik als vielmehr die Einarbeitung den entscheidenden Faktor dar. Bei Grünland ist eine Einarbeitung nicht möglich.

BVT der Ausbringung von – nassem oder trockenem – Geflügelkot besteht in der Einarbeitung innerhalb von 12 Stunden. Eine Einarbeitung ist nur auf einfach zu bearbeitenden Ackerflächen möglich. Die erreichbare Emissionsminderung beträgt 90 %; dies ist allerdings äußerst standortspezifisch und dient lediglich der Verdeutlichung des Minderungspotenzials.

Abweichende Meinung:

Zwei Mitgliedstaaten unterstützen die Schlussfolgerung, dass die Einarbeitung von Geflügelkot innerhalb von 12 Stunden BVT darstellt, nicht. Ihrer Ansicht nach ist eine Einarbeitung innerhalb von 24 Stunden, die mit einer Ammoniakemissionsminderung von ca. 60-70 % verbunden ist, BVT. Es wird argumentiert, dass die zusätzlich erreichbare Ammoniakemissionsminderung die zusätzlichen Kosten sowie die Schwierigkeiten bei der logistischen Organisation der Einarbeitung innerhalb kürzerer Zeit nicht aufwiegt.

6 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Eine Besonderheit der vorliegenden Arbeit ist, dass das Potenzial zur Reduktion der Ammoniakemissionen, das durch die in Kapitel 4 beschriebenen Techniken erzielt werden kann, als relative Reduktion (in %) im Vergleich zur Referenztechnik angegeben wird. Der Grund hierfür ist, dass in der Tierhaltung die Verbrauchs- und Emissionswerte von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden, beispielsweise von der Tierart, der Futtermittelzusammensetzung, der jeweiligen Produktionsstufe und dem Stallmanagement. Gleichzeitig spielen auch andere Faktoren wie Klima und Bodeneigenschaften eine Rolle. Demzufolge werden die absoluten Ammoniakemissionen aus den verschiedenen Abschnitten der Verfahrenskette (Haltungssystem, Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger) i.d.R. mit Spannbreiten angegeben, eine Ermittlung von absoluten Werten ist somit schwierig. Aus diesem Grunde wurde es vorgezogen, das Ammoniakreduktionspotenzial in Prozenten auszudrücken.

6.1 Zeitlicher Ablauf der Arbeiten

Die Arbeiten an diesem BVT-Referenzdokument begannen mit einer ersten Sitzung der Technischen Arbeitsgruppe (Kick-off-Meeting) am 27. und 28. Mai 1999. Insgesamt wurden der Technischen Arbeitsgruppe zwei Entwürfe zur Konsultation vorgelegt. Der erste Entwurf wurde im Oktober 2000 den TAG-Mitgliedern zur Konsultation übermittelt. Der zweite Entwurf lag im Juli 2001 vor; zu diesem Zeitpunkt gab es jedoch einen Wechsel bei den Autoren des BVT-Merkblatts. Am 10. und 11. Januar 2002 wurde (Anmerkung des Übersetzers: keine Übersetzung, da in D nicht praktiziert. Wörtlich: Stelzenhaus) (Anmerkung des Übersetzers: keine Übersetzung, da in D nicht praktiziert. Wörtlich: Stelzenhaus)ein zusätzliches Zwischentreffen organisiert, dafür gab es zwei wesentliche Gründe : Erstens waren von der TAG aufgrund mangelnder Transparenz eine Vielzahl von Einwänden zum zweiten Entwurf erhoben worden; der zweite Grund war der Wechsel der Autoren. Die zweite Sitzung der TAG fand am 25. - 27. Februar 2002 statt. Im Anschluss daran gab es eine kurze Konsultationsphase für die überarbeiteten Kapitel 1 bis 5 bzw. für das neue Kapitel 6 (Abschließende Bemerkungen) sowie für die Zusammenfassung. Nach Beendigung der Konsultationen erfolgte die abschließende Überarbeitung. Der endgültige Entwurf wurde der GD Umwelt in der Sitzung des Informationsaustauschforums (IEF) des IPPC am 12. und 13. November 2002 vorgelegt.

6.2 Informationsquellen

Für die Erarbeitung des Entwurfs des vorliegenden BVT-Merkblattes wurde eine Vielzahl von Berichten, vor allem von Behörden und Forschungszentren als Informationsquellen genutzt. Was die Haltungssysteme für Schweine und Geflügel betrifft, können die von Italien und den Niederlanden übermittelten Dokumente als die wichtigsten Unterlagen bezeichnet werden. Für die Ausbringung von Wirtschaftsdünger sind dies die Dokumente aus England; der Hauptbeitrag zum Thema Wirtschaftsdüngeraufbereitung wurde von Belgien geliefert. Der europäische Verband der Futterzusatzstoffhersteller FEFANA hat wertvolle Informationen zum Thema Nährstoffmanagement beigesteuert.

Der größte Teil der übermittelten Informationen konzentrierte sich auf die Minderung der Ammoniakemissionen, insbesondere aus den Stallgebäuden der Schweine- und Geflügelhaltung sowie bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. Auch das Fütterungsmanagement, als eine Möglichkeit zur Vermeidung von Ammoniakemissionen, wird umfassend behandelt. Allerdings lagen nur wenige Informationen zu den Bereichen Lärm, Abfall und Abwasser vor. Auch zum Thema Monitoring wurden kaum Informationen übermittelt.

6.3 Umfang des Konsenses

Dieses BVT-Merkblatt wird von den meisten Mitgliedern der TAG unterstützt, obwohl im Hinblick auf folgende fünf BVT-Schlussfolgerungen Auffassungsunterschiede bestehen:

1 und 2 Insgesamt einigte sich die TAG auf gemeinsame Schlussfolgerungen hinsichtlich der BVT für die Haltung von leeren und tragenden Sauen sowie Nachzucht- und Mastschweinen. Allerdings waren die Experten eines Mitgliedstaates der Auffassung, dass noch ein anderes System, welches auch in Kapitel 4 beschrieben ist, BVT entspricht, wenn diese Technik bereits installiert ist, oder, sofern Erweiterungen an dieser Anlage mit der gleichen Technik geplant sind.

3 Zwei Mitgliedstaaten unterstützen die Schlussfolgerung nicht, dass das Ausbringen von Schweinegülle auf Ackerflächen mittels Breitverteilern nur dann BVT entspricht, wenn anschließend eingearbeitet wird. Sie sind vielmehr der Auffassung, dass die Ausbringung mit Breitverteilern an sich als BVT zu betrachten ist.

4 und 5 Ein weiterer Auffassungsunterschied bestand im Hinblick auf den Zeitpunkt der Einarbeitung des Festmistes aus der Schweinehaltung bzw. des Geflügelmists. Zwei Mitgliedstaaten unterstützen die Schlussfolgerung nicht, dass nur eine schnellstmögliche Einarbeitung des Schweinefestmistes (spätestens nach 12 Stunden) BVT ist. Ihrer Ansicht nach ist eine Einarbeitung innerhalb von 24 Stunden BVT. Eben diese beiden Mitgliedstaaten stimmen auch nicht der Auffassung zu, dass Geflügelmist innerhalb von 12 Stunden eingearbeitet werden muss; sie meinen, dass eine Einarbeitung innerhalb von 24 Stunden als BVT ist.

6.4 Empfehlungen für die künftige Arbeit

Zu den Techniken, die bei der Ermittlung der BVT diskutiert worden sind, (Anmerkung des Übersetzers: keine Übersetzung, da in D nicht praktiziert. Wörtlich: Stelzenhaus)gibt es derzeit nur wenige Angaben zu den Emissions- und Verbrauchswerten sowie zur Leistung. Dies betrifft insbesondere die erreichbaren Emissions- und Verbrauchswerte und die wirtschaftlichen Aspekte. Soweit Daten vorlagen (beispielsweise zu den Ammoniakemissionen) sind diese mit Vorsicht zu verwenden, da die Umstände, unter denen die Daten zusammengetragen worden sind unterschiedlich oder unbekannt sind. In Anhang 7.6 werden Empfehlungen für die künftige Übermittlung vergleichbarer Angaben zu den Kosten angesprochen.

Im Laufe ihrer Arbeiten stellte die TAG fest, dass Qualität und Quantität der von den Mitgliedsstaaten übermittelten Informationen zur Beschreibung der einschlägigen Produktionsverfahren sehr unterschiedlich waren. Dies hatte zur Folge, dass die Informationen nur teilweise oder gar nicht vergleichbar waren. Deshalb wird vor dem Hintergrund einer zukünftigen, effizienten Aktualisierung dieses BVT-Merkblattes empfohlen, einen einheitlichen Ansatz für die Beschreibung und die Bewertung der in der Intensivhaltung eingesetzten Verfahren zu entwickeln.

Was die spezifischen Bereiche betrifft, zu denen nur sehr wenige Informationen vorgelegt wurden, muss insbesondere auf das Monitoring verwiesen werden, das neben anderen Themen bei der nächsten Überarbeitung des BVT-Merkblatts im Mittelpunkt stehen sollte. Eine Untergruppe dieser TAG hat ein Dokument erstellt, in dem die Bereiche aufgeführt sind, zu denen Informationen fehlen. Es sind die Bereiche für Monitoring genannt, gleichzeitig werden entsprechende Monitoringverfahren vorgeschlagen. Dieses Dokument könnte zusammen mit [200, ILF, 2002] eine gute Ausgangsbasis für die Sammlung von Informationen über das Monitoring bilden, die dann für die künftige Überarbeitung des BVT-Merkblatts herangezogen werden könnten. Das Dokument [218, Czech Republic, 2002] beschreibt, wie Ammoniakkonzentrationen in Ställen gemessen werden können. Das Referenzdokument [219, Denmark, 2002] ist eine Reaktion auf das zuvor erwähnte Dokument aus der Tschechischen Republik. Beide sollten in die überarbeitete Fassung des BVT-Merkblattes einfließen. Ansonsten fehlen Daten und Informationen zu den folgenden Bereichen:

- Haltung von Legehennen in ausgestalteten Käfigen: diese wurden als BVT vorgeschlagen, da ab 2003 ausgestaltete Käfige das einzige zulässige System für neue Anlagen sein werden (sofern die Richtlinie über den Tierschutz nicht noch in dieser Hinsicht geändert wird). Dieses System befindet sich noch in der Entwicklung, praktische Erfahrungen werden jetzt erst gewonnen. So konnte bislang nur eine einzige Form der Ausgestaltung berücksichtigt werden. Berichten zufolge werden aber in Zukunft noch alternative Formen zur Auswahl stehen. Informationen hierüber dürften für die künftige Überarbeitung des BVT-Merkblatts von Nutzen sein.
- Putenhaltungssysteme mit einem verbesserten Management können möglicherweise die Emissionen aus diesem Bereich mindern, es sind aber noch weitere Arbeiten erforderlich, um die Umweltleistung beurteilen zu können. Es sind weitere Untersuchungen, beispielsweise in Bezug auf den Arbeitskräfteeinsatz, die Betriebskosten und den ökologischen Nutzen für angestrebte Systemvergleiche erforderlich.
- Für den Bereich Geflügel lagen zahlreiche Informationen über die Techniken zur Legehennen- und Masthähnchenhaltung vor. Zu Haltungssystemen der Enten, Puten und Perlhühnern wurden dagegen nur wenige Informationen übermittelt. Für die künftige Überarbeitung des BVT-Merblattes sollten für diese Bereiche mehr Informationen zusammengetragen werden.
- Aufgrund eines gestiegenen Bewusstseins für den Tierschutz wird erwartet, dass in der Schweinehaltung der Anteil an Festmisthaltungssystemen in der gesamten Gemeinschaft zunehmen wird. Allerdings ist über die Auswirkungen, beispielsweise auf die (Ammoniak-)Emission, noch nicht viel bekannt, gegenwärtig werden hierzu praktische Erfahrungen gesammelt. Es werden mehr Informationen für eine Bewertung dieser Systeme im Rahmen der künftigen Überarbeitung des BVT-Merkblattes benötigt.
- Die mehrphasige Fütterung von Schweinen und Geflügel gilt als eine Methode, den Stickstoffgehalt tierischer Ausscheidungen zu verringern. Allerdings liegen keine Angaben über die damit verbundenen Kosten und die Anforderungen an die Fütterungseinrichtungen vor. Diese Informationen werden für eine weitere Bewertung im Rahmen der künftigen Überarbeitung des BVT-Merkblattes jedoch benötigt.

- Für Verfahren zur betriebsinternen Aufbereitung der Wirtschaftsdünger sind weitere qualitative und quantitative Informationen erforderlich, die dann eine bessere Einschätzung hinsichtlich der BVT ermöglichen.
- Die Zugabe von Zusatzstoffen zum Wirtschaftsdünger ist eine übliche Praxis. Allerdings werden mehr Informationen (z.B. über Referenzanlagen und die tatsächliche Wirkung dieser Zusätze) benötigt, um Schlussfolgerungen in Bezug auf die BVT ziehen zu können.
- Um eine vollständige Beurteilung in Bezug auf die BVT zu ermöglichen, werden für die Bereiche Lärm, Energie, Abwasser und Abfälle ebenfalls noch mehr Informationen benötigt.
- Die Ausbringung von Wirtschaftsdünger wird als ein wichtiges Thema betrachtet. In dem vorliegenden Dokument werden einige umfassende Schlussfolgerungen in Bezug auf die BVT dargelegt. Allerdings wurden Themen wie die Verringerung des Wirtschaftsdüngeranfalls, des Trockenmassegehaltes und die Verregnung der Gülle nur unzureichend angesprochen; diese müssen daher im Rahmen der künftigen Überarbeitung des BVT-Merkblattes verstärkt berücksichtigt werden.
- In diesem BVT-Merkblatt wurde Einigkeit darüber erzielt, dass keine Wirtschaftsdünger in der Nähe von Wasserläufen ausgebracht werden sollten, eine Festlegung der einzuhaltenden Entfernung war nicht möglich. Ähnlich gilt dies für die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern auf Flächen in Steillage. Es konnte hinsichtlich der Definition des Begriffs „Steillage“ keine Einigung erzielt werden. In diesem Zusammenhang werden weitere Informationen – unter Berücksichtigung der Bodenart (z. B. Ackerboden, wachsender Bestand) und der Art des Düngers (z.B. Gülle oder Festmist) – benötigt, um diese Fragen im Rahmen der künftigen Überarbeitung des BVT-Merkblattes klären zu können.
- Im Rahmen der künftigen Überarbeitung des BVT-Merkblatts müssen die Verfahren für eine nachhaltige Entwässerung (siehe [217, UK, 2002]) bewertet werden.

