

Forschungsbericht 360 05 016
UBA-FB 000059



Haltbarkeit von pflanzlichen Verbreitungseinheiten nach Magen-Darm-Passage

von

Prof. Dr. Klaus Männer

Freie Universität Berlin
Fachbereich Veterinärmedizin
Institut für Tiernahrung

im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei
Vorauszahlung von DM 15,-- (7,67 Euro)
durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in dem Bericht geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet IV 2.5
Dr. Claudia Golz

Berlin, Juli 2000

Gutachten
Z 1.6 - 97802/11
FKZ 360 05 016

**Haltbarkeit von pflanzlichen Verbreitungseinheiten nach
Magen-Darm-Passage**

Prof. Dr. Klaus Männer

Freie Universität Berlin
Fachbereich Veterinärmedizin
Institut für Tierernährung
Brümmerstraße 34
14195 Berlin

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Botanische und pflanzenbauliche Aspekte der relevanten Kulturpflanzen unter Einbeziehung der Nährstoffzusammensetzung und Verdaulichkeit der Verbreitungseinheiten	4
2. 1 Kartoffel (<i>Solanum tuberosum</i>)	4
2. 2 Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	8
2. 3 Getreide	10
2.3.1 Weizen (<i>Triticum aestivum</i>)	11
2.3.2 Gerste (<i>Hordeum vulgare</i>)	14
2.3.3 Roggen (<i>Secale cereale</i>)	16
2.3.4 Hafer (<i>Avena sativa</i>)	18
2.3.5 Triticale	21
2.3.6 Mais (<i>Zea mays</i>)	22
2. 4 Raps (<i>Brassica napus</i>) und Rübsen (<i>Brassica campestris</i>)	26
2. 5 Kohlgemüse (<i>Brassica oleracea</i>)	28
2. 6 Senf (<i>Sinapis alba</i> und <i>Brassica juncea</i>)	32
2. 7 Rettich/Radies (<i>Raphanus sativus</i>)	34
2. 8 Lein (<i>Linum usitatissimum</i>)	36
2. 9 Luzerne (<i>Medicago</i> ssp.)	38
2.10 Chicorée (<i>Cichorium intybus</i>)	40
2.11 Beta-Rüben (<i>Beta vulgaris</i>)	42
2.12 Körnerleguminosen (<i>Vicia</i> , <i>Phaseolus</i> , <i>Pisum</i>)	44
2.12.1 Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>)	44
2.12.2 Phaseolusbohne (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	45
2.12.3 Erbse (<i>Pisum sativum</i>)	47
2.13 Weinrebe (<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>)	50
2.14 Bäume	55
2.15 Wald	55
3. Verdauungsphysiologie der für die Verbreitung relevanten freilebenden Tierarten	59
4. Quantitative Schätzung der relevanten freilebenden Tierarten	66
5. Futteraufnahmekapazität	69
6. Futteraufnahmespektrum	71
6. 1 Rehwild	71
6. 2 Rot-, Dam- und Muffel-, Gamswild	73
6. 3 Hase	74
6. 4 Mäuse	75
6. 5 Schwarzwild	76
6. 6 Dachs	76
6. 7 Wildgeflügel	76
7. Samen- und Fruchtausbreitung	78

8.	Ausscheidung von intakten Verbreitungseinheiten	79
8. 1	Kartoffel	80
8. 2	Tomate	81
8. 3	Getreide	82
8. 4	Raps	85
8. 5	Kohlgemüse	86
8. 6	Senf	87
8. 7	Rettich/Radies	88
8. 8	Lein	88
8. 9	Luzerne	89
8.10	Chicorée	90
8.11	Beta-Rüben	90
8.12	Ackerbohne	91
8.13	Phaseolusbohne	92
8.14	Erbsen	93
8.15	Weinrebe	93
8.16	Obstsamen	93
8.17	Waldfrüchte	94
9.	Maßnahmen zur Verminderung des Verbreitungsrisikos	95
10.	Vorschläge zu künftigen Forschungstätigkeiten	97
11.	Zusammenfassung	98
12.	Summary	98
13.	Literaturverzeichnis	108

1. Einleitung

Die zu bearbeitende Thematik tangiert unterschiedliche Fachdisziplinen, wie z. B. Botanik, Zoologie und Forstwissenschaften, die jedoch aufgrund ihrer Komplexität für die zu bearbeitende Fragestellung nur übergreifend Verwendung finden können. Entsprechend finden die einzelnen Fachgebiete nur in soweit Berücksichtigung, wie sie für die Bearbeitung vom Verfasser als relevant angesehen werden. Systematisch angelegte Untersuchungen zur Abschätzung des Risikos der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten durch freilebende Tierarten nach der Magen-Darm-Passage liegen nach der mir zugänglichen Literatur bisher nicht vor. Ursächlich hierfür dürfte die Vielschichtigkeit und damit die fachübergreifend anzusetzende Untersuchungsmethodik anzusehen sein. Andererseits erfordern auch die enormen Fortschritte der Gentechnologie zur Abwendung möglicher Risiken durch unkontrollierte Verbreitung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen eine gesicherte Aussage über diesen Problembereich. Fachspezifisch liegen hierüber Arbeiten vor. Aufgrund der standardisierten Versuchsmethodik können die Ergebnisse über die Keimfähigkeit von Samen nur bedingt für die vorliegende Fragestellung herangezogen werden, da die, die Keimfähigkeit beeinflussenden Faktoren im Magen-Darm-Trakt und die hohe Variabilität der standortbedingten Keimungsverhältnisse nach Ausscheidung der Verbreitungseinheiten eine gesicherte Aussage nicht zulassen. Entsprechend kann hier nur das potentielle Risiko quantitativ aufgezeigt werden. Als Grundlage dieser Abschätzung dienen zunächst die wesentlichen pflanzenbaulichen Aspekte und die Zusammenfassung der Anbauflächen und Erntemengen der hier zu berücksichtigenden Kulturpflanzen unter Einbeziehung der chemischen Zusammensetzung und der bisher vorliegenden Verdaulichkeitswerte über die pflanzenspezifischen Verbreitungseinheiten. Dieser Darstellung schließen sich die für die Verbreitung von Verbreitungseinheiten relevanten Tierarten an. Zur Beurteilung der Resistenz der Verbreitungseinheiten werden dann zunächst die wesentlichen verdauungsphysiologischen Aspekte und anschließend die Futteraufnahmekapazität und das Futteraufnahmespektrum dokumentiert. Auf der Grundlage dieser Daten wird die potentielle Ausscheidungskapazität intakter Verbreitungseinheiten für die einzelnen Tierarten regional-spezifisch je Tier und Tag abgeleitet. Diese Werte können jedoch nur als Schätzgröße angesehen werden. Abschließend sollen auf der Grundlage der vorgelegten Studie Möglichkeiten zur Verminderung des Risikos der Verbreitung von Samen durch freilebende Tierarten aufgezeigt und Hinweise für weiterführende Untersuchungen erarbeitet werden.

2. Botanische und pflanzenbauliche Aspekte der relevanten Kulturpflanzen unter Einbeziehung der Nährstoffzusammensetzung und Verdaulichkeit der Verbreitungseinheiten

Dieses Kapitel basiert auf den jeweiligen fachspezifischen Standardwerken (Zundel, 1990; Diepenbrock et al., 1999; Anonymus, 1988; DJV, 1999; Jeroch et al. 1993; 1999; Bergner und Hoffmann, 1996; Scheunert und Trautmann, 1987; Kirchgeßner, 1997; Blaxter, 1989) unter Einbeziehung der verfügbaren landesspezifischen Daten, die vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt worden sind (Reihe 3 1998; 1997; Reihe 3.1.3, 3.17 1996; Reihe 3.1.7, 3.1.8 1995).

2.1 Kartoffel (*Solanum tuberosum*)

Für den Kartoffelanbau steht ein ausreichend nematodenresistentes Sortenspektrum zur Verfügung. Abgesehen von der Subspecies *tuberosum* setzt die Knolle vorwiegend im Kurztag

an. Sie gehört zu den sommeranuellen Fremdbefruchtern. Bei der landwirtschaftlichen Nutzung erfolgt die Vermehrung vegetativ. Der Pflanztermin wird so ausgerichtet, dass sowohl die Bodentemperatur für die Keimung ausreicht, als auch die jüngeren Laubblätter vor möglichen Spätfrösten bewahrt bleiben. Unter besten Vegetationsbedingungen liegt das Optimum bei 40000, unter ungünstigsten Verhältnissen bei bis zu 60000 Pflanzen je ha. Die Pflanztiefe soll so gestaltet werden, dass die Oberkante der Knolle mit der Ackeroberfläche abschließt.

Die Knolle ist ein Teil des Sprosses. An der Knollenbasis sitzt in einer deutlichen Vertiefung (Nabel) die Ansatzstelle der die Knolle bildenden Stolone. Von hier aus sind die Seitensproßanlagen angeordnet, deren bogig verlaufende Niederblattanlagen ihnen im Knospenzustand das Aussehen von Augen verleihen. Die Keimfähigkeit ist bei ruhenden bzw. keimgeordneten Knollen bei Temperaturen $> 43\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ und bei Frost $< -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ inhibiert. Im Stadium der Reife befindet sich die Knolle in der Keimruhe, die durch im peripheren Bereich der Knolle eingelagerte Hemmstoffe aufrechterhalten wird. Mit fortschreitender Veratmung, d. h. fermentativer Spaltung der Stärke in Zucker, die bei steigenden Temperaturen, erhöhtem Sauerstoffgehalt und bei Verletzungen forciert wird, erfolgt ein zunehmender Abbau der Hemmstoffe. Andererseits wird der Abbau der Hemmstoffe durch alle die Atmung vermindernden Maßnahmen (Temperatursenkung auf $4\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$, Anstieg des CO_2 -Gehaltes der Lagerluft) verzögert. Vor dem Auspflanzen wird die Keimstimmung eingeleitet, wobei die Länge der Keime maximal 2-3 mm betragen sollte. Nach der Aussaat bilden sich die sproßbürtigen Wurzeln dicht um die Insertionsstelle der Niederblätter des Keimes zwischen Knolle und Bodenoberfläche. Sie breiten sich zunächst seitwärts (70 bis 150 cm) aus und wachsen später in die Tiefe (60 bis 100 cm). Der Keim bildet unterirdisch zum mechanischen Schutz der Vegetationsknospen der Triebe morphologisch einfach aufgebaute Niederblätter. Oberirdisch differenzieren sich die Blattorgane in zusammengesetzte Fiederblätter. Mit der Ausdifferenzierung einer entständigen Blüte ist die Entwicklung eines Triebes abgeschlossen. Der Blütenstand ist im allgemeinen ein Doppelwickel. Die je 5 Kelch-, Blüten- und Staubblätter sind verwachsen. Die Blütenfarbe ist sortentypisch weiß, rötlich oder bläulich. Die Frucht ist eine Beere, die ca. 150 Samen enthält. Die Knollenanlage vollzieht sich im Zeitraum kurz vor bis zum Beginn der Blüte. Das Maximum der Kraut- und Wurzelentwicklung wird nach der Blüte erreicht.

Die Kartoffelanbauflächen sind in Tabelle 1 ausgewiesen. Auf die Gesamtfläche bezogen ist zwischen 1991 und 1998 ein Rückgang der Anbaufläche um 59191 ha festzustellen. Allerdings konnte im gleichen Zeitraum der Ertrag von 337 dt. je ha im Jahre 1991 auf 381,4 dt. je ha verbessert werden (Statistisches Bundesamt 1997, 1998).

Tabelle 1**Durchschnittliche Erntemenge von Kartoffeln (Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg			
1997	8342	323,9	270181
1998	8226	339,8	279514
Bayern			
1997	55700	387,1	2156357
1998	55105	396,5	2184717
Brandenburg			
1997	15451	283,4	437906
1998	14713	315,3	463852
Hessen			
1997	5662	367,2	207910
1998	5493	341,1	187358
Mecklenburg-Vorpommern			
1997	16775	302,4	507350
1998	15994	362,9	580354
Niedersachsen			
1997	129533	411,8	5334427
1998	125912	401,5	5055017
Nordrhein-Westfalen			
1997	27993	430,1	1204083
1998	28877	369,1	1065792
Rheinland-Pfalz			
1997	10403	325,7	338761
1998	10046	315,5	316932
Saarland			
1997	349	239,9	8364
1998	353	327,5	11553
Sachsen			
1997	7851	352,0	276348
1998	7985	368,2	308394
Sachsen-Anhalt			
1997	15671	358,3	561517
1998	14991	370,5	555439
Schleswig-Holstein			
1997	5488	352,3	193329
1998	5632	332,7	187372
Thüringen			
1997	4334	373,0	161644
1998	3909	358,7	140205
Berlin/Bremen/Hamburg			
1997	34	324,8	1108
1998	32	339,2	1080
Deutschland			
1995	335804	390,1	13099568
1997	303584	384,1	11659284
1998	297267	381,4	11337580

Als Nahrungsquelle dienen neben der Knolle Kraut, Blätter und Samen. Die Nährstoffgehalte von Kraut, Blättern und Samen sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2**Rohnährstoffe von Kartoffelkraut, -beere und -knolle**

Angaben in g je kg Trockenmasse

Inhaltsstoffe	Kraut	Beere/Samen	Knolle
- Organische Substanz	796	909	935
- Rohprotein	151	177	91
- Rohfett	33	77	4
- Rohfaser	235	235	29
- NfE*	377	420	811
- Rohasche	204	91	65
- Trockenmasse	170	920	220

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die in Tabelle 3 wiedergegebenen Ergebnisse über Verdaulichkeitsuntersuchungen der aus der Kartoffelpflanze verfügbaren Nährstoffquellen basieren ausschließlich auf bei Nutztieren vorgenommenen Messungen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Maloiy und Kay (1971) sowie Mölenbruch (1976) ist jedoch davon auszugehen, dass bei freilebenden Wiederkäuern, Monogastriden und Vogelarten vergleichbare Werte unterstellt werden können.

Tabelle 3**Verdaulichkeit ausgewählter Nährstoffe der Kartoffelpflanze**

Angaben in %

Verdaulichkeit	Kraut	Beere/Samen	Knolle (roh)
Organische Substanz			
- Schaf	61	46	86
- Schwein			88
- Geflügel			22
Rohprotein			
- Schaf	47	37	49
- Schwein			30
- Geflügel			51
Rohfett			
- Schaf	54	76	70
- Schwein			80
- Geflügel			43
Rohfaser			
- Schaf	53	70	45
- Schwein			62
- Geflügel			10
NfE*			
- Schaf	70	30	92
- Schwein			96
- Geflügel			18

*stickstofffreie Extraktstoffe

Ohne zunächst auf Einzelheiten einzugehen, zeigt sich unter Berücksichtigung der geringen Verdaulichkeitswerte für Kartoffelkraut und -beeren, dass das Risiko einer möglichen

Verbreitung nach Magen-Darm-Passage bei der Aufnahme von Kartoffelbeeren sehr hoch eingeschätzt werden muß. Dies gilt insbesondere für Vogelarten, da diese in Analogie zu den Verdaulichkeitsergebnissen für die Kartoffelknolle noch weit geringere Verdaulichkeitswerte aufweisen dürften.