Bei der Erarbeitung des vorliegenden Dokuments wurde teilweise auch die Tiergerechtheit von Haltungssystemen berücksichtigt. Es ist sinnvoll zukünftig Kriterien für die Bewertung der Tiergerechtheit von verschiedenen Haltungssystemen zu entwickeln.

6.5 Themenvorschläge für künftige FuE-Maßnahmen

Die folgenden Themen könnten sich für künftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte anbieten:

- Forschungsarbeiten zur Ermittlung der verfügbaren Techniken, die für ein Monitoring von Emissionen in Stallgebäuden für die Schweine- und Geflügelhaltung am besten geeignet sind
- Emissionsmessungen, aus frei gelüfteten Stallgebäuden (was bisher schwierig ist).
- Bestimmung der Wirkung verschiedener Abdeckmaterialien zur Abdeckung von Festmistlagerstätten., Festlegung der erreichbaren Emissionsminderung, der Kosten sowie der praktischen Einsatzmöglichkeiten.
- Untersuchungen hinsichtlich der Auswirkungen des Einsatzes von Einstreu auf die Umweltleistung (bestehender) Haltungssysteme für Schweine.
- Die Auswirkungen einer Zugabe von Zusatzstoffen zur Schweinegülle auf die Gesundheit von Mensch und Tier bzw. auf die Umwelt sind oft nicht bekannt; Forschungsarbeiten in diesem Bereich erscheinen sinnvoll.
- Messungen von Ammoniak- und Geruchsemissionen sind auch bei ökologischen Tierhaltungssystemen (Stroheinstreu, Auslaufbereiche) erforderlich.
- Entwicklung von Systemen und Strategien zur Messung komplexer Quellen gasförmiger Emissionen in den landwirtschaftlichen Betrieben (Ställe, Lager).
- Entwicklung eines Verfahrens zur Messung von N_2O-Emissionen bei Festmisthaltungssystemen.
- Forschungsarbeiten hinsichtlich der Überwachung gasförmiger Emissionen aus Haltungssystemen mit verbessertem/fortgeschrittenem Fütterungsmanagement.
- Lagerung von Festmist: Ermittlung der Freisetzung von Methan und Distickoxid. In der Schweinehaltung haben sich künstliche Schwimmdecken als eine kosteneffiziente Maßnahme zur Reduzierung der Ammoniak- und Geruchsemissionen erwiesen. Hier werden weitere Forschungsarbeiten, z.B. über das Verhalten anderer klimawirksamer Gase benötigt.
- Entwicklung eines Tracergas-Messsystems zur Messung gasförmiger Emissionen aus abgedeckten Güllelagern.
- Bewertung gasförmiger Emissionen (einschließlich der Minderungsmöglichkeiten) bei der Lagerung und Ausbringung von Festmist.
- Entwicklung von Verfahren zur Emissionensminderung von Ammoniak und Methan während der Lagerung, Transport und Ausbringung von Gülle.
- Ökobilanz gasförmiger N-Verluste in „traditionellen“ Haltungssystemen und Haltungssystemen der Zukunft.
- Forschungsarbeiten im Hinblick auf eine nachhaltige Landwirtschaft (Monitoring, Managementtools).
- Forschungsarbeiten hinsichtlich der Geruchsreduktion durch Management-Maßnahmen (Fütterung, Stallklima usw.).

- Forschungsarbeiten hinsichtlich der Auswirkungen von Anpflanzungen (Schutzpflanzungen/Baumbestände) auf die Wahrnehmung von Geruchsbelästigungen in der Nachbarschaft von landwirtschaftlichen Betrieben.
- Forschungsarbeiten hinsichtlich der Staubanteils an der Geruchsbelästigung.
- Bestimmung der Staubentwicklung von eingestreuten Tierhaltungssystemen, einschließlich der Diskussion der Minderungspotenziale durch Managementmaßnahmen und technologische Entwicklungen.
- Entwicklung von Prozessmodellen für Ammoniakemissionen aus den Bereichen: Haltung, Wirtschaftsdüngerlagerung und -ausbringung,als Grundlage für die Emissionensprognosen, der Bewertung von Ammoniakkonzentration sowie der -deposition.
- Monitoring im Bereich Tierernährung (z. B. Zusammensetzung des Wirtschaftsdüngers) zur Verringerung der Ammoniakemissionen.
- Forschungsarbeiten hinsichtlich der Behandlung von Festmist (z. B. Kompostierung, Strohbeigabe, anaerobe Vergärung) und der damit verbundenen Emission von NH_3, N_2O und CH_4.
- Forschungsarbeiten hinsichtlich der Behandlung von Gülle (z. B. Trennung, Strohabdeckung, anaerobe Vergärung) und der damit verbundenen Emission von NH_3, N_2O und CH_4.
- Forschungsarbeiten hinsichtlich der Auswirkungen des Einsatzes von Einstreu auf die Umweltleistung (bestehender) Haltungssysteme für Schweine, Optimierung eingestreuter Haltungssysteme für Schweine (Emissionspotenzial, Arbeitsaufwand, Kosten, Leistung).
- Forschungsarbeiten im Bereich der Haltungssysteme mit Einstreu, insbesondere Erprobung neuer/alternativer Materialien zur Verbesserung der Umweltleistung eingestreuter Haltungssysteme.
- Optimierung der Auslegung und der Leistung alternativer Geflügelhaltungssysteme (Emissionen, Arbeitsaufwand, Kosten, Leistung).
- Erforschung von Einsatzmöglichkeiten emissionsarmer Verfahren zur Ausbringung von Gülle unter unterschiedlichen Bedingungen.
- Untersuchungen zu medienübergreifenden Wirkungen und der Praktikabilität der Gülleschlitzverfahren (N_2O-Emissionen, Kraftstoffverbrauch, Auswirkungen auf den Boden und die Vegetation).
- Bestimmung der Emissionen (nicht nur Ammoniak, sondern auch Gerüche, klimawirksamen Gase wie Methan und Distickstoffoxid) und der wechselseitigen Auswirkungen verschiedener emissionsmindernden Maßnahmen; ferner Forschungsarbeiten hinsichtlich der Emissionen von Staub und Keimen (Bioaerosole).
- Mit Blick auf die Anforderungen an tiergerechte Haltungssysteme für Schweine und Legehennen sind weitere Forschungsarbeiten in Bezug auf emissionsarme Haltungssysteme erforderlich; ferner muss die technologische Entwicklung im Bereich der Emissionsminderung auch mit dem Ziel fortgeführt werden, eine Lösung für den Konflikt zwischen Tier- und Umweltschutz zu finden.

Über ihre FuE-Programme lanciert und fördert die Europäische Gemeinschaft eine Reihe von Projekten, die sich mit umweltverträglichen Technologien, neuen Entwicklungen in der Abwasserbehandlung und –aufbereitung sowie Managementstrategien befassen. Diese Projekte können möglicherweise einen wichtigen Beitrag bei künftigen BVT-Merkblatt-Überarbeitungen leisten. Die Leser werden daher gebeten, das Europäische IPPC-Büro über alle Forschungsergebnisse zu unterrichten, die für den Anwendungsbereich dieses Dokuments von Bedeutung sind (siehe auch das Vorwort zu diesem Dokument).

REFERENCES

1 EPA (1996). "Batneec Guidance Note for the Pig Production Sector".

2 EPA (1996). "Batneec Guidance Note for the Poultry Production Sector".

3 Vito (1998). "Beste beschikbare technieken voor het be- en verwerken van dierlijke mest", 90-382-0161-3.

5 VMM (1996). "Landbouw, Par. 1.3 of Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 1996: Leren om te keren".

7 BBL (1990). "De mineralenboekhouding in de landbouwbedrijfsvoering. Hoofdstuk 3. Mineralen en milieu-effekten."

8 Technologisch Instituut, (1999). "Krachtlijnen en uitdagingen van het nieuwe meststoffen-decreet".

9 UNECE, (1999). "Control techniques for preventing and abating emissions of ammonia", EB.AIR/WG.5/1999/8/Rev.1.

10 Netherlands, t., (1999). "Dutch notes on BAT for pig- and poultry intensive livestock farms".

11 Italy, (1999). "Italian contribution to BATs Reference Document (draft April 1999)".

13 EC, D. A. u. B. (1996). "Report on the welfare of laying hens, Chapter 3.6 Environment".

14 BGB1.II 349/97 (1997). "Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Massentierhaltung; (AEV Massentierhaltung)".

15 Austria, (1997). "Gesetzliche Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Massentierhaltung".

17 ETSU, (1998). "Energy savings in industrial water pumping systems", Good practice guide 249.

21 VROM (1998). "Wet bodembescherming: Besluit gebruik dierlijke meststoffen (Bgdm) Besluit Overige Organische Meststoffen".

23 VROM/LNV (1996). "Uitvoeringsregeling Interimwet Ammoniak en Veehouderij".

24 VROM/LNV (1996). "Richtlijn Veehouderij en Stankhinder".

26 LNV (1994). "Handboek voor de pluimveehouderij", 90-800999-4-5.

27 IKC Veehouderij (1993). "Handboek voor de varkenshouderij", 90-800999-3-7.

28 CORPEN, (1996). "Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs (Impact des modifications de conduite alimentaire)/Estimation of nitrogen and phosphorus outputs in the environment from pig farms (Impact of the modifications of feeding practices and technical performances)".

29 CORPEN, (1996). "Estimation des rejets d'azote par les elevages avicoles/Estimation of nitrogen outputs in the environment from poultry farms".

30 CORPEN, (1997). "Estimation des rejets de phosphore par les élevages avicoles/ Estimation of phosphorous output in the environment from poultry farms".

31 EAAP, (1998). "Pig housing systems in Europe: current trends" 49th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, *26*.

32 Vito, (1999). "Environmental aspects of antimicrobial growth promotors in feed".

33 Provincie Antwerpen, (1999). "Invloed van klimaat op de groei van vleeskuikens" Studienamiddagen Pluimveehouderij.

35 Berckmans et al. (1998). "Emissie en impact van ammoniak in varkensstallen, Hoofdstuk III. Reductietechnieken".

36 EC, (1999). "Opinion of the steering committee on antimicrobial resistance".

37 Bodemkundige Dienst, (1999). "Bijdrage tot de uitbouw van beleidsmaatregelen voor de reductie van de ammoniakuitstoot door de landbouw in Vlaanderen".

39 Vito (1999). "Overview of regulatory material".

40 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Guidelines for farmers in nitrate vulnerable zones".

43 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Code of good agricultural practice for the protection of air".

44 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Code of good agricultural practice for the protection of water".

45 MAFF, M. o. A., Fisheries and Food, (1998). "Code of good agricultural practice for the protection of soil".

49 MAFF (1999). "Making better use of livestock manures on arable land".

50 MAFF (1999). "Making better use of livestock manures on grassland".

51 MAFF (1999). "Spreading systems for slurries and solid manures".

59 Italy, (1999). "Italian Contribution to BATs Reference Document (BREF) (draft June 1999)".

60 EPA, a. o., (1999). "Groundwater protection schemes", ISBN 1-899702-22-9.

61 EPA, (1997). "Environmental quality objectives and environmental quality standards, The aquatic environment (Discussion document).", ISBN 1-899965-51-3.

62 LNV, (1992). "Afvalwater in de Veehouderij", 28.

63 Commissie van Deskundigen, (1999). "Beoordelingsprotocol emissies uit stalsystemen, Bijlage landbouwkundige randvoorwaarden en te registreren gegevens (draft).".

68 ADAS, (1999). "Guidance on the control of noise on poultry units".

69 ADAS, (1999). "Guidance on the control of noise on pig units".

70 K.U. Laboratorium voor Agrarische Bouwkunde, (1999). "Nieuwe stalconcepten voor een rendabele veeteelt in de context van de huidige milieuregelgeving".

71 Smith et al., (1999). “Nitrogen excretion by farm livestock with respect to landspreading requirements and controlling nitrogen losses to ground and surface waters. Part 2: pigs and poultry" Bioresource Technology, , pp. 183-194.

72 ADAS, (1999). "Guidance on the control of energy on pig units".

73 Peirson, (1999). “Guidance on the control of energy on poultry units".

74 EC (1999). "Council Directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens".

75 Menoyo et al., (1998). “Compostaje de gallinaza para su uso como abono orgánico (Composting of poultry manure to be applied as organic fertiliser)".

76 BMU (1995). "Vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen".

77 LEI, (1999). "Managing nitrogen pollution from intensive livestock production in the EU", 2.99.04.

81 Adams/Röser, (1998). “Digestion of feed and absorption of nutrients influence animal performance and the environment" Feed Magazine.

82 Gill, B. P., (1999). “Phase-feeding. Converting science into commercial practice." Feed Compounder, pp. 4.

83 Italy, (2000). "Description of the candidate BATs for pig intensive farming".

85 Oele, (1999). "The Dutch mineral policy 1984-2008/2010" Regulation of animal production in Europe (KTBL).

86 CEEP, (1998). "Recovery of phosphates for recycling from sewage and animal wastes - summary and conclusions" Recovery of phosphates for recycling from sewage and animal wastes.

87 Denmark, (2000). "Danish BAT notes concerning intensive pig production".

89 Spain, (2000). "Information exchange on Intensive Livestock Farming. Spanish contribution to BATs Reference Document.".

91 Dodd, V. A., (1996). “The pig production cycle (a concise report, July 1996)".

92 Portugal, (1999). “Overview of intensive livestock farming in Portugal".

98 FORUM, (1999). "Pigs, pollution and solutions".

99 Ajinomoto Animal Nutrition, (2000). "Prevention of nitrogen pollution from pig husbrandry through feeding measures", 22.

100 MLC, (1998). "Phase-feeding. Matching the protein requirements of growing and finishing pigs for lean growth at least cost.".

101 KTBL, (1995). "Schwermetalle in der Landwirtschaft (Heavy metals in agriculture)", 217.

102 ID-Lelystad, (2000). "De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren (The standardised excretion of nitrogen by livestock)", 00-2040.

105 UK (1999). "Text proposal for good practice for environmental management.

106 Portugal (2000). "Code of good agricultural practices for the protection of water against pollution by nitrates of agricultral origin (Draft)".

107 Germany, (2001). "Good Agricultural practice: Possibilities for avoiding and reducing emissions and immissions/Animal disease and farm hygiene (Comment to 1st Draft of BREF document)".

108 FEFANA, (2001). "FEFANA "Amino Acid Working Party" Input to the BREF Document (Comment to 1st Draft of BREF document).".

109 VDI (2000). "VDI 3474 - Emission control livestock farming - Odorants (draft 09)".

110 MAFF, (1999). "Phase feeding pigs to reduce nutrient pollution - N in pig slurry.", Scientific report WA0309.

111 MAFF, (1999). "Phase feeding pigs to reduce nutrient pollution - ammonium-N emission from application", WA0317.

112 Middelkoop/Harn, (1996).

113 R&R Systems BV, (1999). "Kombideksysteem (Combidecksystem)".

115 Rademacher, M., (2000). “How can diets be modified to minimise the impact of pig production on the environment?" AminoNews.

116 MAFF, (1999). "Update on available knowledge of pig diets to reduce pollution and estimate of costs of reducing ammonia emissions by changing diets.", WA310.

117 IPC Livestock Barneveld College (1998). "Broiler Nutrition".

118 IPC Livestock Barneveld College (1999). "Layer Nutrition".

119 Elson, A., (1998). "Poultry buildings" Poultry Producers' Study Days.

120 ADAS, (1999). "An assessment of the feasability of a range control measures intended to minimise ammonia emissions from pig housing".

121 EC (2001). "Proposal for a Council directive amending Directive 91/630/EEC laying down minimum standards for the protection of pigs".

122 Netherlands, (2001). "Comments Netherlands to first draft.".

123 Belgium, (2001). "Standaardomstandigheden in Vlaanderen (Standard conditions in Flanders) - Comment B7 to first draft.".

124 Germany, (2001). "Comments Germany to first draft".

125 Finland, (2001). "BAT report. Methods and techniques for reducing the environmental load due to intensive rearing of pigs and poultry".

126 NFU, (2001). "Comments UK National Farmers' Union to first draft".

127 Italy, (2001). “Comments Italy to first draft".

128 Netherlands, (2000). "Technical descriptions of systems for the housing of different poultry species. Prepared for the exchange of information on BAT.".

129 Silsoe Research Institute, B., England, (1997). “Concentrations and emission ratesof aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses." British Poultry Science, pp. 14-28.

130 Portugal, (2001). “Comments Portugal to first draft".

131 FORUM (2001). "Comments Forum to first draft".

132 EC (1991). "Council Directive 91/630/EEC of 19 November 1991 laying down minimum standards for the protection of pigs.".

133 Peirson/Brade, (2001). "Flatdeck pig housing - a summary description".

134 Spain, (2001). “Comments Spain to first draft".

135 Nicholson et al., (1996). “Nutrient composition of poultry manures in England and Wales" Bioresource Technology, , pp. 279-284.

137 Ireland, (2001). “Comments Ireland to first draft".

138 Netherlands, (1999). "Nitrogen and phosphorous consumption, utilisation and losses in pig production".

139 UK (2001). "Comments UK-MAFF to first draft".

140 Hartung E. and G.J. Monteny, (2000). “Methane (CH_4 and Nitrous Oxide (N_2O) emissions from animal husbandry" Agrartechnische Forschung, pp. E 62 - E 69.

141 ADAS, (2000). "Guidance on construction, repair and maintenance - Farm waste structures", CGN 100 and CGN 001 - 009.

142 ADAS, (2000). "The practicability of fitting various types of emission control cover to above-ground prefabricated and earth-banked slurry stores.".

143 ADAS, (2000). "Low-cost covers to abate gaseous emissions from slurry stores", WA0641.

144 UK (2000). "Text proposal - Activities applicable to all farms".

145 Greece, (2001). "Comments Greece to first draft".

146 ADAS, (2000). "Disposal of waste materials arising on farms".

147 Bragg S and Davies C, (2000). "Towards sustainable agricultural waste management (Final draft)".

150 SCOPE, (1997). "SCOPE Newsletter 21 - Agricultural phosphorus", 21.

152 Pahl, (1999). "Environmental factors in pig production - Description of potential emissions, causes, abatement and legislation".

153 Eurostat, (2001). "Eurostat: Agriculture and Fisheries, Yearbook 2001".

154 Germany, (2001). "Legal framework in Germany.".

159 Germany, (2001). "Good agricultural practice - Comment to first draft.".

161 MAFF, (2000). "Calculating the cost of best available techniques for the intensive rearing of poultry and pigs (draft)".

166 Tank manufacturer, (2000). "Pollution control - Slurry management".

169 FEFAC (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".

170 FEFANA, (2002). "FEFANA WP Enzymes proposal for the part Phytase (Chapter 4 of BREF document draft 2, on the intensive farming of poultry and pigs)".

171 FEFANA (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".

172 Denmark (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".

173 Spain (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".

174 Belgium (2001). "Comments on draft 2 ILF BREF".

175 IMAG-DLO, (1999). "Environmental aspect of a group housing system for sows with feeding stations and straw".

176 UK, (2002). "Thoughts on ventilation and air control".

177 Netherlands, (2002). "Energy saving by a frequency-converter".

178 Netherlands (2002). "Additional information about Combideck system in broiler houses".

179 Netherlands (2001). "Comments on the second draft of the ILF BREF (poultry)".

180 ASEPRHU, (2001). "Comments on 2nd draft ILF BREF".

181 Netherlands (2002). "(additional) Comments on the 2nd draft ILF BREF".

182 TWG, (2002). "Proposal for conditional BAT poultry (laying hens)".

183 NFU/NPA, (2001). "Comments on 2nd draft of the ILF BREF".

184 TWG ILF (2002). "Emission control measure assessment matrices".

185 Italy, (2001). "Appendix to Description of the candidate BATs for pig intensive farming", 2nd version.

186 DK/NL, (2002). "Manure surface cooling channel in combination with a closed heat exchanger".

187 IMAG-DLO, (2001). "Nürtinger system", 2001-09.

188 Finland, (2001). "Comments draft 2 ILF BREF".

189 Italy/UK, (2002). "Pens with straw bedded floor; natural ventilation".

190 BEIC (2001). "Comments on 2nd draft ILF BREF".

191 EC (1999). "Storage vessels for manure (5)".

192 Germany (2001). "Comments on 2nd draft BREF".

193 Italy (2001). "Comments on 2nd draft BREF".

194 Austria (2001). "Comments on 2nd draft BREF".

195 EC (1999). "Livestock Manures - Nitrogen Equivalents".

196 Spain, (2002). "Manure additives".

197 Netherlands, (2002). "Remarks on landspreading".

198 CEFIC, (2002). "Highly digestible inorganic feed phosphates".

199 FEFANA, (2002). "Addition of specific feed additives".

200 ILF, T. (2002). "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Intensive livestock farming; Monitoring of Emissions".

201 Portugal (2001). "Comments on 2nd draft BREF".

202 Institute of Grassland and Environmental Research, (2000). "Treatment of livestock wastes through the use of additives", CSG 15 (rev. 12/99).

203 EC (2001). "Comments on draft 2 BREF".

204 ASPHERU (2002). "Enriched cage for laying hens".

205 EC, (2001). "Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources".

206 Netherlands, (2002). "Drinker systems".

207 Belgium (2000). "Comments on first draft BREF".

208 UK (2001). "Comments on 2nd draft BREF".

209 Environment DG, (2002). "report on Nitrates Directive".

216 UK, (2002). "Integrated Pollution Prevention and Control, Intensive Livestock BREF, Assessing the Affordability of Best Available Techniques".

217 UK (2002). "Sustainable surface water drainage techniques".

218 Czech Republic (2002). "Methodology for continual measuring of ammonia concentrations in stables".

219 Denmark (2002). "Comments on monitoring ammonia concentrations in stables; reference number 218".

220 UK (2002). "Slurry spreading".

GLOSSAR

Deutscher Begriff	Englischer Begriff	Erläuterung
Absetzferkel, Aufzuchtferkel	**Weaners**	Schweine, die nach dem Absetzen mit einem Lebendgewicht von etwa 7 bis ungefähr 25 - 30 kg von der Sau getrennt gehalten werden.
Antibiotikum	**Antibiotic**	eine Substanz, die von Mikroorganismen produziert oder abgeleitet wird. Sie zerstört oder hemmt das Wachstum anderer Mikroorganismen.
Antimikrobiotikum	**Antimicrobial**	ein Medikament, das bei niedriger Konzentration hemmend auf mikrobielle Pathogene wirkt und eine selektiv toxische Wirkung auf diese ausübt.
Applikationsrate	**Application rate**	das Verhältnis der Wirtschaftsdüngermenge oder der in ihr enthaltenen Nährstoffe zur verfügbaren Fläche zur Ausbringung.
Austrocknung	**Desiccation**	Vorgang der völligen Austrocknung.
Besatzdichte	**Stocking density**	Anzahl der Tiere bezogen auf die Oberfläche (m^2 oder km^2).
Biologischer Sauerstoffbedarf	**Biochemical oxygen demand (BOD)**	Maß für den Verbrauch von Sauerstoff durch Mikroorganismen zum Abbau von organischer Substanz.
Vitamin H	**Vitamin H (Biotin)**	Biotin, eine verbreitete biochemische Verbindung ($C_{10}H_{16}N_2O_3S$), die als Enzym zur Reduktion von Aminosäuren und zur Bildung von langkettigen Fettsäuren und als Co-Enzym bei der Bildung von Kohlenwasserstoffen aus Fett und Eiweiß in Falle nicht ausreichender Kohlenhydrataufnahme.
Festmist	**Solid manure**	schließt den Stalldung mit ein und beinhaltet Material aus eingestreuten Laufhöfen, Ausscheidungen, die viel Stroh aufweisen, oder Feststoffe aus dem Separierungsprozess. Festmist kann üblicherweise gestapelt werden.
Flüchtige organische Verbindungen außer Methan	**Non-methane volatile organic compounds (nmVOC)**	alle Verbindungen außer Methan, die aufgrund der Reaktion mit Stickoxiden bei Sonneneinstrahlung Potenzial zur Bildung photochemischer Oxidantien besitzen.

Futterverwertung	**Feed conversion ratio**	das Verhältnis von verbrauchter Futtermenge, das zur Zunahme von einem kg Lebengewicht erforderlich ist; je kleiner der Wert, desto effizienter wird Futter in das Produkt oder das Wachstum umgesetzt; die Futterverwertung ist abhängig vom Futter, der Rasse, und der Produktionsrichtung. In Finnland bezeichnet der Begriff das Verhältnis von Futterverbrauch und Schlachtgewicht.
Geflügel	**Poultry**	beschreibt den Tierhaltungs-Sektor zur Erzeugung von Eiern oder Fleisch von Hühnern, Puten, Enten und Perlhühnern. Werden nur Hühnervögel zur Erzeugung von Eiern oder Fleisch angesprochen, werden die Begriffe Legehennen oder Broiler benutzt.
Gülle	**Slurries**	besteht aus tierischen Ausscheidungen von befestigten Ausläufen oder Gebäuden, vermischt mit Regenwasser, Reinigungswasser und manchmal Einstreu, Abfällen und Futter. Gülle ist üblicherweise pumpfähig oder wird durch Schwerkraft (mit Gefälle) abgeleitet.
Hühnereierzeugung	**Hen egg production**	Begriff zur Kennzeichnung der Produktion von Eiern durch Legehennen zur Unterscheidung von anderen Eier legenden Geflügelarten (z.B. Enten).
Mastschwein	**Growers/finishers**	Tierkategorie, die sich auf Schweine mit einem Lebendgewicht von ungefähr 25 - 30 kg bis zu 170 kg bezieht; auch als Mastschweine bezeichnet.
Nachzuchtsauen	**Replacement sows**	Sauen, die andere Sauen in der Herde zur Aufrechterhaltung des genetischen Materials ersetzen.
Puter	**Stag**	männlicher Truthahn.
Sau	**Sow**	Begriff für ein weibliches Schwein mit Beginn der ersten Belegung oder Trächtigkeit. Dies schließt die Sauen-Nachzucht ein (Zuchtläufer).
Tierplatz oder Tierkopf	**Animal place or head**	Einheit, die sich auf ein produzierendes Tier bezieht. Beide Einheiten beziehen sich auf dieselbe Produktionseinheit, im Allgemeinen werden sie zur Beschreibung von Verbrauchs- und Emissionsgrößen in diesem Bericht benutzt.
Trockenmasseanteil	**Dry matter percentage (dm %)**	beschreibt das Verhältnis des Ausgangsgewichts einer definierten Substanz

		zum (konstanten) Endgewicht einer definierten Substanz, das sich nach Trocknung mit 110 °C eingestellt hat.
Wirtschaftsdünger-ausbringung	**Manure application**	beschreibt den Vorgang der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (Festmist oder Gülle) auf landwirtschaftliche Flächen (wenn nicht anders angegeben).
Wirtschaftsdüngerbehandlung	**Manure treatment**	alle möglichen Wege zur Behandlung von Wirtschaftsdüngern, einschließlich der Ausbringung.