2.2 Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

Die einjährige krautige Pflanze erzeugt einen bis zu 1,5 m hohen, sympodial verzweigten Sproß, der mit großen, unterbrochen gefiederten, Blättern besetzt ist. Die Sympodialglieder enden jeweils in einer reichblütigen Infloreszenz von wickeligem Aufbau. Achselknospen setzen den Sproßaufbau fort. In der Kultur werden die Pflanzen oft nur eintriebig gezogen, um größere Früchte zu gewinnen. Die oberständigen Fruchtknoten der gelben Blüten gehen aus 2 bzw. teilweise auch bis zu 4 miteinander verwachsenen Fruchtblättern hervor. An den bis zur Mitte eingeschlagenen Fruchtblättern entstehen zentral die markreichen Placenten mit zahlreichen Samen. Ein auf der Schale befindliches Zylinderepithel erzeugt mit der ebenfalls verschleimenden Placenta eine saftige Gallerte. Das festere Perikarp verfärbt sich während der Reifung von grün nach rot. Nur im grünen Zustand sind in den Früchten giftige Alkaloide (Solanin, Tomatin) vorhanden. Die aus den Tropen stammende Pflanze erfriert bei 0 °C.

Statistisch verfügbare Daten über den Anbau und die Ernte von Tomaten liegen nur von Unterglasanlagen vor. Die Anbauflächen sind in Tabelle 4 dokumentiert. Insgesamt ist eine in der Tendenz zunehmende Anbaufläche erkennbar. Über die Anbauflächen im Freiland liegen nur folgende statistisch verfügbare Daten vor: Bayern 7 (1997) bzw. 3 ha (1998); Brandenburg 8 (1997) bzw. 5 ha (1998); Hamburg 1 (1997) bzw. 1 ha (1998); Nordrhein-Westfalen 6 (1997) bzw. 2 ha (1998); Rheinland-Pfalz 13 (1997) bzw. 13 ha (1998); Sachsen 1 (1997) bzw. 2 ha (1998); Sachsen-Anhalt 3 (1997) bzw. 2 ha (1998); Thüringen 1 (1997) bzw. 1 ha (1998).

Tabelle 4

Anbauflächen von Tomaten in Unterglasanlagen (Statistisches Bundesamt, 1998, 1999)

	1997 (ha)	1998(ha)	1999*(ha)
Baden-Württemberg	66,20	58,38	52,94
Bayern	43,2	46,37	42,13
Berlin	0,56	0,56	0,56
Brandenburg	13,24	12,66	13,67
Bremen	0,15	0,15	0,15
Hamburg	26,71	21,62	22,91
Hessen	7,17	13,65	10,86
Mecklenburg-Vorpommern	12,04	11,47	11,87
Niedersachsen	16,09	23,98	13,30
Nordrhein-Westfalen	42,41	42,88	40,42

* Erhebung vorhandener und voraussichtlicher Anbauflächen im Juli 1999

Fortsetzung Tabelle 4

	1997 (ha)	1998(ha)	1999*(ha)
Rheinland-Pfalz	8,35	8,48	6,35
Saarland	0,37	0,29	0,31
Sachsen	10,19	14,85	17,31
Sachsen-Anhalt	2,62	2,78	2,90
Schleswig-Holstein	4,38	5,54	5,05
Thüringen	17,48	17,90	16,39
Deutschland	271,11	281,56	257,13

* Erhebung vorhandener und voraussichtlicher Anbauflächen im Juli 1999

Die Erntemengen (insgesamt bzw. je Hektar) sind in Tabelle 5 ausgewiesen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein Mehrfachanbau auf derselben Grundfläche enthalten ist. Bei Freilandkultivierung ist von einem durchschnittlichen Ertrag von 320 dt. je ha auszugehen.

Tabelle 5**Erntemengen (insgesamt bzw. je Hektar) von Tomaten**

		1995	1996	1997	1998
Erntemenge					
insgesamt	dt.	271 797	333 846	326 404	383 120
je ha	dt.	1158,1	1259,9	1204,0	1360,7

Entscheidend für die Verbreitung ist die Tomatenfrucht. Die Rohnährstoffe und die Verdaulichkeitswerte sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Verdaulichkeitsuntersuchungen wurden bisher nur bei Schafen vorgenommen.

Tabelle 6**Rohnährstoffe und Verdaulichkeit der Tomatenfrucht**

	Gehalte (g/kg TM)	Verdaulichkeit (%)*
- Organische Substanz	898	65
- Rohprotein	155	62
- Rohfett	36	68
- Rohfaser	96	50
- NfE**	611	82
- Rohasche	102	
- Trockenmasse	60	

* Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

Die Steigerung der Hektarerträge führte zu keinen wesentlichen Veränderungen der Nährstoffzusammensetzung. Die geringe Verdaulichkeit der Rohfaser ist im wesentlichen auf die

Tomatenschalen zurückzuführen. Die Samenverdaulichkeit dürfte je nach Verdauungssystem ebenfalls im Mittel mit 65 % angesetzt werden können.

2.3 Getreide

Alle Getreidearten gehören zu der landwirtschaftlich besonders bedeutsamen Familie der Gramineen. Die vier Hauptgetreidearten unterscheiden sich hinsichtlich der Anzahl der Chromosomen, die sich jedoch einheitlich auf die Grundzahl von $x = 7$ zurückführen läßt. Es werden diploide (14 Chromosomen) tetraploide (28 Chromosomen) und hexaploide Arten (42 Chromosomen) unterschieden. Auf synthetischem Wege wurden zusätzlich autopolyploide und allopolyploide Formen, wie z. B. Triticale, entwickelt. Es gibt je nach Vernalisationsbedarf ein- (Sommerformen) bzw. überjährige (Winterformen) Nutzungen. Quantitative Abstufungen in der genotypischen Veranlagung für Kälteabhärtung, Vernalisationsbedarf und photoperiodische Reaktionen haben einen wesentlichen Anteil an den unterschiedlichen Klimaanpassungen der kultivierten Getreidearten.

Die Keimung beginnt nach Überwindung der natürlichen Keimruhe, wenn ein Wassergehalt von 30 bis 35% und die minimale Keimtemperatur von 2 bis 4 °C überschritten werden. Optimale Keimbedingungen liegen bei Wassergehalten zwischen 42 und 46% und einer Umgebungstemperatur von 25 °C vor. Die Wurzelentwicklung wird neben den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen, der Nährstoffkonzentration, dem O₂ - und CO₂ - Gehalt sowie den Bodeneigenschaften auch durch Art- bzw. Sortenunterschiede beeinflusst. Junge Getreidepflanzen sind infolge einer art- und sortenspezifisch unterschiedlich ausgeprägten Zuckeranreicherung in den Vakuolen bei gleichzeitiger Verminderung des Wassergehaltes im Zytoplasma (Abhärtung) unempfindlich gegenüber niedrigen Temperaturen (zwischen -30 und -20 °C). Quantitative Unterschiede der Jugendentwicklung und Bestockung werden im wesentlichen durch die Umgebungstemperaturen sowie durch Umfang und Kontinuität der Wasser- und Nährstoffversorgung bedingt. Im Regelfall übertrifft die Zahl der ähren- bzw. rispenträgenden Halme die Gesamtzahl der Bestockungstriebe um ein mehrfaches. Nach dem sog. Schossen und dem Ähren- bzw. Rispenschieben tritt die Pflanze in der Regel in die Phase der Blüte ein. Unter dem Einfluß der apikalen Dominanz bildet jedoch nur ein Teil der Ährchen und Blüten funktionsfähige Befruchtungsorgane. Der Befruchtungsvorgang ist unterschiedlich. Bei Weizen, Gerste und Hafer platzen die reifen Antheren vor dem Öffnen der Blüte, so dass die Kornbildung auf eine Selbstbefruchtung zurückzuführen ist. Bei Roggen wird die Selbstbefruchtung durch Selbststerilität verhindert. Die Antheren entlassen die befruchtungsfähigen Pollen erst nach dem Austritt aus den Blüten. Die Befruchtung kommt daher durch Windbestäubung aus anderen geöffneten Blüten zustande. Die Blütezeit dauert je nach Pflanzenart und -sorte bzw. der Anzahl von Bestockungstrieben höherer Ordnung und den klimatischen Verhältnissen zwischen 2 und 14 Tagen. Drei bis vier Wochen nach der Befruchtung erreicht das Einzelkorn sein größtes Volumen und damit das Stadium der Milchreife. Durch fortgesetzte Einlagerung von Nährstoffen bei gleichzeitiger Wasserabgabe wird bis zur Überschreitung der physiologischen Reife, d. h. der Beendigung der Stoffeinlagerung aus der Mutterpflanze, eine aktive Trockenmasseanreicherung erzielt. Die weitere Austrocknung bis zur Vollreife erfolgt nur durch passive Trocknung.

Nach dem Überschreiten der Milchreife wird die Phase der Keimruhe durch hormonelle (Abscisin), keimhemmende Wirkstoffe phenolischer Natur sowie durch die physikalische Struktur der Frucht- und Samenschale eingeleitet. Die Dauer der Keimruhe wird in erster Linie durch den Zeitraum für den Abbau der keimhemmenden Wirkungen, aber auch durch andere modifizierend wirkende Umweltfaktoren bestimmt. Die Ablage der Körner sollte in einer Tiefe

zwischen 2 und 4 cm erfolgen. Eine tiefere bzw. flachere Aussaat wirkt sich nachteilig auf Pflanzenentwicklung aus. Die Saatstärke ist auf eine gleichwertige Ähren- bzw. Rispenausbildung primärer und sekundärer Bestockungstriebe ausgerichtet. In der Regel liegt sie zwischen 300 bis 400 Pflanzen je m². Die Saatzeit orientiert sich hauptsächlich daran, dass bis zum Beginn des Schossens eine ausreichende vegetative Entwicklung erreicht ist. Hieraus ergibt sich die Regel, dass Wintergerste zuerst, mit deutlichem Abstand Winterroggen und Triticale und mit größeren Spannen in der Wahl des Saattermines der Winterweizen gesät wird. Die Wintergerste soll vor dem Eintritt in die Winterruhe das volle Bestockungsstadium erreichen, bei Winterroggen und Triticale genügt bereits die beginnende Bestockung, bei Winterweizen ist das 3- bis 4-Blattstadium optimal. Sommergetreidearten sollten frühest möglich gesät werden. Januar- und Februarsaaten sind in Deutschland selten und beziehen sich ausschließlich auf Sommerweizen. Für Spätsaaten zwischen April und Anfang Mai ist in der Regel nur noch Sommergerste geeignet.

2.3.1 Weizen (*Triticum aestivum*)

Der Winterweizen ist die bevorzugt angebaute Getreideart in allen Bundesländern mit Ausnahme von Brandenburg und Rheinland-Pfalz. Der Anbau ist begrenzt durch die hohen Bodenansprüche von Winterweizen. Der Anbau von Sommerweizen ist auf 44000 ha zurückgegangen und vorwiegend in Mittelgebirgslagen anzutreffen. Er wird ergänzt durch ca. 12000 ha Durumweizen auf guten Böden in sehr sommertrockenen Lagen. Einzelheiten sind den Tabellen 7 und 8 zu entnehmen.

Tabelle 7

Durchschnittliche Erntemenge von Winter- und Sommerweizen (Statistisches Bundesamt, 1998)

	Fläche (ha)	Winterweizen Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Sommerweizen Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	210230	66,7	1403076	6498	56,6	36796
1998	218724	72,7	1589028	6243	61,3	38280
Bayern						
1997	453516	66,0	2990940	14249	56,2	80035
1998	455643	69,4	3160343	10119	59,4	60126
Brandenburg						
1997	105284	53,5	563163	4324	35,7	15451
1998	108516	61,3	665635	3924	46,9	18390
Hessen						
1997	141740	72,9	1033711	2509	57,1	14318
1998	142570	73,1	1042330	1469	57,3	8417
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	239569	74,3	1779036	3624	52,8	19134
1998	265269	74,7	1981027	3178	47,4	15069
Niedersachsen						
1997	361103	83,8	3025317	7197	57,9	41655
1998	367059	76,7	2815339	5815	53,2	30935
Nordrhein-Westfalen						
1997	256239	86,5	2216211	7660	68,1	52132
1998	270393	74,1	2003885	3231	61,0	19713
Rheinland-Pfalz						
1997	90221	67,6	609441	1596	55,8	8897
1998	90775	69,5	630611	1469	57,4	8434
Saarland						
1997	7327	67,3	49331	270	51,2	1382
1998	7682	66,8	51329	316	50,9	1607
Sachsen						
1997	143568	66,2	949991	2091	53,1	11107
1998	149795	66,4	994340	1438	51,1	7355

Fortsetzung von Tabelle 7

	Fläche (ha)	Winterweizen Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Sommerweizen Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Sachsen-Anhalt						
1997	286075	70,4	2012539	6109	53,2	32502
1998	293215	72,2	2116135	1976	49,2	9720
Schleswig-Holstein						
1997	176087	90,7	1596403	2164	66,4	14380
1998	176353	82,8	1460734	1981	59,1	11710
Thüringen						
1997	175406	67,8	1188724	6891	52,3	36028
1998	198232	68,4	1355310	3674	52,7	19364
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	1405	79,8	11219	56	55,9	315
1998	1653	73,0	12066	58	51,5	296
Deutschland						
1995	2560069	69,2	17512977	41534	51,2	212529
1997	2647769	73,4	19429102	65239	55,8	364131
1998	2745878	72,4	19878113	44890	55,6	249417

Tabelle 8

Durchschnittliche Erntemenge von Durumweizen (Statistisches Bundesamt, 1998)

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg			
1997	923	51,9	4794
1998	1676	56,0	9386
Bayern			
1997	1361	50,1	6817
1998	3640	52,4	19068
Brandenburg			
1997	41	12,3	50
1998	110	33,5	369
Hessen			
1997	684	57,0	3898
1998	1518	52,7	8002
Rheinland-Pfalz			
1997	536	53,7	2878
1998	1609	56,1	9030
Saarland			
1997	24	54,6	133
1998	-	-	-
Sachsen			
1997	492	62,3	3063
1998	476	43,0	2048
Sachsen-Anhalt			
1997	1525	48,9	7456
1998	1317	45,9	6044
Schleswig-Holstein	-	-	-
Thüringen			
1997	1046	42,2	4415
1998	1340	44,9	6016
Berlin/Bremen/Hamburg			
1997	3	54,5	18
1998	-	-	-
Deutschland			
1995	7189	52,6	37805
1997	6635	50,5	33522
1998	11687	51,3	59962

Die Rohnährstoffe im Weizenkorn sind in Tabelle 9 zusammengefaßt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der besseren Übersicht wegen nur die Mittelwerte aufgeführt sind. Je nach Klima, Düngung, Sorte, Erntezeitpunkt und Korngröße können insbesondere die Rohprotein- und Rohfasergehalte Abweichungen von bis zu 20% unterliegen.