ABKÜRZUNGEN

Abbreviation	Explanation
ACNV	Automatically controlled natural ventilation = automatisch gesteuerte natürliche Lüftung
BAT	Best available technique = BesteVerfügbare Technik
BPEO	Best practicable environmental option = Beste Umweltschutzoption
BREF	BAT Reference Document = BVT–Merkblatt
CAP	Common Agricultural Policy = Allgemeine Agrarpolitik (der EG)
CAPEX	Capital Expenditure = Investitionsaufwand
CP	Crude protein = Rohprotein
SCF	Concrete slatted floor = Betonspaltenboden
Dm or dm	Dry matter = Trockensubstanz / Trockenmasse
ECE	Economic Commission for Europe=Wirtschaftskommission für Europa(UN)
EPS	Expanded polystyrene = Expandiertes Polystyrol
EU	European Union = Europäische Union
EU-15	15 Member States of the European Union = 15 Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft (d. h. die EU vor dem Jahr 2004)
EUR	Euro – European currency = Euro – Europäische Währung
FAO	World Food and Agricultural Organisation = Welternährungsorganisation
FCR	Feed conversion ratio = Futterverwertung
FSF	Fully-slatted floor = Voll perforierter Boden
FYM	Farmyard manure = Festmist
IPPC	Integrated prevention and pollution control, referring to European Directive 96/61 EC = Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, sich beziehend auf die EG-Richtlinie 96/61/EG (Deutsche Abkürzung: IVU-Richtlinie)
LECA	Light expanded clay aggregate = Blähton
LW	Live weight = Lebendgewicht/Lebendmasse
µg	Microgram (10^{-6} grams) = Mikrogramm (10^{-6} Gramm)
MAP	Belgian indication for pig feed with reduced protein and phosphorus levels = Belgische Bezeichnung für Futtermischung mit reduziertem Protein- und Phosphorgehalt (Deutsch RAM, Rohprotein-angepasstes Mischfutter)
MLC	Meat and Livestock Commission of United Kingdom = Fleisch und Tierhaltungskommission des Vereinigten Königreiches
MS	Member State of the European Union = Mitgliedstaat der Europäischen Gemeinschaft
Mt	Megatonnes = Megatonne
NVZ	Nitrate vulnerable zones = Nitratgefährdete Gebiete
OM (or om)	Organic matter content = Gehalt an organischer Substanz
OPEX	Operational Expenditure = Betriebskosten
Pa	Pascal, measure of pressure, also Newton/m^2 = Pascal, Maß für Druck, auch in Newton/m^2
PSF	Partly-slatted floor = teil perforierter Boden e
RAM	German indication for pig feed with reduced protein and phosphorus levels = Deutsche Bezeichnung für Futtermischung mit reduziertem Protein- und Phosphorgehalt
RH	Relative humidity = Relative Luftfeuchte
TWG	European technical working group for the exchange of information in the framework of the IPPC-directive = Europäische Technik-Arbeitsgruppe zum Informationsaustausch im Rahmen der IVU-Richtlinie
UAA	Utilised Agricultural Area = Landwirtschaftlich genutzte Fläche
USDA	United States Department of Agriculture = Landwirtschaftsministerium der USA

7 ANNEXES

7.1 Animal species and livestock units (LU)

In the evaluation of the environmental impact of intensive livestock farms the term “place” may lead to confusion. A place can be considered equal to one animal, but there is a difference in the extent of environmental effects from keeping different kinds of animals belonging to the same species but different kinds and stages of production. For example hens, broilers, ducks and turkeys all belong to the species “poultry“, but environmental effects of installations with these kinds of animals and the same number of places are considerably different. In addition it makes a difference whether young animals are reared or older animals are fattened.

To overcome these problems, animal places can be expressed in terms of animal masses (Livestock Units - LU, 1 LU = 500 kg animal mass), as environmental effects depend strongly on the average animal mass during a production period. Animal masses equate approximately with manure production and emissions. They may be defined as the time-integrated average animal mass over a production period or cycle on the basis of the animal-specific growth-function, which is available for every kind of animal (Table 7.1). This enables different kinds (breeding, fattening) and stages (weaning, growing-finishing) of production, housing periods and changing production processes to be taken into consideration.

Animal species	Animal mass (LU)
Pigs	
- boar or pregnant sows	0.3
- sows with piglets (≤ 10 kg)	0.4
- sows with piglets (≤ 20 kg)	0.5
- rearing of piglets (7 – 35 kg)	0.03
- young sows (30 – 90 kg)	0.12
- fattening pigs (20 – 105 kg)	0.13
- fattening pigs (35 – 120 kg)	0.16
Poultry	
- laying hens (average mass 2 kg)	0.004
- laying hens (average mass 1.7 kg)	0.0034
- young hens (average mass 1.1 kg)	0.0022
- broiler (fattening period 25 days, average mass 0.41 kg)	0.0008
- broiler (fattening period 36 days, average mass 0.7 kg)	0.0014
- young ducks (average mass 0.65 kg)	0.0013
- ducks (average mass 1.1 kg)	0.0022
- ducks (average mass 1.9 kg)	0.0038
- rearing of turkeys (average mass 1.1 kg)	0.0022
- turkeys (hens, average mass 3.9 kg)	0.0079
- turkeys (male, average mass 8.2 kg)	0.0164

Table 7.1: Animal species expressed in livestock units
[124, Germany, 2001]

7.2 References to European legislation

Intensive pig and poultry farms have the potential, if not properly managed and controlled, to lead to deterioration in the environment and to cause environmental pollution. The potential pollutants range from direct to accidental emissions to water, soil and air as well as the waste generated and to a lesser extent noise emissions. There is a comprehensive body of EU legislation designed to reduce and avoid pollution from various sectors. The legislation is generally aimed at protecting water, air, soil and the environment rather than limiting emissions from the various sources. There is also legislation on animal health and welfare that must be taken into consideration.

Many European directives directly or indirectly impose requirements on agricultural activities and they can be found, for example, on the following web pages:

- http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/ind/en_analytical_index_15.html
- http://europa.eu.int/comm/environment/agriculture/index.htm
- http://europa.eu.int/comm/food/index_en.html

7.3 National legislation of European Member States

In the national legislation of individual Member States a large number of European directives and their requirements are translated into emission limit values, quality standards and measures at national or farm level. Regulation of agricultural activities at farm level is fairly recent. In some countries general binding rules are applied, but the licensing of an individual farm is common practice in very few Member States.

This Annex presents an overview of some of the national environmental legislation that is currently applied to intensive farming installations.

Austria

Controlled emissions of waste water to surface water are regulated for intensive livestock farming. Discharge of slurry or liquid manure into surface water is not allowed [15, Austria, 1997; 14, BGB1.II 349/97, 1997].

Odour emissions from intensive livestock installations are regulated and will affect for the spatial planning of installations. The required distance between a farm building and an odour sensitive object is calculated by including a number of factors:

- an odour factor associated with the type of animal and its production phase
- a ventilation factor, combining the ventilation technique, air speed and position of emission point
- a factor associated with the manure removal system
- a factor associated with the type of feed system
- a meteorological factor representing the characteristics of the surrounding area, such as hills and mountains, and the effect on speed and direction of the wind
- a factor representing the purpose (use) of the surrounding area. [76, BMU, 1995]

Belgium

A national environmental action plan forms the framework for the legislation on intensive livestock. Within this framework, plans for ammonia reduction have been developed.

In Flanders, VLAREM is the Flemish regulation concerning environmental licensing including activities such as intensive livestock farming; it follows the definition in the IPPC Directive. Vlarem contains general and sectoral requirements for the operation of installations. For intensive livestock installations the sectoral requirements concern regulation for the construction of housing and manure storage, and the treatment of manure.

Flanders is the most important region for intensive livestock farming with a concentration of animals per hectare comparable with the Netherlands. A decree concerning protection of the environment against contamination by manure has been issued, requiring low-emission application of manure. The task is to reduce the excess of minerals and to achieve for nitrate the quality standard of 50 mg NO_3 per litre of ground- or surface-water. Belgium has to reduce ammonia emissions by 31 %. Flanders has to apply to the national ammonia reduction programme and has to reduce 42.4 % of the national ammonia emissions and Wallonia 1.2 %.

A mixture of measures is proposed: measures at the source, such as feed measures (25 %), application of manure to appropriate soils or after previous treatment to achieve the required ratio (25 %) and further elimination by end-of-pipe measures without causing cross-media problems (50 %) [8, Technologisch Instituut, 1999].

Emissions to air are regulated in the VLAREM in terms of ammonia from housing and manure storage, emissions of dust from other storage equipment and manure drying facilities and emissions of NH_3, NO_x and H_2S from on-farm incineration installations [39, Vito, 1999].

Planning of pig farms with respect to odour emissions assesses both the existing and future situation, using a system that rates the applied housing system and the number of animals in it or the installation to store manure. The rating is linked to the required minimum distance between the farm (or the emitting installation) and the nearest residential area, nature reserve or other sensitive object. For poultry the same system applies, combining housing design and manure storage facility with the number of bird places [39, Vito, 1999].

Denmark

All commercial livestock farms in Denmark, including pig farms, are subject to a wide range of demands as to manure handling systems in the housing facilities, storing facilities as well as the location of the production units.

Pig houses and similar facilities, e.g. outside yards, have to be laid out so that ground-water and surface water do not run off. Flooring and manure channels have to be made of materials which are difficult for moisture to penetrate. At the same time there must be a discharge system. In practice, this means that all pig houses have cast concrete flooring.

Manure stores, i.e. manure pits, liquid manure stores and slurry silos as well as silage storing facilities, are subject to demands similar to those relating to housing facilities as the farmers have to see to it that no run-off occurs to the surroundings. Simultaneously, storage capacities must be large enough to comply with the rules concerning the spreading and utilisation of nutrients. For pig farms this normally means 9 months' storage capacity.

The location of commercial livestock farms in Denmark is subject to a number of restrictions. Generally, commercial livestock farming is not allowed in urban zones and summerhouse areas. Farms located in rural zones have to comply with a number of restrictions as to distance to neighbours, urban zone etc. These distances increase with increasing production volume. By way of example, pig farms with more than 120 LUs have to be located at least 300 m from urban zone. The distance applying to farms with less than 120 LUs is 100 m.

The purpose of these demands as to distance is to reduce the nuisances of neighbours, meaning that mainly nuisances in the form of odour and noise are to be reduced. For farms who are exempt from the general rules concerning distance the municipality may tighten the demands for livestock farming and layout of housing facilities, manure stores etc.

Livestock farms with more than 250 LUs (more than 210 LUs for broilers) are subject to special demands. These farms have to be approved in accordance with the Environmental Protection Act and in this connection an environmental impact assessment (EIA) has to be made before establishing or extending the premises.

The EIA rules imply a broader appraisal of the location and layout of the production facilities in relation to landscape, cultural history and biology compared to the environmental approval. The EIA rules are basically not to a tightening of the environmental control measures but the pollution from the farm is appraised together with other impacts on the environment. All this is done in one procedure where the county provides a special annex to the regional plan with an EIA statement and simultaneously the municipality works out an environmental approval. [87, Denmark, 2000]

Germany
[154, Germany, 2001]

Germany reported a large number of laws, decrees and administrative and technical guidelines that are related to the operation of an intensive livestock farm.

To control environmental problems related to livestock farming, in Germany activities such as the construction, enlargement or substantial alteration and operation of livestock building installations (e.g. housings, manure stores) require a permission. The term "substantial alteration" includes the change of utilisation (e.g. keeping pigs instead of cattle), the change of ventilation or manure removal system (e.g. slurry instead of manure) or any other alteration that might have serious impact on the environment. Approval depends on the location, type and number of animals kept and the environmental impact. With respect to the environmental impact, odour nuisance is the key issue.

Dependent on the type and number of animals kept, either an approval according to the Federal Building Code (Baugesetzbuch - BauGB) by the district authorities or according to the Federal Emission and Ambient Pollution Control Act (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) by the state intermediate authorities (regional government) or the district authorities is required. The latter is more strictly and obligate for farms with more than e.g. 750 sows and 2000 fattening pigs. Participation of public is possible. Capacity figures are laid down in the Fourth Ordinance Implementing the Federal Emission and Ambient Pollution Control Act – On Installations Requiring Permission – 4 BImSchV. This ordinance has been amended in March 1997 according to EC Directive (96/61/EC) on Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Besides these figures IPPC is not yet transposed into national law.

In addition facilities for storing slurry with a capacity of 2500 m^3 or more are subject to permission according to BImSchG by the way of a simplified procedure without participation of public.

During permitting procedures authorities will check whether the farmer has met crucial obligations according to the BImSchG. Additionally establishment and operation must not conflict with any other provision under public law (e.g. water resources protection, nature conservation, building law) and labour protection concerns. If prerequisites are given, there is a legal obligation to grant the permission.

In the case of a permitting procedure according to the BImSchG application according to the Federal Building Code is included. Application forms include in particular general information on design and operation and a detailed description of the project (e.g. type and number of animals, housing systems and management of the livestock, amount of livestock wastes to be stored), the project and ground plans, evidence of proper structural engineering, a calculation of cost, a description of the sewerage system, information on type and quantity of emissions, and of location and dimension of sources. Measures to reduce emissions and to avoid environmental effects must be specified. Usually an assessment of odour immissions is carried out. Referring to livestock waste management, amount and composition (nitrogen content) of manure and slurry have to be estimated and a detailed inventory of agricultural land for manure application including cadastral maps is necessary. Type of soil must be indicated.

During the permitting procedure the enforcement authority will involve other authorities, e.g. for nature conservation, for preservation of historical monuments, for air pollution control and for the prevention of water pollution. Their statements get part of the permission. Not only other involved authorities must be informed, but also the public if serious effects on the environment are expected to arise. Documents must be open to the public. A meeting must be summoned to give public opportunity to discuss the project. Statements of authorities and public shall be taken into account when deciding upon approval. This permitting procedure lasts regularly 4 - 6 months, in some (problematic) cases up to one year and more.

Permitting according to BImSchG is very extensive, but it provides legal certainty. For the neighbours have the opportunity to take care for their interests during the permitting procedure, nobody has the right to request cessation of operation of an animal husbandry with a private prosecution subsequent if the permission has become final. Even if somebody is prejudiced by immissions, he may only insist on measures that are necessary to prevent effects. If such measures are technically not feasible according to the state of the art or economically not viable, compensation may only be claimed for the actual damage suffered.

Cost of permitting procedures (charges, preparation of documents for application) amount up to 1 % of expenses (EUR 3000 – 8000). Extra cost can be expected if an expert´s report is required, e.g. for the prognosis and assessment of odour immissions (EUR 2000 – 5000). When an environmental impact assessment is required, the cost of permission might increase to up to EUR 15000. Although there are detailed regulations, requirements during permitting procedures will differ from federal state to state for they are responsible for enforcement.