Tabelle 9

Rohnährstoffe von Weizenkörnern in % der Trockenmasse

	Winterweizen	Sommerweizen	Keimling	Hartweizen	Dinkel
- Organische Substanz	981	980	951	984	947
- Rohprotein	160	135	289	138	112
- Rohfett	20	20	87	18	31
- Rohfaser	24	25	38	24	97
- NfE*	778	800	537	805	707
- Rohasche	19	20	49	16	53
- Trockenmasse	870	870	870	870	900

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeit wird vor allem vom Rohfasergehalt bzw. dem Gehalt an Zellwandsubstanzen beeinflusst. Im Unterschied zu den Nutztieren liegen für freilebende Tierarten die Körner ausschließlich in unbearbeiteter bzw. unbehandelter Form vor. Insoweit dürften die bei Nutztieren gemessenen Verdaulichkeitswerte nur bedingt auf freilebende Tierarten übertragen werden. Hinzu kommt, dass Wildwiederkäuer eine weitaus höhere Kauaktivität aufweisen. Demgegenüber dürften für Vögel die beim Geflügel ermittelten Daten eher zutreffen, da diese durch entsprechende Steinchen im Muskelmagen eine intensive Zerkleinerung vornehmen. Als Grundlage für die spätere Beurteilung der Verbreitungsgefahr werden die derzeit verfügbaren Verdaulichkeitswerte unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen nachfolgend wiedergegeben. Bei Wiederkäuern fand ausschließlich das Schaf Berücksichtigung, da es verdauungsphysiologisch den freilebenden Wiederkäuern noch am ehesten entspricht.

Tabelle 10

Verdaulichkeit (%) von Weizenkörnern

* Werte für das Schaf

Verdaulichkeit (%)	Weizenkorn
Organische Substanz	
- Wiederkäuer*	87
- Schwein	91
- Geflügel	82
Rohprotein	
- Wiederkäuer*	75
- Schwein	91
- Geflügel	77
Rohfett	
- Wiederkäuer*	79
- Schwein	70
- Geflügel	55

Fortsetzung von Tabelle 10

Verdaulichkeit (%)	Weizenkorn
Rohfaser	
- Wiederkäuer*	44
- Schwein	36
- Geflügel	18
NfE**	
- Wiederkäuer*	94
- Schwein	94
- Geflügel	88

* Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.3.2 Gerste (*Hordeum vulgare*)

Die Erntemengen sind in Tabelle 11 dokumentiert. Der Anbau von Wintergerste ist mehr oder weniger gleichmäßig in allen Bundesländern vertreten, am geringsten in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Thüringen und Brandenburg. Dabei spielt neben den in manchen Landesteilen für den Weizenanbau weniger optimalen Bodenqualitäten auch die in der frühen Abreife begründete Absicherung gegen Sommertrockenheit sowie auch die Betriebsorganisation eine maßgebliche Rolle. Der Anbau von Sommergerste konzentriert sich auf durchlässige Böden in den süddeutschen Mittelgebirgen und wird neben dem bevorzugten Anbau in Nebenerwerbsbetrieben auch durch die in diesen Gebieten verankerten Braugerstenerzeugung gestützt. Insgesamt weist der Wintergerstenanbau eine steigende, der Sommergerstenanbau eine fallende Tendenz auf.

Tabelle 11

Durchschnittliche Erntemenge von Gerste (Statistisches Bundesamt, 1998)

	Wintergerste			Sommergerste		
	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	98424	60,6	596742	113376	50,9	577313
1998	101829	64,3	654759	101301	53,2	539225
Bayern						
1997	277080	59,9	1659432	206599	44,3	916059
1998	296524	60,0	1778549	163719	48,6	795674
Brandenburg						
1997	70664	49,4	349221	31879	42,3	134784
1998	75922	47,8	362603	21057	37,3	78523
Hessen						
1997	76816	62,3	478869	39948	51,4	205490
1998	80713	60,4	487828	29355	47,5	139552
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	130098	72,8	946466	28441	51,1	145250
1998	141151	65,2	920586	20818	49,0	101925
Niedersachsen						
1997	220005	66,3	1459516	110227	47,7	525342
1998	227723	61,8	1408014	99498	43,1	429137
Nordrhein-Westfalen						
1997	170824	67,8	1158700	29169	49,7	144911
1998	178527	58,7	1047239	20476	50,7	103873
Rheinland-Pfalz						
1997	39211	59,9	234994	84777	51,2	433887
1998	35800	57,6	206242	76461	51,4	393239

Fortsetzung von Tabelle 11

	Wintergerste			Sommergerste		
	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Saarland						
1997	3688	56,4	20794	4343	49,8	21644
1998	3614	56,5	20403	4116	48,1	19802
Sachsen						
1997	89237	65,7	586197	67586	50,7	342324
1998	100513	61,0	613129	49782	48,0	239105
Sachsen-Anhalt						
1997	114874	67,9	780106	36823	53,0	195124
1998	118092	60,8	717525	21625	49,8	107649
Schleswig-Holstein						
1997	69218	86,0	595066	13694	51,3	70210
1998	71440	77,2	551659	11367	47,4	53867
Thüringen						
1997	61112	60,2	368,141	84919	52,5	446077
1998	69864	61,6	430153	58671	52,3	306556
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	679	72,3	4910	240	52,2	1254
1998	694	64,4	4472	198	49,3	975
Deutschland						
1995	1446606	58,4	9041771	662095	43,0	2849372
1997	1421930	65,0	9239151	852021	48,8	4159669
1998	1502405	61,3	9203161	678444	48,8	3309102

Die Roh Nährstoffgehalte der Gerstenkörner sind in Tabelle 12 dargestellt. Bei den Gerstenkörnern sind die Spelzen mit der Frucht- und Samenschale fest verwachsen. Eine Ausnahme bilden die Nacktgersten. Unterschiede zwischen den Gerstenkörnern sind mit Ausnahme von Nacktgerste nicht zu erkennen.

Tabelle 12

Roh Nährstoffe von Gerstenkörnern in % der Trockenmasse

	Wintergerste	Sommergerste	Nacktgerste
- Organische Substanz	973	973	977
- Rohprotein	107	112	136
- Rohfett	20	19	21
- Rohfaser	66	53	25
- NfE*	780	788	796
- Rohasche	27	27	23
- Trockenmasse	870	860	890

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeitswerte für Gerstenkörner sind in Tabelle 13 zusammengefaßt. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass diese Werte für grob zerkleinerte Gerste ermittelt worden sind. Bei Monogastriden und Wiederkäuern ist bei Verfütterung von ganzen Körnern mit einer ausgeprägten Verdaulichkeitsdepression zu rechnen. Nehring (1972) ermittelte, dass sich bei Schweinen die Verdaulichkeit für org. Substanz, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und NfE um 17,3; 26,0; 32,7; 8,1 und 14,8 gegenüber geschroteten Gerstenkörnern verschlechterte.

Tabelle 13**Verdaulichkeit (%) von Gerstenkörnern**

Verdaulichkeit (%)	Gerstenkorn	Wintergerste	Sommergerste	Nacktgerste
Organische Substanz				
- Wiederkäuer*	85		89	
- Schwein	83	82	83	93
- Kaninchen	88			
Rohprotein				
- Wiederkäuer*	77		82	
- Schwein	77	78	76	88
- Kaninchen	82			
Rohfett				
- Wiederkäuer*	70		76	
- Schwein	50	37	68	40
- Kaninchen	80			
Rohfaser				
- Wiederkäuer*	41		50	
- Schwein	19	18	18	46
- Kaninchen	47			
NfE**				
- Wiederkäuer*	90		93	
- Schwein	89	89	89	97
- Kaninchen	91			

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.3.3 Roggen (*Secale cereale*)

Roggen zeichnet sich im Unterschied zu den vorgenannten Getreidearten durch eine erhöhte Säuretoleranz und Dürreverträglichkeit aus. Entsprechend bewegt sich der Flächenanteil von Weizen und Roggen häufig gegensinnig. Die Erntemengen sind in Tabelle 14 ausgewiesen.

Tabelle 14**Durchschnittliche Erntemenge von Roggen (Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg			
1997	11186	54,0	60384
1998	11623	56,5	65718
Bayern			
1997	50648	48,2	244277
1998	58024	55,0	319308
Brandenburg			
1997	233371	42,4	989959
1998	256303	38,7	991378
Hessen¹			
1997	21830	60,7	132421
1998	24981	58,4	145987

¹ Roggen einschl. Wintermenggetreide

Fortsetzung von Tabelle 14

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Mecklenburg-Vorpommern			
1997	104842	56,6	593618
1998	115358	60,5	698144
Niedersachsen			
1997	167783	64,5	1081697
1998	193833	54,8	1062980
Nordrhein-Westfalen			
1997	37682	68,1	256463
1998	39258	53,3	209126
Rheinland-Pfalz			
1997	16719	61,3	102401
1998	17190	57,9	99493
Saarland			
1997	5164	58,5	30193
1998	5153	57,8	29806
Sachsen			
1997	47781	54,6	260979
1998	49952	54,0	269889
Sachsen-Anhalt			
1997	95225	50,5	481171
1998	104717	47,3	494996
Schleswig-Holstein			
1997	32655	67,9	221762
1998	37582	67,3	252968
Thüringen			
1997	17174	68,6	117862
1998	20926	61,1	127772
Berlin/Bremen/Hamburg			
1997	1366	50,9	6953
1998	1497	48,3	7235
Deutschland			
1995	861374	52,5	4521270
1997	843426	54,3	4580140
1998	936395	51,0	4774799

Zwischen den einzelnen Züchtungen, aber auch zwischen Winter- und Sommerroggen bestehen keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der Nährstoffgehalte. Sommerroggen spielt aufgrund der geringeren Hektarerträge nur eine untergeordnete Bedeutung. Bei Roggen findet bei ungünstiger Witterung das Auskeimen bereits auf dem Halme statt. Von allen Getreidearten neigt Roggen am stärksten zum Auskeimen. Deshalb sind in Tabelle 15 auch die Nährstoffgehalte der ausgekeimten Körner dokumentiert. Die in der Literatur beschriebene Variationsbreite der Nährstoffgehalte liegt in erster Linie in der verschieden starken Ausbildung des Kornes begründet.

Tabelle 15**Rohnährstoffe von Roggenkörnern in % der Trockenmasse**

	Roggenkorn	Roggenkorn gekeimt
- Organische Substanz	977	979
- Rohprotein	112	105
- Rohfett	17	18
- Rohfaser	29	33
- NfE*	820	824
- Rohasche	23	21
- Trockenmasse	870	860

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeitswerte für Roggen sind in Tabelle 16 ausgewiesen. Ähnlich wie bei den Rohnährstoffgehalten sind keine wesentlichen Unterschiede zwischen normalen und ausgekeimten Körnern festzustellen.

Tabelle 16**Verdaulichkeit (%) von Roggenkörnern**

Verdaulichkeit (%)	Roggenkorn	Roggen gekeimt
Organische Substanz		
- Wiederkäuer*	90	87
- Schwein	89	89
- Geflügel	88	
Rohprotein		
- Wiederkäuer*	75	65
- Schwein	80	77
- Geflügel	54	
Rohfett		
- Wiederkäuer*	59	55
- Schwein	35	32
- Geflügel	37	
Rohfaser		
- Wiederkäuer*	47	51
- Schwein	30	32
- Geflügel	33	
NfE**		
- Wiederkäuer*	95	92
- Schwein	93	93
- Geflügel	84	

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.3.4 Hafer (*Avena sativa*)

Der Anbau von Hafer hat nur noch einen geringen Anteil am Getreideanbau. Überproportionale Anteile befinden sich in Bundesländern mit insgesamt hohem Getreideanteil. Dabei kann

neben dem besonderen Interesse von Zuchtviehbetrieben bzw. Betrieben mit Pferdehaltung auch die positive Beurteilung des Hafers in getreidereichen Fruchtfolgen eine Rolle spielen. Die Erntemengen sind in Tabelle 17 zusammengefaßt.

Tabelle 17

Durchschnittliche Erntemenge von Hafer (Statistisches Bundesamt, 1998)

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg			
1997	54767	53,8	294868
1998	46122	53,2	245278
Bayern			
1997	76103	50,7	385538
1998	63577	45,9	291564
Brandenburg			
1997	20037	40,7	81592
1998	18468	40,1	73999
Hessen			
1997	26095	49,1	128101
1998	22566	46,8	105633
Mecklenburg-Vorpommern			
1997	16098	53,1	85414
1998	11973	53,5	64057
Niedersachsen			
1997	33536	49,4	165570
1998	28265	43,9	124166
Nordrhein-Westfalen			
1997	30286	56,1	170023
1998	24682	52,1	128521
Rheinland-Pfalz			
1997	15000	54,2	81240
1998	13797	51,8	71523
Saarland			
1997	3854	48,2	18571
1998	3655	47,8	17470
Sachsen			
1997	11474	51,9	59598
1998	9695	45,9	44512
Sachsen-Anhalt			
1997	6698	44,6	29895
1998	5938	46,6	27669
Schleswig-Holstein			
1997	9883	56,0	55353
1998	8059	60,3	48618
Thüringen			
1997	8219	50,6	41590
1998	6979	49,6	34582
Berlin/Bremen/Hamburg			
1997	337	49,3	1659
1998	367	48,4	1776
Deutschland			
1995	309194	45,9	1420431
1997	312388	51,2	1599010
1998	264143	48,4	1279370

Haferkörner unterscheiden sich von den anderen Getreidearten in erster Linie dadurch, dass die Spelzen an der Basis mit dem Korn verwachsen sind, sich aber leicht abtrennen lassen.

Man unterscheidet die kräftigere Deckspelze und die Bauchspelze. Bei Nackthafer ist die Spelze feinhäutig. Die Kornform ist verschieden. Dies hängt mit der Anordnung in der Rispe zusammen. Die Ährchen sind meist dreiblütig, bei Nackthafer bis achtblütig. Das erste, d. h. das untere Korn ist stärker ausgebildet, als das kürzere und schwächer bespelzte zweite Korn. Die Gehalte der Haferkörner an Rohnährstoffen sind in Tabelle 18 aufgeführt.

Tabelle 18

Rohnährstoffe von Haferkörnern in % der Trockenmasse

	Haferkorn	Haferkorn gekeimt	Nackthafe r	Flughafer
- Organische Substanz	967	963	976	963
- Rohprotein	124	130	153	151
- Rohfett	53	62	66	53
- Rohfaser	116	87	26	161
- NfE*	674	684	732	599
- Rohasche	33	37	24	36
- Trockenmasse	880	870	880	880

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeitswerte sind in Tabelle 19 zusammengefaßt. Gleichzeitig fand hierbei auch der Nackthafer Berücksichtigung da er, wenn auch in geringen Mengen angebaut, doch ein erheblich geringeres Verbreitungsrisiko aufgrund der besseren Verdaulichkeit aufweisen dürfte.