Legislation with respect to the emissions to air

Installations subject to permission according to BImSchG shall be constructed and operated in such a way that:

- they do not involve harmful effects on the environment or other hazards, considerable disadvantages and considerable nuisance to the general public and the neighbourhood (principle of protection). Referring to animal husbandry neighbourhood must be safe from odour nuisance. A safety distance between a certain livestock building and the next dwelling house usually guarantees this. In addition, poultry farms must keep this distance towards woodlands. These distances are recognised as immission standards
- precautions are taken to prevent harmful effects on the environment, in particular by such emission control measures as are appropriate according to the state of the art (Stand der Technik). According to the precautionary principle harmful emissions must be reduced by technical means below a certain limit. Limits depend on the hazardousness of the emissions, the technical feasibilities and the economic efficiency. In this context, odour emissions are usually regarded as less serious. In practice, if distances as mentioned above are too short and if environment is likely to be affected by the emissions, an assessment is necessary. Probably supplementary measures to reduce emissions and immissions must be taken
- waste is avoided, unless provision is made for its orderly and safe re-use and recycling, or if such avoidance and re-use or recycling is technically not feasible or not reasonable, is disposed without impairing the public welfare. Storing and application of manure is concerned by this regulation. Manure is not classified as waste, as long as its application complies with the Fertiliser Act (Düngemittelgesetz) and the Fertilisation Ordinance (Düngeverordnung) respectively. The latter is based on the Council Directive (91/676/EEC) of 12 December 1991 concerning the Protection of Waters against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources. Manure shall be applied according to site conditions and the demand of the plants in order to reduce nitrate leaching and run-off. For this reason the amount of manure applied to land each year shall not exceed 170 kg N/ha. A storing capacity of 6 months or more is obligatory. By technical and/or organisational measures ammonia emissions should be reduced (e.g. by band spreader, ploughing instantly after spreading or waiting with spreading for favourable weather conditions). Maximum losses of ammonia from slurry should not exceed 20 % during application. Further regulations concern the duty to estimate fertiliser demand of the land and to draw up a balance of nutrients. Additional regulations may include the duty to keep a minimum distance to surface waters, nature reserves or settlements while spreading. States are authorised to regulate application in detail by administrative rules.

During the permitting procedure authorities will check whether a project complies with obligations described above. For large-scale farms subject to permission according to BImSchG corresponding requirements (distance regulation, technical requirements) are laid down in the First General Administrative Guideline Pertaining to the Federal Emission and Ambient Pollution Control Act - Technical Instructions on Air Pollution Control (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft). In addition, special guidelines on odour abatement in livestock farming published by the Association of German Engineers (VDI) (VDI 3471 - Emission Control Livestock Management Pigs, VDI 3472 - Emission Control Livestock Management Hens) describe livestock farming techniques in general, the sources of odour emissions, feasibilities to reduce emissions and immissions and a method for odour assessment in form of a minimum distance regulation as well. Those guidelines are accepted by the authorities and courts as so-called "anticipated expertise", because experts from various fields of knowledge worked together and established them.

Distance regulations

Odour

Both TA Luft and VDI Guidelines prescribe a distance regulation to avoid odour nuisance. Regulation of the TA Luft is based on VDI Guidelines. But in contrast to VDI Guidelines the minimum distance is only a function of the number of animal places and distances are valid only between livestock units and dwelling houses under optimal emission and dispersion conditions. It is not given special attention neither to the fact that the neigbourhood in villages has to tolerate higher levels of nuisance compared to residential areas nor that emissions from pig breeding are only half of that from fattening pigs. In addition natural ventilated housing systems are not considered. Though distance regulation has been established with odour in mind, it applies for the distance of poultry housings to woodlands too. If distances are too short, waste gas should be treated in biofilters or bioscrubbers. For these installations are almost too costly, a special odour assessment is conducted.

The distance regulation of VDI Guidelines allows a more detailed assessment than that of the TA Luft. It proved successful in practice in thousands of cases. The distance is determined in three steps:

1. Calculation of the average animal masses (livestock units LU, 1 LU = 500 kg; e.g. pigs 0.12 LU) corresponding to the number of animals kept. If there are different kinds of animals on a farm, animal masses can be multiplied by an animal-specific odour-equivalent-factor (e.g. feq = 0.5 for sows, 0.17 for cattle, 0.39 for turkeys and 0.94 for ducks). This factor is a function of the animal-specific odour emissions referred to fattening pigs (feq = 1).
2. A point-system is used to rate the emission potential of various livestock parameters such as manure removal and storage, ventilation system and other criteria (feeding, slurry storage capacity, influences by the site). Parameters leading to lower emissions are rated better than those causing higher emissions. The maximum rate is 100 points.
3. From a distance diagram the minimum distance between the livestock farm and the neighbourhood can be read.

Technical requirements in practice

Besides a distance regulation TA Luft prescribes technical requirements for livestock farming installations. These are the same as the preconditions for the use of the distance regulations of VDI Guidelines. The following measures shall usually be applied:

- animal housings should be as clean and dry as possible. This affords especially a high standard of hygiene, to use always enough bedding of high quality, the regular removal of manure, no overstocking and sufficient ventilation
- the ventilation system should be designed according to the German Standard on "Thermal insulation for closed livestock buildings; Thermal insulation and ventilation; Principles for planning and design" (DIN 18910) to guarantee an air exchange rate suitable to the animal needs. Naturally ventilated housings are not affected by this requirement
- if slurry is drained-off the housings, provisions have to be made to prevent noxious gas and odour migration
- manure is to be stored on a liquid-tight concrete base. In the case of a slurry system, the area where the tanker is filled should be liquid-tight. In both cases precipitation should be collected and drained-off in appropriately closed collection tanks to avoid water pollution
- slurry should be stored outside the housings only in closed tanks or equivalent measures to reduce emissions must be taken
- a storing capacity of 6 months is prescribed. A smaller capacity is sufficient if slurry is treated (e.g. aerobic treatment by composting, forced drying or anaerobic digestion).

There is sometimes discussion about the term “equivalent measures to reduce emissions“ from storing tanks. In practice besides concrete or light construction roofs floating covers consisting of natural floating crusts, of straw, burnt clay pellets and plastic are used. The build up of an artificial floating cover is supported by mixing chopped straw (7 kg/m^2 surface area) into the slurry. Several investigations revealed, that even with floating covers made of straw emissions can be reduced up to 90 %. For this reason floating covers made of straw are not only equivalent to closed tanks but also most cost effective. Annual cost are about 30 % - 50 % lower than for covers made of clay pellets or plastic and 60 - 70 % lower than for light construction roofs.

Water conservation regulations

When discussing the water legislation requirements, it is necessary to differentiate between the requirements in dependency of:

- the site of operation affecting the structural condition of animal housings and slurry stores
- the livestock management, especially in areas which are sensitive referring to management of water resources, such as water conservation areas and medicinal spring conservation areas or areas subjected to flooding.

The legislation governing the environment in Europe which is essentially codified in directives and which includes the laws governing water is only partly regulated uniformly in the individual states in Germany's federal legal system. The states are authorised to fill in details of the system of standards under federal law, which is largely designed as a skeleton law, so that different requirements may be made of agricultural livestock production in the individual federal states.

Water conservation in regulations under federal law

On the federal level the Water Resources Management Act (WHG) contains both rules on the nature of facilities for storing and filling liquid manure, slurry and silage effluents (§ 19 g WHG) and the obligation to apply the due care necessary according to the circumstances to prevent pollution of the water or any other negative change in its properties when implementing measures which can be connected with effects on a water body (§ 1 a WHG). In water conservation areas it may additionally be necessary, for reasons of precautionary averting of danger, to prohibit certain actions or to declare them only allowable to a restricted extent when bodies of water are to be protected against negative influences in the interest of currently existing or future public water supplies, or when rain-washing or discharge of fertilisers into bodies of water are to be prevented (§ 19 WHG).

In addition, in facility permit procedures for large-scale livestock and poultry management operations, the Federal Emission and Ambient Pollution Control Act (BImSchG) stipulates that these facilities are to be constructed and operated in such a fashion that wastes - which also include slurry, liquid manure and silage effluents - are properly and safely utilised (§ 5 BImSchG). Details of this proper utilisation are governed in the Fertiliser Act (§ 1 a) and in the Fertilisation Ordinance issued on the basis of the Fertiliser Act, which are detailed below.

Regulations under state law

The requirements under federal law are set out in more concrete terms at the level of state law. Thus the obligation contained in § 19 g WHG to construct and maintain facilities for storing and filling liquid manure, slurry and silage effluents in such a manner that bodies of water are protected in the best possible manner against pollution is specified in detail in orders decreed by the states. These orders, which are similar in principle but which differ in detail, are based on the fundamental requirements that facilities must be tight, stable and sufficiently resistant to thermal, mechanical and chemical incidents. Leaks and any spillage of water-hazardous substances must be identified quickly and reliably. The generally recognised rules of the art for the construction of slurry tanks and fermenting silos are contained in the German Standard on "Silage and liquid manure containers" (DIN 11622), which is valid on a federal basis. General requirements made of collecting and filling facilities include:

- pipes must be made of corrosion-resistant material. The return line from the storage tank to the preliminary pit or the pumping station must be equipped with two gate valves for safe shut-off. One of these should be a quick-acting gate valve
- gate valves and pumps must be easily accessible. They are to be arranged over a water-impermeable area
- pits, ducts and channels must be constructed in a fashion impermeable to water
- places at which liquid manure or slurry are filled into containers must be paved in a fashion impermeable to water. Rainwater is to be discharged into the preliminary pit, liquid manure pit or the pumping station of the filling facility
- facilities for storing solid manure are to be equipped with a tight and water-impermeable bottom plate. In order to discharge the liquid manure, the bottom plate is to be contained at the side and be protected against the penetration of surface water from the surrounding terrain
- if it is not possible to discharge the liquid manure into an existing liquid manure or slurry pit, it must be collected separately
- the capacity of the facilities must be adjusted to the requirements of the relevant farm unit and of water conservation. The capacity must be greater than the capacity necessary during the longest period in which application on agricultural land is prohibited, unless it can be proven to the competent administrative authority that the quantity exceeding the stated capacity will be disposed of in an environmentally sound fashion. Proper agricultural use or spreading of the contents must be assured. In the case of open tanks, a minimum freeboard and a safety margin for rainfall must be maintained at each place
- facilities in water conservation areas and medicinal spring conservation areas must be additionally equipped with a leak identification device.

However, there are deviations between the states regarding e.g. the determination of the necessary storage capacity. For instance in the case of slurry channels, consideration ranges from crediting of the complete volume as storage space to complete disregard of the channel volume. Different leak identification systems apply for monitoring tightness. For instance, in some states soil samples, in others ground water examinations are necessary in addition to a visual inspection. These different requirements lead in part to substantial differences in costs for farms, without objective construction-specific justifications for this applying in all cases.

Special regulations in protected water grounds

In areas requiring special protection such as water conservation areas and medicinal spring conservation areas, livestock production is subjected to far-reaching restrictions. Thus on the one hand requirements extending beyond the general state of the art apply for the structural condition of storage tanks. Buried liquid manure reservoirs in water conservation areas without sufficient covering layers are just as inadmissible (Higher Administrative Court Lüneburg, ZfW 93, 117) as buried reservoirs with sealing strips made of plastic (Higher Administrative Court Lüneburg, ZfW 97, 249). In the area covered and the inner protected zone, facilities for storing and filling liquid manure, slurry and silage effluents and for storing solid manure are generally prohibited completely, and in the extended protected zone they are only admissible if equipped with special leak identification devices.

In some rules governing conservation areas, grazing is also forbidden in the inner protected zone and there is a ban on spreading non-hygiene-treated slurry in the inner and extended protected zones.

Since such restrictions on land-use lead to substantial extra economic burdens for the farms affected, in 1987 the legislator included a rule in the Water Resources Management Act (§ 19 Para. 4 WHG) according to which reasonable compensation is to be paid for the economic disadvantages caused by the more stringent requirements. The rule reflects the 'burden-sharing' principle which applies in environmental legislation alongside the 'polluter-must-pay' principle, according to which the rules issued in the interest of the general public for protection of bodies of water may not be solely for the account of an occupational group particularly affected by them. The nature and extent of the obligation to pay compensation vary widely in part in the state water legislation. However, the ban on water-hazardous storing of fertiliser or field silage with fermentation juices, as well as the ban on spreading liquid manure or on nitrogen fertilisation outside the growth period, do not represent higher burdens for farm units which give rise to compulsory compensation, since these bans apply generally and not only in conservation areas. The extra construction costs for slurry and farmyard manure storage resulting on the basis of water conservation orders do not lead to a claim for financial compensation either, since only the direct agricultural use is covered by the obligation to pay compensation under § 19 Para. 4 WHG, but not non-recurrent construction conditions (Federal High Court of Justice, NJW 1998, 2450 ff.).

Fertilisation and waste management law

German law on fertilisation limits the quantities of farm and secondary resource fertilisers which may be spread, on the basis of the nutrient content of fertilisers. When secondary resources are utilised, for instance fermentation residues from agricultural co-fermentation (simultaneous fermentation of farm manures of animal origin with organic wastes), the provisions of the German Organic Waste Ordinance (Bioabfallverordnung, BioAbfV) also come into play in addition to the fertiliser regulations.

The following survey provides an overview of the statutory provisions to be observed in the spreading of solid organic manure and secondary resource fertilisers.

Waste management law

Due to the German Waste Management Act of September 27, 1994 (Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen) a new set of regulations in waste management law and related areas of the law was provided.

Article 1 contains the German Closed-Loop Materials and Waste Management Act (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, KrW-/AbfG), which makes it mandatory to promote the closed-loop management approach, so as to conserve natural resources and ensure the

environmentally sound disposal of waste. The KrW-/AbfG confers delegated powers to issue an array of statutory ordinances (Arts. 7 and 8; sub-statutory regulations 1996, BioAbfV 1998).

Article 4 covers the simultaneously required amendments to the German fertilisers legislation: the 1999 Fertiliser Ordinance (Düngemittel-verordnung), the 1996 Fertilisation Ordinance (Düngeverordnung), and the 1998 Sewage Sludge Compensation Fund Ordinance (Klärschlamm-Entschädigungsfondsverordnung).

Where farm manures are utilised exclusively, the provisions of waste management law only come into play when application is carried out contrary to the provisions of the Fertiliser Ordinance, i.e. not carried out with regard for the appropriateness of the site and the nutrient needs of the crops, but with the primary purpose of disposing of farm manure. Waste management law also has a bearing on the biological treatment and agricultural utilisation of mixtures of farm manures and organic waste, such as arise in the form of process residues from agricultural co-fermentation facilities.

The Ordinance on the Recycling of Organic Wastes on Agricultural, Silvicultural and Horticultural Soils (BioAbfV) regulates the agricultural, silvicultural and horticultural utilisation of organic wastes (including those mixed with farm manures). Annex 1 of the BioAbfV lists the organic waste materials that may be treated in a biogas plant. Furthermore the responsible waste authority may permit additional materials if they are suitable for biological treatment and agricultural utilisation.

The BioAbfV also details the obligatory documentation to be obtained by facility operators (e.g. hygiene clearance, low pollutant content). The quantity of organic waste which may be landspread per hectare within a three-year period is limited and depends on soil heavy metal content. A soil analysis for heavy metals and pH value is to be carried out prior to first spreading. Repeat spreading of organic wastes is prohibited if levels in the soil are found to exceed the limits prescribed in the Ordinance.

Fertiliser law

The Fertiliser Act specifies that fertilisers may only be applied in line with agricultural ‘good practice’ (Art. 1a: gute fachliche Praxis). This entails criteria for fertilisation including adjusting the type, quantity and timing of nutrient applications according to the needs of the crops and the soil, taking account of the nutrients and organic matter available in the soil and the site and cultivation conditions. The nutrient needs of crops are determined by their potential yields in the given site and cultivation conditions and the produce quality standards expected (Art. 1a, para 2).

The permitted fertilisers are regulated in Article 2, under which fertilisers may only be put into circulation if they correspond to a fertiliser type permitted by statutory provision. According to the Ordinance on Good Practice in Fertilisation (Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen – Düngeverordnung) Fertilisers are to be spread at times and in quantities that allow crops to take maximum advantage of the nutrients, and in a way ensuring that in cultivation nutrient losses and associated harmful inputs into water resources are prevented to the greatest possible extent. Nitrogenous fertilisers may only be applied so as to make the nutrients they contain available to plants essentially during the growing season and in quantities corresponding to their needs. Any direct inputs into surface water are to be avoided by maintaining an adequate safety distance, among other measures. Nitrogenous fertilisers may only be spread when the soil is receptive to them. A soil is not receptive when it is waterlogged, frozen solid or has a heavy covering of snow.

To calculate the quantity of nitrogenous fertilisers to be spread, the principles of establishing the fertilisation requirements are to be observed. This entails taking into account:

- the nutrients needed by particular crops to attain their expected yields and quality given the site and cultivation conditions
- the quantities of nutrients available in the soil and additional quantities of nutrients likely to become available to the crops during the growing season
- nutrient fixation.

In the case of farm manures of animal origin, taking account of the other principles of the Ordinance, the average application per holding should not exceed 210 kg total nitrogen per hectare per year on grassland, and 170 kg total nitrogen per hectare on arable land (net values, i.e. after deduction of permitted storage and spreading losses); set-aside land must be excluded for the purposes of calculating the average for the holding. Furthermore farm manures of animal origin which are high in phosphates or potassium may only be spread up to the level of the net phosphate or potassium uptake of the crop, taking into account the expected yield and quality, and only if no harmful impact on water resources is anticipated.

In line with the Ordinance, nitrogen inputs following harvest, in autumn or in early winter, on fallow fields which are not to be cultivated until the spring, are not normally permitted. The Fertiliser Ordinance (Düngemittelverordnung) regulates the licensing and putting into circulation of fertilisers. Where the intention is to put into circulation fermentation residues containing organic wastes (even without charge) these must correspond to a permitted type of secondary resource fertiliser. In this regard, restrictions must be observed pertaining to the permitted feedstock substances for producing secondary resource fertilisers, e.g. in this case no rendered animal fat, food wastes etc. may be included in the fermentation process.

Under the German Soil Protection Act (Bundesbodenschutzgesetz, BBodSchG) agricultural use of the soil must be in accordance with agricultural 'good practice', i.e. soil must be worked and soil structure maintained or improved appropriately given the climate and the site, soil compaction must be avoided (as far as possible) and soil erosion prevented by site-appropriate utilisation.

Animal welfare and animal diseases law

The Animal Welfare Act (Tierschutzgesetz) constitutes the central provision regarding animal welfare in Germany. The Act is based on ethical animal welfare and aims at protecting animals from pain, suffering or harm. The Act applies to all animals, irrespective of their uses, i.e. to productive livestock, to domestic animals as well as to laboratory animals. It regulates the keeping of these animals as well as their use.

Source: [154, Germany, 2001] with reference to:

- Grimm, E., Kypke, J., Martin, I., Krause, K.-H. (1999): German Regulations on Air Pollution Control in Animal Production. In: Regulation of animal production in Europe. KTBL-Arbeitspapier 270, Darmstadt, 234-242
- Schepers, W., Martin, I., Grimm, E. (2000): Bau- und umweltrechtliche Rahmenbedingungen. In: Zukunftsweisende Stallanlagen. KTBL-Schrift 397, 11-33
- Nies, V., Hackeschmidt, A. (1999): Water Conservation Regulations in Germany – Differences between the Federal States and Impacts on Livestock Production. In: Regulation of animal production in Europe. KTBL-Arbeitspapier 270, Darmstadt, 129-132
- KTBL e.V. (Hrsg.): Bau- und umweltrechtliche Rahmenbedingungen der Veredelungsproduktion. KTBL-Arbeitspapier 265, Darmstadt 1998
- Bauförderung Landwirtschaft e.V. (Hrsg.): Hilfestellung bei Genehmigungsverfahren für Tierhaltungen. Baubrief Landwirtschaft 38, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup 1998
- Schwabenbauer, K. (1999): Animal Welfare Provisions and their Practical Application in Germany. In: Regulation of animal production in Europe. KTBL-Arbeitspapier 270, Darmstadt, 90-92
- InfoService Tierproduktion (IST): Network on information about laws and permitting relevant for agricultural building projects – Informationsnetzwerk zu Rechts- und Genehmigungsfragen bei landwirtschaftlichen Bauvorhaben; http://www.ist-netz.de

Greece

Greek legislation for intensive farming is primarily concerned with the protection of water resources. Limited storage in earth "tanks" is allowed if the soil is not porous. The re-use of treated waste waters is allowed (1) for land application only if they have $BOD_5 \leq 1200$ mg/l, and (2) for disposal to carry out surface waters only if they have $BOD_5 \leq 40$ mg/l. Application is allowed in combination with the substitution of chemical fertilisers.

Finland

The Environmental Protection Act (86/2000) and other legislation based on this document came into effect on 1 March 2000. The new Act repealed the Acts on Air Protection and Noise Prevention, Environmental Permit Procedures Act and the decrees based on these as well as on the Decree on Preventive Measures in Water Protection. Various acts, such as the Water, Waste, Adjoining Properties and Health Protection Acts were amended. Water rights courts were closed, and most of their duties were transferred to the environmental permit authority established on 1 March 2000. The harmonisation of the environmental protection legislation lays the foundations for the integrated study of environmental damages.

The environmental permit for livestock stables concerns the keeping of animals in production buildings. Livestock stables comprise the storage of manure produced by the animals as well as processing and storage of feed in connection with the production buildings. Manure spreading and arable farming are not subject to licence. However, the surface area available for manure spreading is taken into consideration in the permit procedure.

At the moment, there are no spatial planning regulations or guidelines concerning odour.

A government decree on preventing the passing of agricultural nitrates into bodies of water applies Council Directive 91/676. It concerns all agricultural activities and imposes requirements for storage time of manure, for manure stores, the time of spreading of fertilisers (i.e. manures) and the amounts allowed [125, Finland, 2001].

Ireland

IPPC legislation under the Environmental Protection Agency Act (1992) introduced a licensing system controlling emissions from pig and poultry installations in an integrated manner.

One of the most generally applied approaches to ensure that odour is not a nuisance is to use a setback approach, which means that units are not allowed within a specified distance of residences or odour sensitive locations. These distances may be measured based on an odour dispersion model. Limit criteria in terms of odour units are set.
[61, EPA, 1997]

The Netherlands

The Netherlands has high densities of pigs and poultry. Much attention is therefore paid to the application of manure and contamination of soil and groundwater, as well as the emission of ammonia and odour. A permitting system as operated under the responsibility of the local governments (municipality) is currently in use. Stricter rules will apply in the coming years. Although standards are applied equally to all farmers, stricter requirements will apply in the south and the east of the country where most of the ammonia-emitting farming is.

The Dutch government has adopted a policy in three stages to reduce the mineral losses to the environment. This programme is now in its third stage. The objective is to achieve an acceptable level of nitrogen and phosphate losses to the environment. One of the tools to achieve this is the

use of a Minerals Accounting System, which allows a better understanding of mineral input and output on a livestock installation [85, Oele, 1999].

Emissions to air from manure application are regulated by the Use of Livestock Manure Decree obliging the use of low-emission application techniques [21, VROM, 1998].

Planning regulations allow manure application only during autumn and winter, which means that requiring sufficient storage capacity is needed. Manure storage built after 1 June 1987 has to be covered.

Ammonia emissions, mainly from housing, are reduced by obligatory use of certain types of housing (Green Label housing units). Under a government inspection scheme, systems can qualify for a Green Label. Farmers with Green Label housing are exempt for a certain period of time from new ammonia reduction measures to encourage them to invest in low-emission housing. Developments in housing techniques and increasing knowledge will head to stricter animal housing requirements.

For regulation of odour emissions and spatial planning, a complicated model is applied that categorises sensitive objects around a farm or a number of farms and identifies their distance from the point of emission. For each farm, a ratio of the number of animals housed and the number of animals allowed (considering legislation and given the local circumstances) is calculated. Per sensitive object The relative individual contributions to the odour nuisance of all farms are aggregated and should not exceed a certain value for each sensitive object. If they do, measures must be taken, including reduction of stocking density [24, VROM/LNV, 1996].

Noise standards for intensive livestock farms are set on an individual basis and laid down in the environmental permit for a farm. The Dutch Environmental Management Act and the Dutch Noise Nuisance Act form the basis for setting of noise standards in the permit. New intensive livestock farms will have to comply with the noise level defined for the area. Use can be made of an instrument called 'zoning' where a number of different agricultural and industrial activities take place in the same area. The noise 'zone' combines the noise emissions of all activities in that area.

Extension of existing farms must take place within the existing limits set in the permit. Any additional noise associated with the extension of farming activities will have to be compensated by reduction measures (e.g. insulation) or relocation of activities.

Portugal

In Portugal, there is no specific legislation for protection of waters caused by nitrates from agricultural origin. In the same way, it was published the "Code of Good Practices for Protection of Water against Pollution by Nitrates of Agricultural Origin". Apart from this "Code" there is specific legislation for the designated NVZs and respective associated Action Programme Rules.

A specific decree sets emission limit values for discharges of waste water to surface water from pig installations, expressed in terms of BOD_5 and TSS. There is no similar decree for poultry installations. The emissions of other substances (e.g. N, P and heavy metals) via waste water are regulated through separate decrees, either for discharges to surface water, or to agricultural soil. The emission of heavy metals to agricultural soil via application of slurries and/or manure are regulated through again another decree

Air emissions are regulated by limiting the emissions of NO_x (as mg $N0_2$), VOC (as mg C), H_2S and dust. Noise is regulated for both sectors in a general way by limiting the immission to 5 dB during day-time and 3 dB during night-time, compared with the background noise. New regulations also uses another criterion, based on maximum noise exposure.

Several decrees lay down rules for the operation of pig farms. The most recent one is Decree Law Nº 163/97 with rules on the registration, authorisation, classification, designation and operation of pig farms. Similar laws exist for poultry farming.

Spain

In Spain, Royal Decree 324/2000, adopts an integrated approach to the sanitary and environmental aspects of pig production. By means of this Royal Decree, minimum sanitary distances from sensitive objects such as other pig units, residential areas, public thoroughfare, etc. are fixed. These distances are linked to the number of LU in the installation. In addition, this is the first Royal Decree that fixes the maximum capacity of pig production units.

United Kingdom

Currently there is no 'permitting' of farms in the UK, although this will change with the implementation of IPPC for large pig and poultry installations. In the Nitrate Vulnerable Zones, farmers must comply with the mandatory Action Programme Rules. There is no national legislation concerning landspreading except in NVZs. Guidelines and information on manure planning for farmers in NVZs has been issued.

On a more general basis, a large number of rules are listed in Codes of Practice, which have been issued to inform the farmer about measures to take to reduce emissions to water and soil. Emissions to surface water can be allowed under a 'discharge consent' with appropriate conditions (volume and emission limit levels) attached. Legislation makes it an offence to knowingly pollute surface or groundwater.

Reduction of emissions to air of odour and dark smoke are described in the Air Code [43, MAFF, 1998]. There are no emission controls on ammonia.

There are regulations dealing with planning consents. Planning permission is required for new or extended livestock buildings and slurry or manure storage facilities within 400 metres of any protected building such as houses and schools etc.

7.4 Examples of emission limit values and manure spreading limits in Member States

The following tables show the estimated average emission values and the tolerated spreading limits applied to pig and poultry farms in the environmental permits of Belgium.