Tabelle 19

Verdaulichkeit (%) von Haferkörnern

Verdaulichkeit (%)	Haferkorn	Nackthafer
Organische Substanz		
- Wiederkäuer*	70	
- Schwein	71	91
- Geflügel		
Rohprotein		
- Wiederkäuer*	75	
- Schwein	79	90
- Geflügel		
Rohfett		
- Wiederkäuer*	82	
- Schwein	67	80
- Geflügel		
Rohfaser		
- Wiederkäuer*	32	
- Schwein	15	43
- Geflügel		
NfE**		
- Wiederkäuer*	77	
- Schwein	78	95
- Geflügel		

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.3.5 Triticale

Dieses Getreide erfährt eine zunehmende Verbreitung. Die Anbauschwerpunkte liegen in den nordwestdeutschen Schweinemastgebieten sowie in Regionen mit unzureichender Bodenbonität für einen stärkeren Weizenanbau, wie z. B. in Brandenburg. Einzelheiten über die Anbauflächen und das Ertragspotential sind in Tabelle 20 ausgewiesen.

Tabelle 20

Durchschnittliche Erntemenge von Triticale (Statistisches Bundesamt, 1998)

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg			
1997	10670	59,1	63083
1998	12232	63,8	78052
Bayern			
1997	74604	57,1	425764
1998	92546	66,2	612935
Brandenburg			
1997	67273	48,6	327015
1998	61533	54,4	334493
Hessen			
1997	12932	58,7	75948
1998	15522	62,4	96823
Mecklenburg-Vorpommern			
1997	41961	63,6	266999
1998	32877	61,6	202585
Niedersachsen			
1997	65287	64,6	422016
1998	71619	57,4	410806
Nordrhein-Westfalen			
1997	56585	72,0	407131
1998	67036	60,3	404027
Rheinland-Pfalz			
1997	15092	63,5	95834
1998	16600	62,5	103747
Saarland			
1997	1508	58,3	8787
1998	1533	57,2	8771
Sachsen			
1997	26318	56,4	148433
1998	28769	56,0	161109
Sachsen-Anhalt			
1997	43512	54,3	236314
1998	39295	54,9	215611
Schleswig-Holstein			
1997	3807	72,8	27712
1998	5243	68,9	36098
Thüringen			
1997	18132	63,2	114629
1998	23648	62,8	148486
Berlin/Bremen/Hamburg			
1997	133	65,2	866
1998	93	61,5	575
Deutschland			
1995	288608	56,9	1643162
1997	437814	59,9	2620531
1998	468546	60,1	2814118

Die Ausbildung der Körner ist nicht immer gleich. Man findet oft eine mehr oder weniger große Anzahl von Schmachtkörnern, unfruchtbaren Körnern, aber auch sehr kräftigen Körnern. Ursächlich für die Ausbildung von Schrumpfkörnern ist die Tatsache, dass bei Triticale die Zellbildung beim Korn von außen nach innen unregelmäßig erfolgt. Hinzukommt die erhebliche Formenvielfalt. Entsprechend ist bei den in Tabelle 21 aufgeführten Nährstoffgehalten eine hohe Variation der Werte zu berücksichtigen.

Tabelle 21

Rohnährstoffe von Triticalekörnern in g/kg Trockenmasse

	Triticalekorn
- Organische Substanz	977
- Rohprotein	153
- Rohfett	18
- Rohfaser	24
- NfE*	785
- Rohasche	15
- Trockenmasse	870

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeit der Körner ist in Tabelle 22 ausgewiesen.

Tabelle 22

Verdaulichkeit (%) von Triticalekörnern

Verdaulichkeit (%)	Triticalekorn
Organische Substanz	
- Schwein	87
- Geflügel	85
Rohprotein	
- Schwein	81
- Geflügel	85
Rohfett	
- Schwein	40
- Geflügel	94
Rohfaser	
- Schwein	36
- Geflügel	18
NfE**	
- Schwein	92
- Geflügel	90

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.3.6 Mais (*Zea mays*)

Mais stellt die einzige botanische Art der Gattung *Zea* dar. Der Chromosomensatz beträgt einheitlich 20. Die botanischen Varietäten der kultivierten Maisformen werden nach den Eigen-

schaften der Körner gegliedert. In der landwirtschaftlichen Nutzung herrschen Hartmais und Pferdezeahnmais vor. Die Assimilation folgt dem C_4 -Zyklus und ermöglicht damit eine höhere photosynthetische Leistung. Durch suboptimale Temperatur- und Einstrahlungsverhältnisse ist das Wachstumspotential nicht wesentlich von den C_3 -Pflanzen unterschieden. Infolge der längeren Kornbildungsphase übertrifft das Ertragspotential trotzdem die einheimischen Getreidearten.

Die Voraussetzungen für die Keimung sind ähnlich denen anderer Getreidearten, jedoch liegt die minimale Keimtemperatur bei 8 °C. Zur Sicherung des Keimwasserbedarfs ist eine Ablagetiefe von mindestens 4 cm einzuhalten. Der Feldaufgang entspricht unter günstigsten Bedingungen der Keimfähigkeit des Saatgutes. Unter ungünstigeren Bedingungen kann der Feldaufgang um bis zu 50% hinter der Keimfähigkeit zurückbleiben. Die Saaten werden in der letzten Aprildekade eingebracht. Das Wurzelsystem entwickelt sich aus sehr kräftigen Keimwurzeln. Eine flächendeckende Durchwurzelung wird erst im 6-8 Blattstadium erreicht und die volle Bewurzelungstiefe (>1m) erst zur Zeit des Rispenschiebens. Im Jugendstadium ist Mais nicht nur frost-, sondern auch kühleempfindlich. Eine Frostabhärtung ist nicht möglich. Sofern Frosttemperaturen nicht zum Vegetationskegel vordringen können, kann in nachfolgenden Wärmeperioden wieder eine Regeneration eintreten. Der Höhen- und Massenzuwachs vollzieht sich in der Regel sehr rasch, so dass ab der zweiten Julihälfte das Stadium des Rispenschiebens erreicht ist. Die generative Entwicklung wird durch Kurztagseinfluß begünstigt und erstreckt sich etwa über 18 bis 20 Wochen. In den endständigen Rispen werden die männlichen Blütenorgane angelegt, deren Differenzierung schon in den frühen Phasen des Streckungswachstums beginnt. Die weiblichen Blütenorgane gehen in Kolbenform aus den oberen Blattachsen der Internodien hervor. Jede Pflanze entwickelt 1 bis 3 Kolben. Die Narbenfäden erscheinen wenige Tage nach Beginn des Rispenschiebens am distalen Ende des von Lieschblättern dicht umhüllten Kolbens, der die Samenanlage enthält und sich aus seitlichen Achselknospen entwickelt. Damit ist die Fremdbefruchtung auch ohne eine ausgebildete Selbststerilität begünstigt. Mit der Befruchtung der Narbenfäden funktionsfähiger Kolben setzt die Körnerentwicklung ein. Das Erreichen der physiologischen Reife wird durch die Ausbildung einer Zellschicht angezeigt, die die Anbindung an das Leitbahnsystem der Pflanze unterbricht.

Zur Kompensation möglicher suboptimaler Einflußfaktoren dominiert der Anbau von Silomais. Beim Anbau von Körnermais kommen die standortbedingten Unterschiede stärker zum Tragen. Entsprechend konzentriert sich der Anbau auf leicht erwärmbare Böden und auf sommerwarme und ausreichend feuchte Anbaugelände in den tieferen Lagen Bayerns und Baden-Württembergs. Bei weniger als 13,5 °C Durchschnittstemperatur und 900 h Sonnenscheindauer ist die Ausreifung auch sehr früher Hybridsorten nicht mehr gewährleistet.

Das Ertragspotential ist nachfolgender Tabelle 23 zu entnehmen. Da sowohl Körnermais als auch Silomais als mögliches Reservoir für Verbreitungseinheiten durch freilebende Tierarten geeignet ist, wurden nachfolgend beide Anbauarten berücksichtigt. Unberücksichtigt blieb dagegen der Grünmaisbau, da bei dieser Form der Nutzung nur das Stadium des Rispenschiebens erreicht wird.

Tabelle 23**Durchschnittliche Erntemenge von Mais (Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Fläche (ha)	Körnermais ¹		Fläche (ha)	Silomais ²	
		Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)		Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	56739	96,0	520172	74909	465,7	3607838
1998	58340	87,9	476307	73659	469,1	3650999
Bayern						
1997	97848	87,9	860087	313684	506,0	15872386
1998	87739	89,3	783499	304845	507,7	15476997
Brandenburg						
1997	10218	66,3	67746	116068	338,2	3925405
1998	9701	74,2	71983	107085	384,9	4121690
Hessen						
1997	8101	81,3	65863	27348	517,3	1414705
1998	6786	85,2	57820	26599	446,8	1188451
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	2744	66,1	18139	89571	354,8	3177977
1998	1945	64,3	12505	84145	416,6	3505490
Niedersachsen						
1997	71935	85,1	612178	238866	443,6	10595141
1998	69017	72,1	497305	224832	396,9	8922799
Nordrhein-Westfalen						
1997	90782	89,3	811047	147105	468,5	6891543
1998	80269	82,4	661265	136625	438,5	5990885
Rheinland-Pfalz						
1997	3721	74,4	27683	15251	444,5	677984
1998	4613	74,6	34390	15735	458,1	720778
Saarland						
1997	77	48,1	372	2978	410,8	122336
1998	80	46,6	372	3102	443,5	137557
Sachsen						
1997	8218	81,2	66727	72442	434,6	3148308
1998	7623	84,2	64185	66907	472,4	3160670
Sachsen-Anhalt						
1997	11242	74,0	83144	70405	349,3	2459519
1998	10104	80,8	81617	67214	408,8	2747692
Schleswig-Holstein						
1997	423	78,1	3303	74854	369,0	2762099
1998	230	69,4	1599	75604	329,6	2491908
Thüringen						
1997	6198	83,5	51729	50243	429,3	2157089
1998	4541	84,4	38315	48140	454,7	2188921
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	21	80,3	167	762	410,9	31302
1998	42	71,2	301	638	358,0	22837
Deutschland						
1995	325065	74,6	2394565	1251788	394,0	49489572
1997	368267	87,2	3188356	1294484	438,3	56843632
1998	341029	82,6	2781464	1235130	438,4	54327674

¹ einschl. Corn-Cob-Mix² einschl. Lieschkolbenschrot; Ertrag und Erntemenge auf die Frischmasse bezogen.

Die Zusammensetzung der Maiskörner wird weniger durch den Standort, sondern vielmehr durch Düngung und Witterungseinflüsse bestimmt. Je nach Nutzung liegt das Korn als mögliche Nahrungsquelle für freilebende Tierarten in der sogenannten Teigreife (Silomais) bzw. Voll- bis Kornreife vor. Die entsprechenden Nährstoffgehalte sind in Tabelle 24 zusammengefaßt.

Tabelle 24**Rohnährstoffe von Maiskörnern in g/kg Trockenmasse**

	Teigreife	Vollreife	Kornreife
- Organische Substanz	982	983	983
- Rohprotein	111	107	108
- Rohfett	50	48	47
- Rohfaser	39	34	26
- NfE*	782	793	802
- Rohasche	18	17	17
- Trockenmasse	497	619	870

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Ergebnisse der Verdaulichkeitsuntersuchungen sind in Tabelle 25 wiedergegeben.

Tabelle 25**Verdaulichkeit (%) von Maiskörnern**

Verdaulichkeit (%)	Teigreife	Kornreife
Organische Substanz		
- Wiederkäuer*		87
- Schwein	86	89
- Geflügel		86
- Kaninchen		81
Rohprotein		
- Wiederkäuer*		65
- Schwein	77	77
- Geflügel		80
- Kaninchen		61
Rohfett		
- Wiederkäuer*		78
- Schwein	63	60
- Geflügel		85
- Kaninchen		89
Rohfaser		
- Wiederkäuer*		64
- Schwein	55	37
- Geflügel		17
- Kaninchen		53
NfE**		
- Wiederkäuer*		92
- Schwein	90	93
- Geflügel		89
- Kaninchen		90

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.4 Raps (*Brassica napus*) und Rübsen (*Brassica campestris*)

Raps gehört zur Familie der *Cruciferae*. Durch Resynthese der Amphidiploiden aus ihren Ausgangseltern (*Brassica oleracea*, *B. campestris*) mit 9 bis 10 Chromosomen wird heute die Formenvielfalt gezielt erhöht. *Brassica napus* ist als amphidiploide Art mit 19 Chromosomen aus den Genomen des Rübsens und des Kohles durch spontane Kreuzung hervorgegangen. Man unterscheidet Sommer- und Winterformen, wobei die Sommerformen ertragschwächer sind. Tiefgründige Böden ohne Staunässe und Verdichtungen mit einem pH-Wert zwischen 6,5 und 7,0 sind für den Rapsanbau besonders geeignet. Aber auch lehmige und humose Sande mit Bodenpunktzahlen < 45 sind noch geeignet. Die klimatischen Voraussetzungen müssen eine vorwinterliche Entwicklung bis zum 6- bis 8-Blattstadium zulassen. Nur dann können Kältegrade von bis zu -15 °C toleriert werden. Für dieses Entwicklungsstadium werden nach Aussaat ca. 100 Tage benötigt. Entsprechend liegt die optimale Saatzeit im Zeitraum 20. bis 25. August. Das Saatgut ist inkrustiert und benötigt eine Spurentiefe < 6 cm. Die optimale Bestandsdichte beträgt im Herbst 40 bis 60 Pflanzen je m². Bei einem Feldaufgang von 80% und 20% Pflanzenverluste werden 60 bis 90 Samen je m² benötigt. Während der nachwinterlichen Entwicklung nimmt die Kältetoleranz fortschreitend ab. Die Frühjahrsentwicklung bis zur Blüte wird durch Temperaturen um 15 bis 20 °C optimal gefördert. Die Pflanze bildet eine Pfahlwurzel, die sich bereits in der Jugendphase zu einem dichten Netz an Feinwurzeln verzweigt. Die im Herbst gebildete Blattrosette setzt sich aus gestielten, leierförmig-fiederspaltigen, dunkelgrünen und schwarz behaarten Blättern zusammen. Im Frühjahr wächst der Raps unter Internodienverlängerung zunächst eintriebig. Nach Blühbeginn setzt die Verzweigung des Haupttriebes ein. Die geöffneten Blüten werden von Knospen überragt. Der Blütenaufbau läßt Fremdbefruchtung zu, z.B. auch durch Windbestäubung. In hohem Maße findet jedoch Selbstbefruchtung statt. Die kerngenetisch und cytoplasmatisch bedingte Sterilität bildet die Voraussetzung für die Hybridzüchtung. Da die Seitentriebe gegenüber dem Haupttrieb einen Entwicklungsrückstand aufweisen, erstreckt sich die Gesamtblühdauer je nach Witterungsbedingungen über drei bis fünf Wochen. Die Frucht besteht aus zwei Fruchtblättern. Die Schote enthält 15 bis 20 Samen. Die Pflanze benötigt etwa 70 Tage von Blühbeginn bis zur Abreife. Schoten- und damit Samenzahl variieren je nach Bestandsdichte zwischen 800 und 150 Schoten je Pflanze. Der Reifeprozess gliedert sich in die Grün-, Braun-, Voll- und Totreife. Mit 25 bis 30% Samentrockenmasse an der oberirdischen Gesamttrockenmasse ist der Ernteindex vergleichsweise gering. Die heute im Anbau befindlichen Rapssorten unterscheiden sich in ihrem Erntezeitpunkt um 10 bis 14 Tage. Sommerraps kommt regelmäßig drei bis fünf Wochen später zur Abreife als Winterraps. Der günstigste Schnittzeitpunkt liegt bei einem Feuchtegehalt um 30% im Stadium der Braunreife (Schwadderusch) bzw. beim Mähdrusch in der Phase der Vollreife.