Type of crop	P_2O_5	Total N	N from animal and other manure	N from chemical fertiliser
Grassland	130	500	250	350
Maize	100	275	250	150
Crop with low N demand	100	125	125	100
Other crops	100	275	200	200

Table 7.2: Maximum tolerated limits to organic N- and P_2O_5 application (kg/ha) by landspreading of manure in Flanders from 1-1-2003
[8, Technologisch Instituut, 1999]

Type of crop	P_2O_5	Total N	N from animal and other manure	N from chemical fertiliser
Grassland	100	350	170	250
Maize	100	275	170	150
Crop with low N demand	80	125	125	70
Other crops	100	275	170	170

Table 7.3: Maximum tolerated limits to organic N and P_2O_5 application (kg/ha) by landspreading of manure in Flanders in sensitive zones concerning water
[8, Technologisch Instituut, 1999]

Parameter	Emission limit value (mg/Nm^3) [1)]
Emission of dust particles from grinding, drying or cooling of mineral manure (dry gas)	75
Emission in flue gas of on-farm incineration installations	NH_3 50 H_2S 5 NO_x 200
1) mg/Nm^3 with 0°C, pressure 101.3 kPa	

Table 7.4: Examples of emission limit values for certain on-farm activities
[39, Vito, 1999]

7.5 Example of protocol for monitoring of ammonia emissions from housing systems

In Europe, data on the consumption and emissions of intensive livestock farms are collected in different ways. It is not always clear under what circumstances data have been collected; where many factors account for the variation in the observed levels.

In the Netherlands, a protocol has been developed to measure emissions of NH_3 from housing systems for all production species to allow comparison of the emissions of alternative housing techniques. The protocol standardises the factors thought to be relevant for emission variation, such as indoor climate, feed and occupancy rate [63, Commissie van Deskundigen, 1999].

For poultry and pig housing, several factors have been summarised in Table 7.5 and Table 7.6.

Factor	Layers	Broilers	Turkeys [1)]	Ducks	Guinea fowl
Housing (cm^2)	450 – 600	20/m^2	2000 – 2500	6 – 8/m^2	20/m^2
Minimum indoor temp. (ºC)	20 – 25	35 – 20	26 – 15	34 – 12	35 – 20
Feed	see text	see text	see text	see text	See text
Production (kg)	see text	1.825 in 43 days	18 in 20 wk (m.) 9 in 16 wk (f.)	2.95 in 47 days	1.5 in in 43 days
Health (loss %)	<5	<10	<10	<5	<10
Minimum number per unit	750	1000	250	400	1000
Measuring periods	2	2	2	2	2
Correction factor	61/63	6/8	21/23	47/56	6/8
1) (m) = male; (f) = female					

Table 7.5: Examples of factors to include in the measurement of emissions from poultry housing [63, Commissie van Deskundigen, 1999]

The indoor temperature is very important and is lowered with increasing weight. With the exception of layers, the temperature is maintained at a constant level, the temperatures mentioned in the table are the maximum to the minimum temperatures for a production period.

With respect to feed it is important to consider the nutrients (raw proteins), the cation/anion-balance and the effects on the emissions of urea, and to exclude feed additives that may affect the pH of urine. Water is given ad lib, except for layers, where water can be rationed.

To assess the emission levels, a comparable growth rate is important: hence the given estimated end weight and the associated growing periods. For layers, egg production and egg quality must be recorded to enable adjustment if needed.

There should be two periods of measuring, with one period in summer when emission levels are potentially at their highest. In the calculation the emissions have to be adjusted for periods of empty housing between two production periods, also called occupancy rate, which for layers is about 3 % and for broilers can be up to 25 % of the time. The average measured emission over two periods per animal per day multiplied by the correction factor and 365 gives the emission per animal place per year.

For pigs a similar protocol can be applied. The factors and their values are summarised in Table 7.6.

Factor	Mating/ gestating sows	Farrowing sows	Weaners	Finishers
Housing (m^2)	2.25	4.0	0.4	variable
Indoor climate (ºC)	15	see text	see text	see text
Feed	see text	see text	see text	see text
Production (kg)	n.a.	n.a.	8 – 11 to 23 – 27 (350 g/day)	23 – 27 to 80 – 90 (700 g/day)
Health (loss %)	n.a.	n.a.	<5	<5
Minimum number in group	20	6	30	50
Measuring periods	2	2	2	
Correction factor	100/105	100/110	100/110	110/110
n.a. not applicable				

Table 7.6: Example of factors to include in the measurement of emissions from pig housing

The slatted surface area per finisher is not constant but increases with increasing weight. Each minimum surface requirement is associated with a minimum surface requirement for the unslatted part. The surface requirements increase from 0.4 m^2 (0.12 unslatted) at 30 kg to 1.3 m^2 (0.40 unslatted) for animals above 110 kg.

The indoor temperature should be kept at a minimum which varies with age and production stage. The higher the weight the lower the temperature. The minimum temperature of the thermo-neutral zone is applied, except for finishers, where the minimum temperature is at maximum 2 ºC lower than the minimum temperature of the thermo-neutral zone.

With respect to feed it is important to consider the nutrients (raw proteins), cation/anion-balance and the effects on the emissions of urea, and to exclude feed additives that may affect the pH of urine.

For finishers it must be noted that average growth per day and the finisher weight apply to the most common finishing practice in the EU. If finishers are grown to 160 kg of live weight before slaughter, the average daily growth will be different and may affect the emission level.

For finishers, there should be two measuring periods also with one period in summer at the moment of potentially elevated emission levels.

In the calculation the emissions have to be compensated for periods of empty housing between two production periods. Except for weaners this is assumed to be 10 % of the total production time. The average measured emission over two periods per animal per day, multiplied by the correction factor and 365 gives the emission per animal place per year.

7.6 Example of calculation of costs associated with the application of emission reduction techniques

The scope of this annex is limited to describing an approach that can be used for calculating the cost of individual techniques proposed under the framework of the IPPC Directive. The approach described relates to the 'unit' cost of techniques; it has also been adopted by UNECE for part of the process of calculating the compliance costs of reducing ammonia emissions from livestock production

This annex further implies that for this approach to be adopted, all techniques to be considered in the determination of BAT should be presented with the required technical and financial data as listed in the tables. As regards the cost data that are needed for assessment of BAT in a general sense, this annex can therefore be considered a proposal for a future updating of this BREF.

This annex is largely based on work done by DEFRA, UK, in turn based on work by an expert-group within the TWG on cost assessment and BAT [161, MAFF, 2000] [216, UK, 2002]

Methodology

This section comprises the following topic areas:

- overview
- type of measure
- calculation of 'unit' costs.

Overview

The calculation of unit cost requires a clear understanding of:

- the proposed technique to be introduced to reduce emissions
- the whole range of systems of production and management that are found on relevant farms
- the impact that the introduction of the technique will have on farm production and management systems in both physical and financial terms as well as in terms of costs and benefits.

the calculation will result in an annual cost, which may comprise an allowance for capital expenditure amortised over the life of the investment.

Once calculated, these costs can be used in:

- the calculation of the cost of individual, or a combination of, techniques per kilogram of pollutant abated
- the determination of general BAT
- the relationship between the costs of BAT implementation and the economic viability or profitability of the intensive livestock industry
- the cost to the industry of compliance.

Categories of technique

Techniques applicable to the intensive livestock sector may be categorised as follows:

- feed
- housing
- manure storage
- treatment of manure
- application of manure to land.

(Note: 'Manure' may be liquid slurry or solid manure)

A technique should be identified under one of the above categories, and according to livestock category affected; for example, laying hens or breeding pigs. The categories are subsequently used to identify how 'unit' costs should be calculated.

Calculation of Unit Costs

Unit costs are the annual increase in costs that a typical farmer will bear as a result of introducing a technique. The general approach to the calculation of unit costs is as follows:

- define the physical and husbandry changes resulting from implementation of the abatement technique based on a thorough understanding of current farming systems
- for each technique identify those areas where cost or performance changes will be associated with the introduction of that technique
- in all cases, only those costs directly associated with the technique should be considered
- additional costs associated with any technical enhancements should be ignored.

The category that techniques fall into will determine the physical units that are used to define the population or quantities of manure, and form the basis of subsequent calculations. The relationship can be seen in the following table.

Category	'Units'	Details
Feed	per head	Per head of livestock
Housing	places	Building capacity
Manure storage, treatment and land application	m^3 or tonnes	Liquid slurry (including dilution) and solid manure (including bedding)

Table 7.7: 'Units' used for assessing costs

Unit costs should be calculated according to the general approach described below:

- current costs should be used for all calculations
- capital expenditure, after deducting any grants, should be annualised over the economic life of the investment
- annual running costs should be added to the annualised cost of capital
- changes in performance have a cost and should be taken into account as part of the annual costs
- this total sum is divided by the annual throughput to determine the 'unit cost'. The throughput should be described using the 'units' shown in Table 7.7.

The approach is detailed in the following sections.

Capital Costs

Capital expenditure needs to be assessed under the headings shown in Table 7.8.

Primary consideration	Notes
Capital for fixed equipment [1)] or machinery [2)].	Use national costs. If these are unavailable use international costs including delivery cost and convert the cost to national currency at the appropriate rate
Labour cost of installation.	Use contract charges if these are normal. If farm staff are normally used to install the conversion, employed staff should be costed at typical hourly rates. Farmers' input should be charged at the opportunity cost.
Grants	Subtract the value of capital grants available to farmers.
Note 1): Fixed equipment includes buildings, conversions of buildings, feed storage bins, or manure storage. *Note 2): Machinery includes feed distribution augers, field equipment for manure application or equipment for manure treatment.*	

Table 7.8: Capital expenditure considerations

Annual Costs

The annual cost associated with the introduction of a technique needs to be assessed in the following steps.

Step	Consideration	Notes
A	Annualised cost of capital should be calculated over the life of the investment.	Use standard formula. The term will depend on the economic life. Conversions need to take account of remaining life of original facility. See Appendix 1.
B	Repairs associated with the investment should be calculated.	See Appendix 2.
C	Changes in labour costs.	Additional hours 5 cost per hour.
D	Fuel and energy costs.	Additional power requirements may need to be taken into account. See Appendix 2.
E	Changes in livestock performance.	Changes in diets or housing can affect performance, with cost implications. See Appendix 3.
F	Cost savings and production benefits.	In certain cases the introduction of techniques will result in the saving of costs for the farmer. These should be taken into account only when they are the direct result of the measure. The avoidance of fines for pollution should be excluded from any costed benefits for these purposes.

Table 7.9: Annual cost considerations

Worked examples in the UK

Liquid manure application by soil injection

Basis for the costs:

1. the costs are based on the purchase of an injector attachment for fitting to either the slurry tanker or the tractor. The capital cost of such equipment is EUR 10000
2. additional tractor power of about 35 kW is needed compared to surface application
3. work rates of about 14 m^3 per hour may be achieved compared to 17 m^3 (2½ loads per hour of 7 m^3) per hour using a tanker and splash plate system. This is based on a 6 minute discharge for a splash plate operation being extended to 12 minutes when injecting
4. annual throughput 2000 m^3
5. capital cost amortised over 5 years at 8.5 %
6. emission reduction: e.g. reduction of ammonia emission expressed in mg NH_3/Nm^3.

Step	Consideration	Calculation	Total (EUR/yr)
		Use formula given at Appendix 1 and shown below.	
A	Annual Cost of Capital	C 5 (r(1+r)^n) / ((1+r)^n – 1) C = EUR 10000 r = 8.5 % inserted into formula as 0.085 n = 5 years EUR 10000 5 (0.085(1+0.085)^5) / ((1+0.085)^5 – 1)	**2540**
B	Repairs	At 5 % of capital cost of injector (EUR 10000).	**500**
C	Changes in labour costs	Slower application rates (2000m^3 ÷ 14 m^3/hr less 2000m^3 ÷ 17 m^3/hr) = 25 hours times EUR 12 per hour	**300**
D	Fuel and energy costs.	Additional tractor costs - 35 kW for 2000m^3 ÷ 14 m^3/hr = 143 hrs at 10 litres per hour at EUR 0.35 per litre	**500**
E	Changes in livestock performance.	Not applicable	**0**
F	Cost savings and production benefits.	Not included, although there may be better use of manure nitrogen	**0**
	Total extra annual costs		**3840**
	Total extra cost per m^3 based on an annual throughput of 2000 m^3		**1.92**

Table 7.10: Additional costs incurred with liquid manure application by soil injection in the UK

Solid manure incorporation by ploughing (example calculation without capital expenditure)

Basis for the costs:

1. contractors will need to be used to incorporate solid manure in many situations, as employed labour and machinery will be fully utilised on other tasks
2. the method of incorporation will normally be by ploughing
3. there will be a marginal cost saving, as this operation (ploughing) will not need to be carried out by farm staff at a later time
4. manure spread up to the equivalent of 250 kg total N per hectare per year.

Step	Consideration	Calculation	Total (EUR/ha)
A	Annual cost of capital	Not applicable	**0**
B	Repairs	Not applicable	**0**
C	Changes in labour costs	Employment of a contractor to carry out ploughing	**65**
D	Fuel and energy costs.	Not applicable (included in contractor charge)	**0**
E	Changes in livestock performance.	Not applicable	**0**
F	Cost savings and production benefits.	Savings in farmer's own marginal machinery costs	**10**
	Total extra annual costs		**55**
	Extra cost per tonne of manure:		**EUR/tonne**
	Pig manure applied at 36 tonnes/ha		**1.53**
	Laying hen litter applied at 16.5 tonnes/ha		**3.33**
	Broiler litter applied at 8.5 tonnes/ha		**6.47**

Table 7.11: Additional costs incurred in solid manure incorporation by ploughing in the UK

Calculations with changes to a building: 1. air ducts in deep pit poultry housing

Basis for the costs:

1. simple polythene pipe air ducts are installed in the pit under the manure and fan ventilated. The capital cost is EUR 0.32 per bird place
2. such systems have additional running costs of EUR 0.16 per bird place per year (electricity and repairs)
3. the capital costs of the system are amortised over 10 years at 8.5 %.

Step	Consideration	Calculation	Total EUR/bird place
A	Annual cost of capital	Cost of pipes and fan	**0.05**
B	Repairs	Additional repair cost	**0.08**
C	Changes in labour costs	Not applicable	**0**
D	Fuel and energy costs.	Additional electricity costs	**0.08**
E	Changes in livestock performance.	Not applicable	**0**
F	Cost savings and production benefits.	Not applicable	**0**
	Total extra annual costs per bird place		**0.21**

Table 7.12: Additional costs incurred with changes of a building in the UK

Calculations for changes to a building: 2. Metal grid replacement floors in pig buildings

Basis for the costs:

1. capital cost of replacement slats EUR 78 per m^2 *(Tri-bar)* plus EUR 16 installation
2. installation is uncomplicated
3. the cost of capital is amortised over 10 years at 8.5 %. This allows for fitting the slats in existing accommodation, which has a part-expired life
4. cost per pig place is based on a total allowance of 0.63 m^2 per pig place, see below. Of this area normally 25 % or 0.156 m^2 per pig place is slatted in part-slatted accommodation
5. repair costs are considered to be similar to other types of floor.

Step	Consideration	Calculation	Total EUR/pig place
A	Annual cost of capital	Capital cost of EUR 94/m^2 for 0.156 m^2 amortised over 10 years at 8.5 %	**2.23**
B	Repairs	No extra costs	**0**
C	Changes in labour costs	Not applicable	**0**
D	Fuel and energy costs.	Not applicable	**0**
E	Changes in livestock performance.	Not applicable	**0**
F	Cost savings and production benefits.	Not applicable	**0**
	Total extra annual costs per pig place		**2.23**
Notes:	*Data provided by Kirncroft Engineering (U.K.).*		

Table 7.13: Additional costs incurred with metal grid floor replacement in the UK

	Space requirement (m^2)	Weighted average (m^2)
30 – 50 kg	0.4	0.132
50 – 90 kg	0.65	0.436
Subtotal		0.568
Allowance for 90 % occupancy		0.057
Total space requirement		0.057
Data provided by ADAS (U.K.)		

Table 7.14: Finishing pig space requirement in the UK

Useful reporting of cost data

A number of issues and presentational factors make assimilation of cost data easier for the reader and could support future assessment.

Any report on costs should contain sufficient information to enable the uninformed reader to follow the logic and calculations. A mixture of explanatory narrative and tables allows the reader to follow the thought processes of the author(s).

In all cases, the sources of data should be identified. Where professional judgement has been used to derive certain figures or assumptions, this should be acknowledged.

It is suggested that a report should contain the following sections and format:

- Introduction
- Summary — *Text and tables showing unit cost of techniques*
- Cost of technique — *Text and tabular presentation for each technique showing the basis and calculation of the unit cost, drawing on supplementary data contained in appendices*

Appendices

Appendix 1: Calculation of annual charge for capital

Capital expenditure on abatement techniques should be converted to an annual charge. Capital may be for buildings, fixed equipment or machinery. It is important to include only the additional or marginal capital associated with the abatement techniques.

Amortisation should be used to calculate the annual cost of capital. When using this method, an additional allowance for depreciation of the asset should **not** be included in the calculation. Factors derived from appropriate tables can be applied to the capital invested or the standard formula, shown below, can be used.

Formula:

The formula for calculating the annual charge is:

$$C\,5 \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Where: C = capital investment
r = rate of interest expressed as a decimal of 1. For example an interest rate of 6 % is entered in the equation as 0.06.
n = term in years

Rate of interest:

The rate of interest that is applied should reflect that commonly paid by farmers and will vary by country and by investment term. For guidance, the UK calculations are based on finance available to farmers through the Agricultural Mortgage Corporation (AMC). Their interest rates, as at September 2000, for fixed interest loans are quoted below.

Term in years	Fixed interest rates (%)	Annual charge[1)] EUR per EUR 1000 of capital
5	8.5	254
10	8.5	152
20	8.25	104

Source: AMC. September 2000
1) Based on amortisation formula shown above including interest and capital.

Table 7.15: Interest on agricultural mortgage in the UK

Term:

The term will depend on the type of investment and whether it is a new facility or a conversion.

In the case of new facilities the following economic lives are given as a guide. In particular circumstances it may be necessary to vary these figures.

Type of investment	Economic life in years
Buildings	20
Fixed equipment	10
Machinery	5

Table 7.16: Economic life of facilities

In the case of conversions it is necessary to annualise the capital cost over the remaining life of the original facility.

In many cases the facility may have a productive life in excess of the economic life, though it is the economic life that must be used in these calculations.

Appendix 2: Repair and fuel costs

Repairs:

Repair costs associated with any investment will vary greatly. The type of investment, original build quality, operating conditions, age in relation to design life and amount of use all play their part in influencing costs.

The following figures can be used for guidance:

Type of investment	Annual repair costs as a percentage of new cost
Buildings	0.5 – 2
Fixed Equipment	1 – 3
Tractors	5 – 8
Manure and slurry spreaders	3 – 6

Table 7.17: Repair costs as a percentage of new costs

Fuel:

The following general formulae can be used to calculate fuel costs:

Electricity:

Fuel cost = kWh 5 Hours of use 5 Fuel price

Tractor Fuel:

Fuel cost = kWh 5 Fuel consumption per kWh 5 Hours of use 5 Fuel price

Appendix 3: Unit costs – Some detailed considerations

The following detailed factors should be considered in relation to each technique:

Feed:

Changes to diets can be applied to many classes of livestock to reduce ammonia emissions. The following implications need consideration in each case.

Capital costs	Annual costs to consider
Additional feeding systems	Annual charges, repairs and power inputs.
	Changes to carcase value.
	Relative costs of diets.
	Changes to livestock performance and feed consumption.
	Changes in excreta output.
	Changes in labour requirements.

Table 7.18: Annual costs to consider in capital costs of feeding systems

Housing:

For those techniques requiring capital expenditure by farmers, it is necessary to consider the elements in the following table:

Capital costs	Annual costs to consider
Changes to housing systems	Annual charges, repairs and power inputs.
	Changes in house capacity.
	Changes in labour requirements.
	Changes in bedding requirements
	Changes to livestock performance and feed consumption.
	Changes in excreta storage capacity in the building.
Note: *Capital costs may refer to either the modification of existing facilities or the* ***additional*** *costs of replacement facilities. The choice will depend on building condition and suitability for conversion, normally related to age and remaining economic life. Only the additional costs of providing those facilities that relate to the facilities' pollution abatement capabilities should be included.*	

Table 7.19: Annual costs to consider in capital costs of housing systems

Manure storage:

For those techniques requiring capital expenditure by farmers, it is necessary to consider the elements in the following table.

Capital costs	Annual costs to consider
Additional storage	Annual charge, repair costs.
Permanent covers	Annual charge, repair costs.
	Cost of temporary covers on an annual basis
All covers	Changes in labour requirements.
	Reductions in rainwater dilution.

Table 7.20: Annual costs to consider in capital costs of manure storage systems

Application of manure to land:

Capital costs	Annual costs to consider
Low emission spreaders (compared to splash plate spreaders)	Annual charge, repair costs.
	Changes in tractor power requirement
	Changes in work rates
	Changes in labour requirements.

Table 7.21: Annual costs to consider in capital costs of manure storage systems

7.7 Procedure for BAT-assessment of techniques applied on intensive poultry and pig farms

The assessment procedure described in this annex has been developed by a subgroup of the TWG on Intensive Livestock Farming. The primary objective of this annex is to promote a better understanding of the evaluation behind the BAT proposed in Chapter 5.

Each assessment depends on the quantity and quality of the information available. A solution must be developed for comparing techniqueswhere the information is poor or difficult to assess. This will need to cover validation and comparison of the different characteristics of potential reduction techniques.

This BREF document presents, the conclusions of an exchange of information on environmental techniques in the intensive rearing of pigs and poultry. It can be regarded as the first inventory of the available data. Although a large amount of data is available, the information needed to support the decision-making process can still be improved in terms of both the quality and quantity of data.

To allow the assessment to be made in a transparent way, all these data should be presented in a specific format and (even more importantly) should have a high degree of comparability. Therefore, the data should be made available with a clear explanation on how they have been collected, measured and analysed and under what circumstances. Ideally, they should have been collected according to the same protocol and presented with the same level of detail. Comparing sets of data collected in this way promotes an easy understanding of any differences, such as large variations in performance levels, that can be expected in the intensive livestock sectors. These variations may be caused by differences between farming practices and/or by specific regional or local conditions.

Chapter 4 aims to present this kind of information as far as possible for each activity or group of techniques. Where such information is limited or not available expert judgement will play an important role.

The assessment and selection of BAT

Techniques are considered on an individual basis by assessing their emission reduction potential, operability, applicability, the animal welfare, and their associated costs, all in comparison to a reference technique. The approach carried out for the applied assessment consists of the following steps:

1. create an assessment matrix of all the relevant factors for each **group of techniques**
2. identify the reference technique for each **group of techniques**
3. identify the key environmental issues for each **group of techniques**
4. give a qualitative rating (-2, -1, 0, 1 2) for **each technique**, where quantitative data are not available
5. rank **techniques** by their environmental performance in terms of the reduction of, for example, ammonia emissions
6. assess the technical applicability, the operability and the animal welfare aspects of **each technique**
7. assess the environmental cross-media effects caused by **each technique**
8. assess the costs (CAPEX and OPEX)of applying **each technique** in new build and in retrofit situations
9. discuss the qualifications -2 and -1 to see if it is possibly a conditional BAT or to decide that it is a knock-out criterion, for example a technique with -2 on animal welfare can never be BAT
10. identify (conditional) BAT and decide if it is BAT for new and/or for retrofit situations.

Table 7.22 on the next page shows the assessment matrix used to assess housing techniques as used by the TWG in the discussion on BAT for housing systems.

POSSIBLE ECM's	Emission reduction potential (%)	Operability	Applicability	Animal Welfare	N_2O, CH_4 emission	Odours emission	PM10	Energy cons.	Water cons.	Noise	CAPEX (new)	CAPEX (retrofit)	OPEX (Ops & Main & Investment) new	OPEX (Ops & Main & Investment) retrofit
	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	O
Housing with confined movement (2.3.1.2.1)														
FSF/crates and board on a slope (4.6.2.1)	30 %													
FSF/crates, water + manure channel (4.6.2.2)	50 %													
FSF/crates, flush + manure gutters (4.6.2.3)	60 %													
FSF/crates, manure pan (4.6.2.4)	65 %													
FSF/crates, surface cooling fins (4.6.2.5)	70 %													
Partial slatted floors (PSF) + crates (4.6.2.6)	30 %													
PSF/crates and manure scraper (4.6.2.7)	35 %													

Scoring definitions

scores range: -2 ; -1; 0 ; 1 ; 2

a 0 score means equal to reference
a 2 score on emission reduction potential indicates the highest reduction potential
a 2 score on operability means easiest to operate
a 0 score on applicability indicates that the technique is as often used as the reference
a 2 score on animal welfare indicates the highest welfare standard
a 2 score on cross-media indicates no cross-media effects

a 2 score on all CAPEX/OPEX columns indicates lowest costs

Table 7.22: Assessment matrix

In an intermediate meeting with the TWG, the following groups of techniques were assessed using the matrix shown in Table 7.22:

- cage housing of laying hens
- non-cage housing of laying hens
- housing of broilers
- housing techniques for mating and gestating sows
- housing techniques for farrowing sows
- housing techniques for weaned piglets
- housing techniques for growers/finishers
- end-of-pipe techniques, air emissions from poultry and pigs housing.

It was concluded in this meeting that the assessment matrix could be a very useful tool in the discussion on BAT. However the meeting also concluded that a completed assessment matrix should not act as a stand-alone instrument and always has to be seen in the context of the meeting that carried out the assessment. The reason for this is that the argument for a certain qualification cannot be found in the matrix, and the exact reasoning behind a qualification is a very important factor in the decision on BAT, especially with regards to transparency of the assessment process.

Other groups of techniques such as, landspreading and storage were – of course – also assessed by the TWG, but not using this tool because of a lack of time.

Evaluation of emission reduction potential
The emphasis of the assessment and the selection of BAT is on their ammonia emission reduction potential compared to the associated ammonia emission of the reference technique.

The ammonia emission reduction potential of the techniques presented in Chapter 4 are given in units expressed as an absolute emission range and as relative reductions (% against a reference technique). Working with livestock and a large variation in feed formulation, the absolute ammonia emissions from manure, or from housing, etc. will cover a very wide range and make interpretation of absolute levels difficult. Therefore, the use of ammonia-reduction levels expressed in percentages has been preferred, particularly for animal housing, manure storage and manure application to land.

Assessment of technical applicability, operability and animal welfare
The applicability of a technique is whether and how often it is used compared to the reference technique. The operability of a technique is affected by factors such as the complexity of a construction and the creation of extra labour. The effects on the welfare of animal are also assessed, again in comparison to the reference technique. As far as possible, these factors have been described in Chapter 4.

Assessment of cross-media effects
The cross-media effects assessed in housing techniques include factors such as N_2O and CH_4 emissions, odour emissions, dust, energy consumption, water consumption and noise.

Assessment of costs
The costs of techniques were not always been reported and, where cost indications were given, factors on which these calculations were based were often not clarified. The number of applications and the number of Member States from which applications are reported then take on more significance in the evaluation.

The costs on housing techniques reported in Chapter 4 are expressed as the extra costs compared to the reference technique. These data are used in the assessment and where these figures were not available, experts from the TWG gave a qualification. The fact that costs are expressed in comparison to the reference housing system presents problems in the assessment in retrofit situations. This is because retrofitting is not only applied on the reference system, but

also on other existing housing systems. The costs for retrofitting depend very much on the existing housing system and to compare the extra costs only with the reference system is not realistic in all situations.

Some techniques may incur no extra costs compared to the currently applied reference technique. Obviously, there should be no financial argument not to apply these techniques, but there may be other reasons why such techniques may not be BAT. Where techniques have extra costs, a cost level was identified beyond which it would not be reasonable to expect their application by the sector.

It was very difficult to identify such a standard at a European level, against which the real costs of a technique could be compared. Often, there are other rationale behind the decision-making at the farm level. Also, local, regional or national (financial) incentives may encourage farmers to change their practices. Cost data for applying a reduction technique (as presented in Chapter 4) are often for a specific situation. However, for almost all the techniques that were assessed the meeting was able to agree the qualification of the costs and able to identy the cost level beyond which application by the sector was not considered to be reasonable.