Rübsen ist ein naher Verwandter des Rapses. Auch hier liegen sowohl Sommer- als auch Winterformen vor. Rübsen besitzen grasgrüne, stark behaarte Rosettenblätter, stengelumfassende obere Blätter, doldentraubige Blütenstände, bei denen die offenen Blüten immer über den Knospen stehen, stark abstehende Kelchblätter und auf einem waagrecht insertierten Stiel abgewinkelt nach oben stehende Schoten. Rübsen ist Fremdbefruchter und winterhärter als Raps. In Rapsbeständen ist Rübsendurchwuchs bei der Ernte nicht erfaßt, da die Rübspflanze früher abreift und die Samen in noch stehendem Rapsbestand ausfallen. Bei der lang andauernden Keimfähigkeit von Ölfruchtsamen kann hieraus ein langfristiges Fruchtfolgerisiko entstehen. Der Rübsenertrag ist weit geringer als der Rapsenertrag. Hinsichtlich der Wachstumsstadien bestehen mit Ausnahme des früheren Reifungsbeginns keine wesentlichen Unterschiede.

Die Angaben zum Ertragspotential in den einzelnen Bundesländern sind in Tabelle 26 aufgeführt, wobei Raps und Rübsen zusammenfassend ausgewiesen wurden.

Tabelle 26

**Durchschnittliche Erntemenge von Raps einschl. Rübsen
(Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Winterraps			Sommerraps¹		
	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	38851	31,0	120337	5958	22,8	13582
1998	50779	34,6	175634	8475	23,4	19810
Bayern						
1997	101261	30,4	307835	3734	24,5	9149
1998	124257	33,3	413776	5275	24,6	12977
Brandenburg						
1997	64400	25,7	165508	9620	14,1	13564
1998	72719	30,4	220847	6335	18,2	11529
Hessen						
1997	44966	27,9	125456	1599	26,7	4268
1998	47841	31,8	152135	1196	23,5	2810
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	169017	35,2	594940	15553	18,3	28493
1998	177578	38,4	682075	10318	16,3	16787
Niedersachsen						
1997	62020	30,5	189099	6158	22,9	14075
1998	69098	31,4	216760	6639	21,5	14240
Nordrhein-Westfalen						
1997	40056	32,7	130821	695	21,3	1479
1998	44790	31,2	139757	729	23,6	1720
Rheinland-Pfalz						
1997	21752	32,2	69971	1791	21,5	3857
1998	25686	31,4	80672	2037	21,0	4272
Saarland						
1997	2217	31,9	7072	227	23,7	537
1998	2919	31,9	9302	383	23,3	892
Sachsen						
1997	73536	32,2	236786	1508	18,7	2820
1998	84556	34,2	289180	1213	22,1	2681
Sachsen-Anhalt						
1997	83002	31,2	258801	3116	16,8	5218
1998	89885	33,0	296799	2148	20,9	4488
Schleswig-Holstein						
1997	81564	38,4	313531	601	19,7	1184
1998	90930	37,9	344352	490	18,6	911
Thüringen						
1997	74958	31,7	237466	5097	16,3	8282
1998	76804	34,6	266048	3433	15,0	5143
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	675	34,0	2293	40	21,2	84
1998	690	33,0	2275	24	22,7	55
Deutschland						
1995	932015	32,4	3024027	41870	18,9	79266
1997	858276	32,2	2759916	55696	19,1	106595
1998	958530	34,3	3289612	48694	20,2	

¹ einschl. Winter- und Sommerrübsen

Raps und Rübsen können auf die Nährstoffgehalte bezogen zusammen behandelt werden. Zwischen Sommer- und Winterraps sind ebenfalls keine wesentlichen Unterschiede festzustellen. Entsprechend sind in Tabelle 27 die Werte für Raps und Rübsen zusammengefaßt.

Tabelle 27**Rohnährstoffe von Raps einschließlich Rübsen in g/kg Trockenmasse**

	Körner
- Organische Substanz	944
- Rohprotein	235
- Rohfett	429
- Rohfaser	62
- NfE*	218
- Rohasche	56
- Trockenmasse	870

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Ergebnisse von Verdaulichkeitsuntersuchungen für Raps sind in Tabelle 28 beispielhaft für das Schaf wiedergegeben

Tabelle 28**Verdaulichkeit (%) von Raps**

	Verdaulichkeit Schaf
- Organische Substanz	81
- Rohprotein	83
- Rohfett	92
- Rohfaser	23
- NfE*	80

*stickstofffreie Extraktstoffe

2.5 Kohlgemüse (*Brassica oleracea*)

Schwerpunktmäßig werden Kohlarten besonders in Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg angebaut. Kohlgemüse wird teilweise als mechanisierter Feldgemüseanbau auf größeren Flächen in landwirtschaftlichen Fruchtfolgen für den Frischmarkt und die verarbeitende Industrie, oder als gärtnerischer Feldgemüseanbau zur Erzeugung von Frischgemüse in Marktnähe mit entsprechenden gärtnerischen Arbeitsmethoden und Hilfsmitteln angebaut. Zur Ernteverfrühung erfolgen Pflanzenzucht und Anbau teils unter Folie und Flies. Eine weitere Anbauform ist der intensive Gemüseanbau auf relativ kleinen Flächen, auch unter Einbeziehung von Glas- und Kunststoffhäusern. Die wichtigsten Kohlgemüsearten sind: Weißkohl, Rotkohl, Wirsingkohl, Grünkohl, Rosenkohl, Blumenkohl, Chinakohl und Kohlrabi.

Nachfolgend sind in Tabelle 29 die für die Beurteilung des Verbreitungsrisikos durch freilebende Tierarten wesentlichen Produktionsdaten von Kohlgemüse zusammengefaßt. Danach sind Weißkohl, Grünkohl und Rosenkohl hervorzuheben, da diese auf dem Freiland ausgesät werden. Weißkohl zeigt eine große ökologische Anbaubreite. Frühkohlanbau erfolgt besonders auf leichteren und wärmeren Standorten mit Bewässerung. Sehr erfolgreich ist auch der Anbau von Herbst- und Lagerkohl in niederschlagsreicheren Gebieten auf schweren Böden. Grünkohl ist die winterhärteste Gemüseart. Rosenkohl wird zunehmend großflächig, sowohl als Direktsaat als auch als Pflanzung angebaut. In Abhängigkeit des Anbaues und der Pflan-

zung werden Weißkohl, Rotkohl und Wirsing zusätzlich mit den Vorsilben Früh-, Herbst- und Dauer- klassifiziert.

Tabelle 29

Produktionsdaten von Kohlgemüse

Kohlart	Anzucht ¹	Zeit: Saat/Pflanzung Wochen	Saatzeit Freiland Monat	Saatmenge kg ha ⁻¹	Zeit bis Ernte Wochen	marktfähiges Produkt
Weißkohl, spät	G, K, F	9 - 10	III - VI	0,5	20 - 24	Kohlkopf
Rotkohl	G, K	9 - 10	III - V	0,4	14 - 24	Kohlkopf
Wirsingkohl	G, K	8 - 10	II - XI		10 - 16	Kohlkopf
Grünkohl	G, K, F	6 - 8	VI - VII	0,7	20 - 28	Blätter
Rosenkohl	K, F	6 - 10	VI - VII	0,5	12 - 16	Rosen
Blumenkohl	G	9 - 10	III - VII	0,4	10 - 12	Blume mit Blütenachse
Kohlrabi	G, K	5 - 6	III - VII	1,5	6 - 12	Sproßknolle

¹G = Gewächshaus; K = Kastenbeet, Frühbeet; F = Freiland-Saatbeet

In Tabelle 30 sind die wesentlichen Daten über Keimfähigkeit und Keimzeit ausgewiesen.

Tabelle 30

Tausendkorngewicht (TKG) Keimfähigkeit, Keimtemperatur und Keimzeit

	TKG g	Keimfähigkeit Jahre	opt. Keimtemperatur °C	Keimzeit Tage
Weißkohl, spät	2,6	3 - 5	15 - 20	3 - 10
Rotkohl	1,6	3 - 5	15 - 20	3 - 10
Wirsingkohl	1,6	3 - 5	15 - 20	3 - 10
Grünkohl	1,6	3 - 5	15 - 20	3 - 10
Rosenkohl	1,6	3 - 5	15 - 20	3 - 10
Blumenkohl	3	3 - 5	15 - 25	3 - 10
Kohlrabi	2	3 - 5	15 - 20	3 - 10

Die durchschnittlichen Erntemengen sind in den Tabellen 31 und 32 zusammengefaßt. Dabei fanden nur diejenigen Kohlarten Berücksichtigung die auf dem Freiland angesät werden.

Tabelle 31

**Durchschnittliche Erntemenge von Weiß- und Grünkohl
(Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Weißkohl ¹			Grünkohl		
	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	573	555,9	318336	14		
1998	536	593,1	317725	19		
Bayern						
1997	1028	488,4	502151	11	130,4	1447
1998	1051	505,8	531333	13	134,2	1679
Brandenburg						
1997	146	464,5	67984	8	123,5	1040
1998	103	546,1	56221	14	152,4	2077
Hessen						
1997	609	644,9	392511	36	239,6	8731
1998	522	687,4	358979	17	212,7	3716
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	103	567,1	58317	175	151,5	26491
1998	92	652,4	60078	119	141,5	16809
Niedersachsen						
1997	371	584,4	216717	287	162,5	46634
1998	314	551,3	172984	280	160,1	44783
Nordrhein-Westfalen						
1997	1377	579,0	797368	428	195,8	83801
1998	1371	622,7	853798	324	184,7	59735
Rheinland-Pfalz						
1997	168	387,6	65265	49		
1998	138	392,6	54051	45		
Saarland						
1997	16			2		
1998	14			2		
Sachsen						
1997	116	528,3	61425	1	195,6	
1998	79	636,6	50599	21	152,6	
Sachsen-Anhalt						
1997	62	326,0	20303	6	159,8	964
1998	26	345,4	9029	6	154,8	882
Schleswig-Holstein						
1997	2593	893,6	2316882	31	208,3	6528
1998	2593	773,7	2006369	46	246,1	11257
Thüringen						
1997	401	734,4	294511	1	241,8	156
1998	313	810,7	253358	1	171,3	119
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	31			7		
1998	34			5		
Deutschland						
1995	7626	660,1	5033860	1007	171,2	172464
1997	7594	676,9	5140642	1057	179,0	189180
1998	7186	661,6	4753813	911	172,4	157028

¹ einschl. Früh-, Herbst- und Dauerweißkohl

Tabelle 32**Durchschnittliche Erntemenge von Rosenkohl (Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg			
1997	80	113,0	9080
1998	85	117,3	10008
Bayern			
1997	38	86,1	3306
1998	39	93,7	3675
Brandenburg			
1997	141,8	11136	
1998	142,8	10793	
Hessen			
1997	39	142,0	5591
1998	40	141,2	5601
Mecklenburg-Vorpommern			
1997	53	175,8	9247
1998	70	177,3	12462
Niedersachsen			
1997	73	116,2	8476
1998	71	118,5	8384
Nordrhein-Westfalen			
1997	131	146,9	19181
1998	94	151,8	14235
Rheinland-Pfalz			
1997	22		
1998	21		
Saarland			
1997	1		
1998	1		
Sachsen			
1997	16	93,3	
1998	5	134,6	
Sachsen-Anhalt			
1997	8	85,7	680
1998	6	64,8	372
Schleswig-Holstein			
1997	42	140,1	5838
1998	56	198,8	11226
Thüringen			
1997	3	214,2	550
1998	2	178,9	388
Berlin/Bremen/Hamburg			
1997	4		
1998	7		
Deutschland			
1995	575	121,9	70142
1997	589	132,7	78089
1998	573	143,0	81920

¹ einschl. Früh-, Herbst- und Dauerwirsing

Die Nährstoffgehalte der überwiegend auf dem Freiland gezogenen Kohlarten sind in Tabelle 33 dargestellt.

Tabelle 33**Rohnährstoffe von Kohlgemüse in g/kg Trockenmasse**

	Weißkohl	Grünkohl	Rotkohl
- Rohprotein	139	190	151
- Rohfett	25	25	22
- Rohfaser	155	170	182
- NfE*	480	485	414
- Rohasche	175	130	180
- Trockenmasse	140	150	140

*stickstofffreie Extraktstoffe

Über die Zusammensetzung der Samen liegen keine Angaben vor. In Analogie zu der Gartenkresse dürften für die Samen folgende, in Tabelle 34 zusammengefaßte, Nährstoffgehalte unterstellt werden. Der Spelzenanteil liegt bei ca. 30 %.

Tabelle 34**Rohnährstoffe von Kohlgemüsesamen in g/kg Trockenmasse in Analogie zur Gartenkresse (nach Wöhlbier, 1983)**

	Kohlsamen
- Organische Substanz	934
- Rohprotein	261
- Rohfett	253
- Rohfaser	79
- NfE*	341
- Rohasche	66
- Trockenmasse	880

*stickstofffreie Extraktstoffe

Über die Verdaulichkeiten liegen keine Untersuchungen vor. Wesentlich hierfür ist jedoch der Rohfasergehalt. Werte von ca. 8% deuten auf eine gute Verdaulichkeit. Entsprechend dürfte eine Gesamtverdaulichkeit bei Vögeln von durchschnittlich 75% unterstellt werden. Bei Kleinnager dürften entsprechende Werte unterstellt werden (Drozd, 1968).

2.6 Senf (*Sinapis alba* und *Brassica juncea*)

In Mitteleuropa kommen Weißer Senf (*Sinapis alba*) und Sareptasenf (*Brassica juncea*, Brauner Senf) zum Anbau. Der Weiße Senf ist ein Kreuzblütler, der nur in der Sommerform vorkommt. Wegen des Langtagcharakters ist eine zeitige Jugendentwicklung für eine hohe Kornertragsleistung essentiell. Die Bewurzelung ist schwächer als beim Raps. Der Sproß ist dicht, steif behaart und im oberen Drittel verzweigt. Die grasgrünen Blätter sind fiederartig gespalten und am Rande stark gezähnt. Die lockere, doldige Traube trägt gelbe Blüten. Fremdbefruchtung herrscht vor. Die Schoten sind 1 bis 2 cm lang. Die hellgelben, kugeligen Samen haben ein Tausendkorngewicht von 4 bis 9 g. Für den Anbau geeignete Böden sind nur solche, die sich im neutralen bis alkalischen Bereich befinden und eine gute Wasserfüh-

ung aufweisen. Die Aussaat findet zwischen März und Anfang April statt. Die Saatmenge liegt bei 8 - 20 kg je Hektar, bei einer Aussaattiefe von 1 - 2 cm.

Der Sareptasenf unterscheidet sich morphologisch gegenüber dem Weißen Senf. Der Stengel wird bis zu 150 cm hoch und ist relativ wenig verzweigt. Die Blätter sind stark gelappt und teilweise gezähnt, die oberen Blätter langzettlich, spitz zulaufend und schwach behaart. An den dichten Blütenständen ragen die Knospen über die aufgeblühten gelben Blüten hinaus. Die Fremdbefruchtung überwiegt. Die Schoten sind schmal, 3 bis 5 cm lang. Die Samenfarbe liegt zwischen braunschwarz und goldgelb. Die Tausendkorngewicht beträgt 1,7 - 2,8 g. Die optimale Aussaat liegt Anfang April, bei einer Saatmenge von 4 - 6 kg je Hektar.

Der Anbau ist aufgrund der nicht kostendeckenden Erlöse und fehlender Flächenbeihilfen unbedeutend. Diebenbrock et al. (1999) führen aus, dass in der ehemaligen DDR bis 1989 auf ca. 5000 ha für Weißen Senf bzw. 1200 ha für Sareptasenf ein Ertragspotential im Bereich von 12 16 dt. je Hektar erzielt worden ist.

Häufiger wird in Deutschland Weißer Senf als Stoppelsaat in der Fruchtfolge von Getreide eingesetzt. Entsprechend erfolgt die Saatzeit hier zwischen dem 10. und 20. August in einer Saatstärke von 15 - 25 kg je Hektar. Die Nutzung der Pflanze erfolgt überwiegend als Grünfutter mit einem optimalen Schnittzeitpunkt vor Blühbeginn. Die hierfür benötigte Vegetationszeit beträgt ca. 50 bis 60 Tage. Das Verbreitungsrisiko liegt bei dieser Nutzungsform somit ausschließlich im Bereich der Aussaat.

Die Nährstoffgehalte der Samen von weißem Senf sind in Tabelle 35 angegeben. Ergänzend sind die Inhaltsstoffe für Ackersenf (*Sinapis arvensis*) und schwarzen Senf (*Brassica nigra*) dokumentiert.

Tabelle 35

Rohnährstoffe von Senfkörnern in g/kg Trockenmasse (nach Jeroch et al., 1993)

	Schwarzer Senf	Weißer Senf	Ackersenf
- Organische Substanz	948	948	932
- Rohprotein	328	330	282
- Rohfett	304	303	291
- Rohfaser	104	90	116
- NfE*	212	225	243
- Rohasche	52	52	68
- Trockenmasse	880	880	880

*stickstofffreie Extraktstoffe

Verdaulichkeitsuntersuchungen liegen nur wenige vor. Die bei Rindern erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 36 ausgewiesen.

Tabelle 36**Verdaulichkeit (%) von Senfkörnern für Wiederkäuer**

	Schwarzer Senf	Weißer Senf
- Organische Substanz	82	81
- Rohprotein	85	87
- Rohfett	88	89
- Rohfaser	60	54
- NfE	80	74

*stickstofffreie Extraktstoffe

2.7 Rettich/Radies (*Raphanus sativus*)

Die Erntemengen im Freiland sind in Tabelle 37 ausgewiesen. Danach liegen die größten Anbauflächen für Rettich in Rheinland-Pfalz, gefolgt von Baden-Württemberg und Bayern. Radies wird vorwiegend in Rheinland-Pfalz angebaut.

Tabelle 37**Durchschnittliche Erntemenge von Rettich und Radies im Freiland
(Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Fläche (ha)	Rettich Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Radies Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	172	252,7	43384	62	134,5	8343
1998	173	252,0	43473	74	134,6	9913
Bayern						
1997	178	186,2	33125	71	113,9	8042
1998	182	205,8	37464	93	131,7	12193
Brandenburg						
1997	10	290,9		27	102,7	2823
1998	8	541,6		33	215,0	7007
Hessen						
1997	50	353,8	17669	22	119,3	2577
1998	40	315,0	12726	21	110,2	2300
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	0			2	122,2	187
1998	0			2	190,4	425
Niedersachsen						
1997	36	244,9	8902	29	127,8	3655
1998	27	233,8	6355	10	147,1	1478
Nordrhein-Westfalen						
1997	74	204,0	15068	41	125,1	5172
1998	72	208,2	14943	32	142,7	4563
Rheinland-Pfalz						
1997	417	290,1	121053	1736	297,9	517029
1998	432	294,1	127007	1904	302,5	576011
Saarland						
1997	1			1		
1998	0			1		
Sachsen						
1997	2	240,8	554	62	278,6	17223
1998	5	246,0	1127	65	249,3	16259
Sachsen-Anhalt						
1997	0			49	99,4	4901
1998	0			234	176,1	41139
Schleswig-Holstein						
1997	2			6		
1998	1			4		

Fortsetzung von Tabelle 37

	Fläche (ha)	Rettich Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Radies Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Thüringen						
1997	0			1	186,4	207
1998	1			1		
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	0			7		
1998	0			5		
Deutschland						
1995	991	278,4	275892	1378	274,0	377528
1997	943	258,3	243664	2118	270,6	573286
1998	941	263,6	247979	2481	271,8	674325

Das Risiko der Verbreitung durch freilebende Tierarten liegt hier ebenfalls im Bereich der Aussaat. Die hierfür erforderlichen Angaben sind in Tabelle 38 ausgewiesen. Bei Einzelkornsaaten sind im Mittel 3 - 5 kg je Hektar anzusetzen. Bei Drillsaaten liegen die Saatgutmengen bei 20 - 40 kg (Radies) bzw. 12 - 15 kg/ha (Rettich).

Tabelle 38**Angaben zur Ansaat**

Art	Anzucht ¹	Zeit: Saat/Pflanzung Wochen	Saatzeit Freiland Monat	Drillsaat kg ha ⁻¹
Rettich	G,K, F	8	III bis IV/ VII bis VIII	12 - 15
Radies	G,K, F	8	ab III	20 - 40

¹G = Gewächshaus; K = Kastenbeet, Frühbeet; F = Freiland-Saatbeet

Die Keimfähigkeit ist bei Normallagerung wie bei den Kohlarten bei 3 - 5 Jahre anzusetzen. Die optimale Keimtemperatur liegt bei 20 bis 25 °C. Die Keimzeit beträgt 4 bis 6 Tage. Die Erntezeit liegt ab Ende April für Radies bzw. ab Mai und bei Spätsaaten ab September.

Die Inhaltsstoffe von Rettich und Radies sind in Tabelle 39 zusammengefaßt.

Tabelle 39**Rohnährstoffe von Rettich und Radies in g/kg Frischmasse (nach Souci et al., 1994)**

	Rettich	Radies
- Rohprotein	10,5	10,5
- Rohfett	1,5	1,4
- Rohfaser	25,0	16,3
- NfE*	18,9	21,3
- Rohasche	7,5	9,0
- Trockenmasse	65,0	56,0

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeiten dürften im Bereich der für Rüben angegebenen Werte liegen. Über die Zusammensetzung der Samen liegen keine verwertbaren Angaben vor. Es darf jedoch unterstellt werden, dass diese sowohl hinsichtlich der Inhaltsstoffe als auch der Verdaulichkeit keine wesentlichen Unterschiede zu den vorgenannten Samen aufweisen.

2.8 Lein (*Linum usitatissimum*)

Auf der Basis der landwirtschaftlichen Nutzung wird die formenreiche Art *Linum usitatissimum* in drei Nutzungstypen differenziert: Faserlein (Faser), Kombinationslein (Öl und Faser) sowie Öllein (Öl). Das Wurzelsystem besteht aus einer Pfahlwurzel mit feinen Seitenwurzeln. Die Wuchsformen des Sprosses unterscheiden sich im wesentlichen durch die Basal- und Grundverzweigung und die Blütenstandverzweigungen. Während die Faserleine nur einen langen Stengel mit schwacher Blütenstandverzweigung ausbilden, ist bei Öllein eine ausgeprägte Verzweigung typisch. Als Festigungselemente dienen etwa 20 bis 50 Bastfaserbündel. Die Blüten sind fünfzählig. Die Staubblätter sind ca. 5 mm lang und umgeben den Stempel. Lein ist Selbstbefruchter. Der Blütenbau läßt jedoch auch eine Fremdbefruchtung zu. Die Auskreuzungsrate wird mit 5% angesetzt. Die Frucht ist eine fünffächrige Kapsel mit je 2 Samen pro Fach. Im Durchschnitt werden pro Kapsel 8,6 Samen gefunden. Der Samen ist aus Testa, Endosperm und Keimling mit Kotyledonen, Keimachse und Radicula zusammengesetzt. Als Langtagpflanze erfolgt die Aussaat zwischen Ende März und Anfang April. Die Saatstärke liegt bei 200 Samen je m². Die Saattiefe sollte zwischen 2 und 3 cm betragen.

Nach einer Vegetationszeit von ca. 110 Tagen wird Öllein mittels Mähdruschverfahren geerntet. Faserlein wird mit Hilfe einer Raufmaschine 7 bis 10 Tage vor der Vollreife (Rascheln der Samen in der Kapsel) mit dem Wurzelansatz aus dem Boden gezogen.

Die Anbauflächen sind in Tabelle 40 aufgeführt. Dabei liegen nur für Faserlein differenzierte Angaben vor. Öllein ist in der Rubrik "andere Ölfrüchte" für technische Zwecke enthalten. Da hier auch Körnersenf Berücksichtigung findet, werden die für die Ölfrüchte vorliegenden Angaben ebenfalls aufgeführt. Während die Anbaufläche für die anderen Ölfrüchte weitestgehend stagniert, hat sich seit 1995 die Anbaufläche für Faserlein um 93,8% erhöht.

Tabelle 40

Anbauflächen von Faserlein und anderen Ölfrüchten

	Faserlein Fläche (ha)	andere Ölfrüchte Fläche (ha)
Baden-Württemberg		
1997	226	609
1998	326	609
Bayern		
1997	2329	255
1998	2735	297
Brandenburg		
1997	42799	200
1998	46630	259
Hessen		
1997	1027	723
1998	1812	399
Mecklenburg-Vorpommern		
1997	10489	32
1998	13225	56
Niedersachsen		
1997	2623	338
1998	3427	803
Nordrhein-Westfalen		
1997	47	226
1998	10	322
Rheinland-Pfalz		
1997	744	99
1998	1472	121

Fortsetzung von Tabelle 40

	Faserlein Fläche (ha)	andere Ölfrüchte Fläche (ha)
Saarland		
1997	95	11
1998	130	3
Sachsen		
1997	7366	1183
1998	8350	2081
Sachsen-Anhalt		
1997	17442	4861
1998	21264	5020
Schleswig-Holstein		
1997	1002	7
1998	728	21
Thüringen		
1997	3025	155
1998	3561	110
Berlin/Bremen/Hamburg		
1997	0	9
1998	0	15
Deutschland		
1995	53504	12238
1997	89215	8708
1998	103669	10116

Die Inhaltsstoffe von Leinsamen sind in Tabelle 41 ausgewiesen. Die Leinsamen sind sehr fettreich und von einer schleimbildenden Substanz umgeben. Die Nährstoffgehalte werden von der Witterung, den Anbaumaßnahmen und der Düngung beeinflusst. Die Inhaltsstoffe der anderen Ölfrüchten entsprechen in der Regel der Zusammensetzung des Ackersenfes (s. Tabelle 35). Die Zusammensetzung der Samen von Faserlein, Kombinationslein und Öllein dürften weitestgehend identisch sein. Entsprechend sind die nachfolgenden Werte als Durchschnittswerte der genannten Nutzungstypen anzusehen.

Tabelle 41**Rohnährstoffe von Leinsamen in g/kg Trockenmasse**

	Leinsamen
- Organische Substanz	948
- Rohprotein	252
- Rohfett	367
- Rohfaser	73
- NfE*	256
- Rohasche	52
- Trockenmasse	910

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeitswerte sind Tabelle 42 zu entnehmen.

Tabelle 42**Verdaulichkeit (%) von Leinsamen**

Verdaulichkeit (%)	
Organische Substanz	
- Wiederkäuer*	71
- Geflügel	78
- Kaninchen	75
- Ratte	71
Rohprotein	
- Wiederkäuer*	74
- Geflügel	90
- Kaninchen	74
- Ratte	63
Rohfett	
- Wiederkäuer*	83
- Geflügel	93
- Kaninchen	94
- Ratte	84
Rohfaser	
- Wiederkäuer*	28
- Geflügel	6
- Kaninchen	29
- Ratte	40
NfE**	
- Wiederkäuer*	70
- Geflügel	60
- Kaninchen	61
- Ratte	71

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.9 Luzerne (*Medicago ssp.*)

In Deutschland wird überwiegend der winterfeste Bastardluzern (*Medicago varia* MART.) angebaut. Das Wurzelsystem wird im Ansaatjahr im Vorlauf zur oberirdischen Masse ausgebildet. Der oberirdische Wurzelkopf ist Speicherorgan für Assimilate und Ort der Erneuerungsknospen der Hauptsprosse. Die Sprosse erreichen eine Wuchshöhe von bis zu 120 cm. Nach der Mahd bilden sich Erneuerungstriebe. Das Luzerneblatt ist dreigeteilt, mit gezähntem Blatt- rand im oberen Drittel. Der racemöse Blütenstand weist 10 bis 20 typische Schmetterlings- blüten auf. Nach Bienenbestäubung werden gewundene Hülsen mit bohnenförmigen Samen ausgebildet. Die durchschnittliche Tausendkornmasse liegt bei 1,9 bis 2,2 g. Aufgrund der Unverträglichkeit mit anderen Leguminosen sind Anbauphasen von mindestens vier Jahren erforderlich. Bei einem unterstellten Feldaufgangswert von 50% reichen 12 - 18 kg Saatgut. Die Saattiefe sollte 1 - 2 cm betragen. Nach Schmidt und Martin werden die in Tabelle 43 ausgewiesenen Ansaatmethoden durchgeführt.

Tabelle 43**Ansaatmethoden für Luzerne (nach Schmidt und Martin, 1985)**

Ansaatmethode	Saatzeit Monat	Saatmenge kg/ha
Frühjahrsblanksaat	IV	10 - 14
Vorsommerblanksaat	V - VI	12 - 16
Sommerblanksaat	VII - VIII	12 - 16
Einsaaten in Körnergetreide	IV	16 - 20
Einsaaten in Gründeckfrüchte	IV	14 - 18
Ansaat mit Partner*	IV - V	10 - 14

*Hafer, Gerste, Grünmais

Die Erntemengen bezogen auf die Frischmasse sind in Tabelle 44 ausgewiesen. Unberücksichtigt blieben die Einsaaten in Körnergetreide und die Gründeckfrüchte. Für Futterzwecke wird der Schnitzeitpunkt bis Blüte bevorzugt. Damit dürfte mit Ausnahme der Aussaatperiode kein Verbreitungsrisiko durch freilebende Tierarten vorhanden sein. Allerdings bei Einsaaten in das Körnergetreide ist das Verbreitungsrisiko weitaus größer, da der späte Erntetermin eine Ausbildung der Samen zulässt.

Tabelle 44**Durchschnittliche Erntemenge von Luzerne (Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg			
1997	4924	80,8	39804
1998	4450	77,7	34592
Bayern			
1997	6932	87,9	60929
1998	6239	89,1	55585
Brandenburg			
1997	9611	80,2	77080
1998	8132	85,3	69366
Hessen			
1997	748	73,1	5466
1998	784	65,8	5162
Mecklenburg-Vorpommern			
1997	825	65,9	5435
1998	483	86,5	4180
Niedersachsen			
1997	195	92,8	1806
1998	280	102,0	2860
Nordrhein-Westfalen			
1997	741	84,5	6265
1998	825	91,5	7550
Rheinland-Pfalz			
1997	946	70,6	6682
1998	911	73,0	6652
Saarland			
1997	238	79,2	1887
1998	218	73,0	1595
Sachsen			
1997	3148	92,4	29091
1998	2525	96,8	24440
Sachsen-Anhalt			
1997	5038	90,0	45360
1998	4780	94,5	45149

Fortsetzung von Tabelle 44

	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Schleswig-Holstein			
1997	33		
1998	167		
Thüringen			
1997	4094	98,4	40296
1998	6245	83,8	52322
Berlin/Bremen/Hamburg			
1997	7	80,2	53
1998	7	85,3	56
Deutschland			
1995	49266	86,9	428101
1997	37481	85,5	320430
1998	36046	86,2	310898

Da hier schwerpunktmäßig das Risiko einer möglichen Verbreitung durch freilebende Tierarten Berücksichtigung finden soll, sind in Tabelle 45 nur die Rohnährstoffgehalte von Luzernesamen und ergänzend die Verdaulichkeitswerte aufgeführt.

Tabelle 45

Rohnährstoffe von Luzernesamen in g/kg Trockenmasse und die Verdaulichkeit in %

	Samen g/kg TM	Verdaulichkeit in %
- Organische Substanz	950	83
- Rohprotein	376	84
- Rohfett	119	86
- Rohfaser	92	62
- NfE*	362	87
- Rohasche	50	
- Trockenmasse	890	

*stickstofffreie Extraktstoffe

2.10 Chicorée (*Cichorium intybus*)

Vergleichbar mit anderem Salatgemüse erfolgt die Aussaat im Freiland. Entsprechend ist das Verbreitungsrisiko durch freilebende Tierarten auf die Phase der Aussaat begrenzt. Das Tausendkorngewicht der Samen beträgt 2 - 2,4 g. Die Keimfähigkeit liegt zwischen 2 und 4 Jahren. Die optimale Keimtemperatur wird bei 20 - 25 °C angesetzt. Die Aussaat wird in den Monaten zwischen April und August vorgenommen. Die Erntezeit reicht bis in den November hinein. Die Saatgutmenge wird mit 2 - 3 kg je Hektar angesetzt. Die Keimzeit beträgt 5 - 14 Tage bei, einer Dauer zwischen Saat bis Pflanzung von 40 Tagen. Vergleichbare Werte können für andere Salatgemüsesorten als Grundlage für die Abschätzung des Verbreitungsrisikos durch freilebende Tierarten herangezogen werden.

Dezidierte Angaben über die Anbauflächen von Chicorée liegen nicht vor. Nach den Angaben des Statistischen Bundesamtes (1999) können die in Tabelle 46 ausgewiesenen Flächen für die quantitative Abschätzung herangezogen werden.

Tabelle 46**Anbauflächen für Chicorée (Statistisches Bundesamt, 1999)**

	Fläche (ha)
Baden-Württemberg	
1998	x
1999	x
Bayern	
1998	8
1999	5
Brandenburg	
1998	84
1999	84
Hessen	
1998	x
1999	x
Mecklenburg-Vorpommern	
1998	0
1999	2
Niedersachsen	
1998	x
1999	x
Nordrhein-Westfalen	
1998	73
1999	87
Rheinland-Pfalz	
1998	15
1999	42
Saarland	
1998	0
1999	0
Sachsen	
1998	61
1999	65
Sachsen-Anhalt	
1998	x
1999	0
Schleswig-Holstein	
1998	8
1999	8
Thüringen	
1998	14

Die Rohnährstoffgehalte für Chicorée sind in Tabelle 47 ausgewiesen.

Tabelle 47**Rohnährstoffe von Chicorée in g/kg Trockenmasse**

	Chicorée
- Rohprotein	90
- Rohfett	10
- Rohfaser	150
- NfE*	660
- Rohasche	90
- Trockenmasse	125

*stickstofffreie Extraktstoffe

Über die Zusammensetzung der Samen liegen keine Angaben in der zugänglichen Literatur vor. Die Zusammensetzung dürfte jedoch weitestgehend mit der von Beta-Rüben identisch sein.

2.11 Beta-Rüben (*Beta vulgaris*)

Die Gattung *Beta* ist systematisch in die Familie der Chenopodiaceae eingeordnet. Anhand physiologischer Kriterien ergibt sich eine weitere Unterteilung. Innerhalb der Art *Beta vulgaris* finden sich Zucker- und Futter-(Runkel-)rübe. Die Beta-Rüben sind zweijährige, fremdbefruchtete Pflanzen, die zur Keimung eine Mindesttemperatur von 4 bis 5 °C benötigen und im ersten Vegetationsjahr den Rübenkörper sowie grundständige, langstielige, löffel- bis herzförmige Blätter ausbilden. Sofern sich die Primärwurzel nicht verzweigt, bildet sie eine bis zu 2,5 m lange Hauptwurzel. Nach der Entfaltung der Kotyledonen wird das sekundäre Dickenwachstum durch das auf der äußeren Schicht des Zentralzylinders befindliche Kambium eingeleitet. Dabei wird die primäre Rinde gesprengt. Im Laufe des Jahres erfolgt mehrmalig eine Anlage von Holz- und Bastringen. Der Rübenkörper bildet die Gesamtheit von gestauchter Sprossachse, Hypokotyl und verdickter Primärwurzel. Je größer der Wassergehalt, desto günstiger ist die Erntbarkeit, da die Rüben zunehmend aus dem Boden ragen. Gleichzeitig sinkt jedoch der Blattanteil und die Haltbarkeit. Der Abschluß der Entwicklung im ersten Vegetationsjahr ist durch den Abbau der Schoßhemmung gekennzeichnet. Zum Abbau der Schoßhemmung bedarf es eines Kältereizes. Danach schossen die Rüben und bilden einen verzweigten Stengel. Die Blüten bilden ein von den miteinander verwachsenen Perigonblättern umhülltes Samenknauel. Je Pflanze können bis 20000 Blüten ausgebildet sein. Blühbeginn ist Ende Juni bis Anfang Juli. Die Dauer beträgt etwa 40 Tage. Die Bestäubung erfolgt durch Wind. Die Abreife verläuft unausgeglichen.

Infolge unterschiedlicher Temperaturreize kann es sowohl zu den Fröhschossern, aber auch durch Schoßhemmung im zweiten Vegetationsjahr zu den Spätschossern kommen. Häufig treten Wildrüben als Schosser auf. Diese bergen für die Verbreitung durch freilebende Tierarten ein erhebliches Risiko, da diese im Rübenbestand kleine meist unbemerkte Samenträger ausbilden. Diese Samen spalten als F₂ auf und bilden nach Vernalisation, insbesondere bei überjährigem Rübenanbau, Samenträger im Rübenbestand.

Die Aussaatmenge liegt durchschnittlich bei 30 - 35 kg je Hektar. Das Saatgut steht in pillierter Form zur Verfügung und ist in der Regel mit Wirkstoffen in der Hüllmasse versehen, um das Auflaufen zu sichern. Je früher die Aussaat, desto länger wird die Vegetationszeit und damit die Ertragserwartung. Gleichzeitig steigt aber auch das Risiko von Fröhschossen und damit das Verbreitungsrisiko durch freilebende Tierarten.

In Tabelle 48 sind Angaben zu den Erntemengen von Zucker- und Futterrüben zusammengefaßt.

Tabelle 48

**Durchschnittliche Erntemenge von Zucker- und Futterrüben zur Rübengewinnung
(Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Zuckerrüben			Futterrüben		
	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	21986	568,1	1249105	1928	1234,5	237998
1998	23225	579,0	1344781	1272	1263,4	160732
Bayern						
1997	78194	588,5	4601722	3784	1179,7	446414
1998	79700	630,4	5024307	3080	1235,6	380543
Brandenburg						
1997	12517	411,7	515304	281	802,1	22512
1998	13061	491,0	641298	269	927,7	24955
Hessen						
1997	20478	499,9	1023690	1093	957,1	104615
1998	20731	547,9	1135827	928	1010,9	93810
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	33660	450,1	1515041	404	648,2	26178
1998	32440	474,1	1537972	322	657,7	21206
Niedersachsen						
1997	129757	506,7	6574812	3220	787,8	253691
1998	128144	529,4	6783784	2583	781,2	201755
Nordrhein-Westfalen						
1997	76750	547,8	4204463	2785	926,8	258164
1998	76913	541,9	4167615	2619	882,6	231146
Rheinland-Pfalz						
1997	23026	515,7	1187468	1036	1023,0	106005
1998	23834	542,9	1293950	723	1078,8	78003
Saarland						
1997	x	x	x	49	865,0	4219
1998	x	x	x	48	894,0	4288
Sachsen						
1997	18525	466,7	864576	712	635,0	45204
1998	18696	517,4	967319	610	704,1	42947
Sachsen-Anhalt						
1997	60267	464,3	2798455	522	629,6	32890
1998	58506	480,2	2809347	281	668,2	18770
Schleswig-Holstein						
1997	15318	519,6	795911	791	851,1	67291
1998	15096	479,5	723853	465	769,4	35751
Thüringen						
1997	13172	469,9	619013	710	747,2	53072
1998	12995	504,8	656013	486	742,6	36092
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	12	483,8	583	24	800,4	1913
1998	35	457,7	1585	12	761,8	905
Deutschland						
1995	512850	507,9	26048756	23020	942,0	2168433
1997	503664	511,6	25768883	17339	957,5	1660166
1998	503376	532,2	26787164	13698	971,6	1330933

Die Nährstoffgehalte der Zucker- und Futterrübensamen sind in Tabelle 49 dargestellt. Der Nährstoffgehalt ist nicht hoch, was aus dem relativ hohen Rohfasergehalt resultiert.

Tabelle 49**Rohnährstoffe von Zucker- und Futterrübensamen in g/kg Trockenmasse**

	Samen Zuckerrübe	Samen Futterrübe
- Organische Substanz	894	930
- Rohprotein	127	117
- Rohfett	54	41
- Rohfaser	386	365
- NfE*	327	400
- Rohasche	106	70
- Trockenmasse	900	900

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeitswerte sind in Tabelle 50 ausgewiesen.

Tabelle 50**Verdaulichkeit (%) von Zucker- und Futterrübensamen**

Verdaulichkeit (%)	Samen Zuckerrübe	Samen Futterrübe
Organische Substanz		
- Wiederkäuer*	56	57
- Kaninchen		31
Rohprotein		
- Wiederkäuer*	60	61
- Kaninchen		51
Rohfett		
- Wiederkäuer*	60	60
- Kaninchen		95
Rohfaser		
- Wiederkäuer*	35	35
- Kaninchen		6
NfE**		
- Wiederkäuer*	60	62
- Kaninchen		39

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.12 Körnerleguminosen (*Vicia*, *Phaseolus*, *Pisum*)**2.12.1 Ackerbohne (*Vicia faba*)**

Die Ackerbohne bildet als Tiefwurzler eine bis 1,7 m tiefe Pfahlwurzel aus, die mit schräg nach unten versehenen Nebenwurzeln ausgestattet ist. In der Zone der stärksten Bewurzelung sind die Knöllchen ausgebildet. Der Stengel ist vierkantig, verzweigt und bis zu 2 m hoch. Die Laubblätter sind paarig gefiedert und wechselseitig angeordnet. Das Fiederblatt besteht aus 2 bis 3 ganzrandigen, ovalen bis elliptischen Fiederpaaren und endet in einer verkümmerten Ranke. Ab dem 5. bis 6. Knoten folgt der Blütenansatz. Die traubenförmigen Blütenstände bestehen aus bis zu neun Blüten, die aber nicht vollzählig zu Hülsen ausgebildet werden. Die

Blütenblätter sind sortenspezifisch gefärbt. Je Fruchtstand werden 3 bis 4 Hülsen gebildet. Die Hülsen sind zunächst grün, später zur Reife braun bis schwarz gefärbt. Die ganze Pflanze bildet unter günstigsten Umständen 30 bis 40, unter praktischen Bedingungen meist jedoch nur 8 bis 12 Hülsen aus. Die Größe und Masse der Samen variiert je nach Sortenspezifität. Die Samenschale ist mattglänzend, die Samenschwiele dunkel und der Nabel schwarz. Die Entwicklungsdauer beträgt etwa 160 bis 180 Tage, wobei mehr oder weniger deutlich voneinander unterscheidbare Entwicklungsstadien durchlaufen werden. Die Ackerbohne keimt hypogäisch bei einer Minimaltemperatur von 1 - 2 °C. Die Ansprüche an die Wasserversorgung sind im Keimstadium hoch. Bevorzugt werden deshalb tiefgründige, bindige Böden mit hoher Speicher- und Pufferkapazität in Gebieten mit niedrigen Temperaturen ohne Trockenheitsbelastung (z. B. Junge Marsch). Die Aussaat sollte nach entsprechender Saatbettbereitung bei einer Saattiefe zwischen 8 und 10 cm ab Februar erfolgen. Die Kältetoleranz kann bei Sommerformen auf bis zu -8 bis -10 °C ansteigen. Bei Winterformen liegt die Kältetoleranz bei -15 °C. Die wirksamen Temperaturen für die Vernalisation liegen bei 8 bis 10 °C. In der Zeit zwischen Mai und Juni ist das Wachstum durch einen steigenden Blattflächenindex gekennzeichnet. Die Gesamtblühdauer wird mit 1 bis 20 Tage angegeben. Die Ackerbohne ist je nach Witterungsbedingungen sowohl Selbst- als auch Fremdbefruchter. Der Hülsenansatz aus den fertilen Blüten ist mit 5 - 25% sehr gering. Je Hülse werden zwischen 3 und 6 Samen angelegt. Die in der landwirtschaftlichen Nutzung verwandten Sorten weisen ein Tausendkornmasse zwischen 200 und 550 g auf. Die Tendenz zielt jedoch auf großkörnige Samen mit Tausendkornmassen über 600 g. Je größer die Körner, desto problematischer ist jedoch auch der Keimungsverlauf.

2.12.2 Phaseolusbohne (*Phaseolus vulgaris*)

Phaseolus wird unter Feldbedingungen als Buschbohne (Körnernutzung) und im gärtnerischen Anbau sowohl als Busch- als auch Stangenbohne genutzt. Hinsichtlich Wuchstyp und Samenfarbe liegt eine hohe Formenvielfalt vor. Die Stangenbohne ist eine einjährige linkswindende Schlingpflanze, die Buschbohne eine einjährige, stark verzweigte, nur 60 bis 80 cm hohe buschige Pflanze. Wegen des hohen Keimtemperaturbedarfes ist eine Aussaat erst ab Mitte Mai sinnvoll. Bei einer Saattiefe von 2 bis 4 cm werden bei Busch- bzw. Stangenbohnen 25 bis 45 Körner bzw. 15 bis 25 Körner je m² ausgesät. Das Wurzelsystem besteht aus einer kurzen Pfahlwurzel mit langen Seitenwurzeln. Die Laubblätter setzen sich aus drei Einzelblättern, die oberseitig knotig strukturiert und unterseitig mit feinen Haaren besetzt sind, zusammen. Aus den Blattachsen der Sprosse gehen traubige Blütenstände mit 3 bis 5 weißen Schmetterlingsblüten hervor. Die schlanken Hülsen sind ca. 20 cm lang und bilden 5 bis 10 nierenförmige Samen mit einer Tausendkornmasse zwischen 200 und 350 g. Selbstbefruchtung überwiegt. Wenn 75% der Hülsen vollreif sind, d. h. eine ledrig-zähe Konsistenz aufweisen, wird mit der Schwadmahd oder im Feldgemüseanbau mittels Pflückmaschinen die Ernte vorgenommen. Als Ertragsstruktur sind mit 20 Pflanzen je m², 5 Hülsen je Pflanze, mit 8 Samen pro Hülse, bei einer Tausendkornmasse von 250 g zu unterstellen.

Die Erntemengen für Acker- und Phaseolusbohnen, statistisch als Pflückbohnen zusammengefaßt, sind in Tabelle 51 zusammengefaßt.

Tabelle 51

Durchschnittliche Erntemenge von Acker- und Pflückbohnen (Busch- und Stangenbohnen (Statistisches Bundesamt, 1998)

	Fläche (ha)	Ackerbohnen Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Pflückbohnen Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	1662	34,6		419	112,4	47130
1998	1859	32,3		506	109,3	55302
Bayern						
1997	3718	36,8	13684	211	101,2	21374
1998	3802	35,5	13497	231	104,9	24237
Brandenburg						
1997	1735	27,4	4755	87	63,5	5553
1998	1723	28,0	4826	318	95,5	30332
Hessen						
1997	1036	46,7	4836	235	97,5	22889
1998	1098	41,4	4547	206	117,1	24110
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	1082	34,8	3767	61	99,5	6071
1998	914	45,5	4157	49	79,9	3921
Niedersachsen						
1997	1739	42,3	7359	231	104,0	24054
1998	1668	39,0	6500	184	87,9	16383
Nordrhein-Westfalen						
1997	1991	43,5	8664	1458	118,4	172729
1998	2114	40,4	8535	1297	120,6	156327
Rheinland-Pfalz						
1997	180	35,8	644	81		
1998	208	35,6	740	163		
Saarland						
1997	16	34,8	56	3		
1998	49	32,9	162	3		
Sachsen						
1997	4101	33,6	13780	471	81,5	38391
1998	4639	35,6	16514	559	50,0	44749
Sachsen-Anhalt						
1997	1365	29,1	3970	572	78,7	45011
1998	1134	37,5	4251	546	68,4	37370
Schleswig-Holstein						
1997	818	49,8	4076	220	119,1	26188
1998	699	42,2	2948	197	120,3	23652
Thüringen						
1997	6373	31,5	20062	422	94,4	39826
1998	3513	31,9	20771	219	90,9	19912
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	42	46,0	195	7	x	x
1998	34	36,3	123	8	x	x
Deutschland						
1995	25498	33,8	86190	4739	92,4	438034
1997	25860	35,4	91593	4482	102,8	460829
1998	26454	35,4	93575	4489	101,8	456857

Die Nährstoffgehalte der Samen von Ackerbohne und Pflückbohnen sind in Tabelle 52 zusammengefaßt.

Tabelle 52

Rohnährstoffe von Ackerbohnen der Varietäten major und minor und der Samen von Pflückbohnen in g/kg Trockenmasse

	<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>	<i>Vicia faba</i> var. <i>major</i>	Samen Pflückbohne
- Organische Substanz	960	962	958
- Rohprotein	303	284	229
- Rohfett	15	12	29
- Rohfaser	88	104	83
- NfE*	553	562	618
- Rohasche	40	38	42
- Trockenmasse	880	880	890

*stickstofffreie Extraktstoffe

Verdaulichkeitsuntersuchungen liegen überwiegend nur für die *V.faba* var. *minor* vor. Unter Berücksichtigung der in Tab. 52 ausgewiesenen Nährstoffgehalte dürften die in Tabelle 53 dargestellten Ergebnisse auch für die anderen Varietäten zutreffen.

Tabelle 53

Verdaulichkeit (%) von Ackerbohnsamen der Varietät minor und Pflückbohnsamen

Verdaulichkeit (%)	<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>	Samen Pflückbohne
Organische Substanz		
- Wiederkäuer*	90	
- Schwein	82	86
Rohprotein		
- Wiederkäuer*	83	
- Schwein	84	92
Rohfett		
- Wiederkäuer*	83	
- Schwein	39	36
Rohfaser		
- Wiederkäuer*	91	
- Schwein	29	86
NfE**		
- Wiederkäuer*	94	
- Schwein	90	86

*Werte für das Schaf/**stickstofffreie Extraktstoffe

2.12.3 Erbse (*Pisum sativum*)

Innerhalb der Art *Pisum sativum* gibt es 4 Unterarten, wobei *Pisum sativum* ssp. *sativum* fünf Convarietäten zugeordnet sind. (Zuckererbse, Markerbse, Zuckermarkerbse, Futter-/Felderbse, Peluschke). Bei der Convarietät *speciosum* überwiegt die Erzeugung von Grünfutter, Silage und Heu.

Bevorzugte Standortbedingungen liegen im kontinentalen, trocken-warmen Klima im Bereich mittelschwerer, leicht saurer Böden mit ausreichender Wassernachlieferung. Die Aussaat erfolgt Mitte März bis Mitte April. Die Aussaattiefe liegt bei leichten Böden nur bei 2 cm (schwere Böden bis 6 cm). Die Saatmenge liegt bei 10% des Ernteertrages. Die Erbse gelangt bereits bei Temperaturen zwischen 1 und 6 °C zur Keimung. Der Feldaufgang verzögert sich jedoch bei tiefen Temperaturen (bei 5 °C 27 Tage, bei 10 °C 14 Tage). Nach dem Auflaufen werden anhaltende Spätfröste bis zu -5 °C vertragen. Das Wurzelsystem der Erbse ist durch eine dünne Pfahlwurzel mit guter Bewurzelung im Krumenbereich charakterisiert. Aufgrund der fehlenden Festigungselemente wächst der Erbsenstengel kriechend-windend und wird zwischen 20 und 100 cm lang. Futtererbsen werden bis 160 cm hoch. Die erste Blüte tritt meistens im Bereich des 9. bis 11. Nodiums auf. Die je Pflanze 15 bis 20 Nodien sind Ansatzpunkte der gegliederten Blätter. Diese sind zusammengesetzt und bestehen aus Blattstiel, je zwei Nebenblättern und den Fiederblättern, die sich im proximalen Bereich aus ein bis vier Paar Laubfiedern, im distalen Bereich aus ein bis drei Paaren Rankenfiedern zusammensetzen. Die Fiederblattform weist eine hohe sortentypspezifische Vielfalt auf. Der Blütenstand ist eine reduzierte Traube, die an den Blattstielen der Nebenblätter ansetzt. Das Blütenpotential ist sortenspezifisch ausgeprägt. Mehrblütigkeit liegt nur bei der Unterart *speciosum* vor. Die Hülseform zeigt hinsichtlich Dicke der Hülsewand deutliche sortenspezifische Unterschiede. Je Hülse werden in der Praxis durchschnittlich 4,4 Samen (möglich 10) ausgebildet, bei einer sortenspezifisch angelegten Tausendkornmasse zwischen 100 bis 500 g. Problematisch ist im Hinblick auf ein Verbreitungsrisiko durch freilebende Tierarten das Platzen der Hülse während der Reifung. Ursächlich ist hierfür das starke Samenwachstum bei gleichzeitigem Wasserverlust des Hülsengewebes. Bei den modernen frühreifen Sorten ist die Vegetationsperiode mit 115 bis 125 Tagen zu veranschlagen. Die Zeit bis zum Blühbeginn beträgt ca. 60 Tage. Die Gesamtblühdauer des Bestandes liegt bei 20 bis 30 Tagen, die anschließende Reifungsphase bei 30 bis 40 Tagen. Entsprechend weisen Mitte August die Pflanzen die Totreife auf. Die Ernte folgt der Rapsernte und liegt vor dem Weizendrusch und wird mittels Mähdrusch durchgeführt.

Die Erntemengen von Frischerbsen im Gemüseanbau und von Futtererbsen sind in Tabelle 54 zusammengefasst. Dezidierte Angaben über den Futtererbsenanbau liegen nur kumulativ vor. Danach wurden in Deutschland folgende Erträge erzielt: Die Anbaufläche an Futtererbsen erhöhte sich zwischen 1996 und 1998 von 81000 auf 169000 ha bei einem Hektarertrag zwischen 33,6 und 34,9 dt. je Hektar. Hieraus leitet sich eine Erntemenge von 301000 Tonnen im Jahre 1996 auf 589000 im Jahre 1998 ab. In Tabelle 51 sind die Futtererbsen unter Einbeziehung von "anderen Hülsenfrüchte" aufgeführt. Eine dezidierte Darstellung der Futtererbsen ist für die hier zu bearbeitende Thematik zu vernachlässigen, da die in dieser Rubrik einbezogenen weiteren Hülsenfrüchte ein vergleichbares Risiko für die Verbreitung durch freilebende Tierarten darstellen. Entsprechend kann diese Gruppe insgesamt aufgeführt werden.

Tabelle 54

**Durchschnittliche Erntemenge von Frischerbsen im Gemüseanbau und von
Futtererbsen (Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Frischerbsen			Futtererbse		
	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)	Fläche (ha)	Ertrag (dt.) je ha	Erntemenge (t)
Baden-Württemberg						
1997	26	47,3	1233	4453	35,2	15684
1998	68	45,0	3050	7765	36,7	28470
Bayern						
1997	3	48,0	148	7874	35,3	27795
1998	5	44,7	207	14629	36,6	53543
Brandenburg						
1997	1	36,0	27	18669	25,8	48243
1998	159	42,3	6718	25231	28,3	71404
Hessen						
1997	37	42,7	1572	3876	37,3	14457
1998	28	41,6	1151	6101	36,2	22084
Mecklenburg-Vorpommern						
1997	1	x	x	17355	31,9	55364
1998	1	x	x	24379	33,0	80451
Niedersachsen						
1997	65	54,7	3579	4864	38,8	18889
1998	31	53,0	1643	5954	34,0	20229
Nordrhein-Westfalen						
1997	373	66,3	24772	1357	47,1	6393
1998	438	44,6	19533	2190	35,5	7778
Rheinland-Pfalz						
1997	84	x	x	2419	40,6	9814
1998	90	x	x	4003	38,5	15826
Saarland						
1997	0			86	33,9	292
1998	0			213	32,7	697
Sachsen						
1997	1546	54,3	83927	11821	33,0	39011
1998	1685	59,7	100603	17605	35,7	62849
Sachsen-Anhalt						
1997	160	42,4	6783	33444	35,4	118493
1998	287	58,8	16887	40935	37,2	152359
Schleswig-Holstein						
1997	81	38,0	3085	2428	44,9	10904
1998	29	38,5	1106	2998	42,3	12680
Thüringen						
1997	139	x	x	10648	32,9	35063
1998	0	x	x	16838	36,2	60937
Berlin/Bremen/Hamburg						
1997	1			9	41,1	38
1998	1			21	34,4	71
Deutschland						
1995	3062	55,5	169963	64195	33,7	216435
1997	2517	54,3	136796	119335	33,6	400440
1998	2821	55,0	155024	168861	34,9	589378

Die Nährstoffgehalte der Frisch- und Futtererbsen sind in Tabelle 55 zusammengefaßt. Die statistischen Erhebungen von Frisch- und Futtererbsen lassen keine Differenzierung in *Lathyrus*- und *Pisum*-Arten zu. Zur Beurteilung der möglichen Verbreitungsrisiken fanden deshalb auch die *Lathyrus*-Arten Berücksichtigung. Da diese hinsichtlich der Nährstoffgehalte nur geringe Unterschiede aufweisen, wurden die vorliegenden Daten für *Lathyrus sativus* und *Lathyrus vernus* beispielhaft aufgeführt.

Tabelle 55**Rohnährstoffe von *Lathyrus*-Arten, Frisch- und Futtererbsen in g/kg Trockenmasse**

	<i>Lathyrus sativus</i>	<i>Lathyrus vernus</i>	Frischerbsen	Futtererbsen
- Organische Substanz	932	962	966	
- Rohprotein	267	247	247	258
- Rohfett	17	17	15	15
- Rohfaser	74	46	72	65
- NfE*	574	652	632	621
- Rohasche	68	38	34	38
- Trockenmasse	880	880	880	890

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die entsprechenden Verdaulichkeitswerte sind in Tabelle 56 zusammengefaßt. Vergleichbar mit den Nährstoffgehalten ist tierspezifisch eine große Übereinstimmung zwischen den aufgeführten Arten festzustellen. Entsprechend kann unterstellt werden, dass für die hier nicht berücksichtigten Unterarten entsprechende Daten unterstellt werden dürfen.

Tabelle 56**Verdaulichkeit von *Lathyrus*-Arten, Frisch- und Futtererbsen in %**

	<i>Lathyrus sativus</i>	<i>Lathyrus vernus</i>	Frischerbsen	Futtererbsen
- Organische Substanz				
Schaf	83	85		92
Schwein			90	91
- Rohprotein				
Schaf	82	86		85
Schwein			89	89
- Rohfett				
Schaf	77	85		60
Schwein			70	31
- Rohfaser				
Schaf	61	79		77
Schwein			13	72
- NfE*				
Schaf	89	82		95
Schwein			96	96

*stickstofffreie Extraktstoffe

2.13 Weinrebe (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*)

Die ausdauernde Liane ist sympodial aufgebaut, wobei die Spitze jedes Sympodialgliedes in einer Sproßranke endet. Während eine Sproßranke seitlich abgedrängt wird, setzt die andere der zwei Knoten das Sprießsystem fort. Jedes Sympodialglied entspricht einem Langtrieb. Morphologisch können die Sproßranken als umgewandelte reduzierte Infloreszenzen angesehen werden. Echte Blütenstände, die Rispen, treten anstelle der Sproßranken zur Blütezeit im Mai bis Juni auf. Bei der Öffnung werden die an der Spitze verwachsenen fünf Blütenblätter als Haube abgeworfen, so dass nur die fünf Kelchblätter mit den fünf Staubblättern und der aus zwei Fruchtblättern gebildete Fruchtknoten mit je 2 Samenanlagen in den beiden Fruchtfächern verbleibt. Zwischen den Staubblättern sitzen 5 Nektardrüsen, deren Sekret die Insekten zur Bestäubung anlockt. Nach der Befruchtung entwickeln sich 1 - 4 samige Beeren.

Daten zu den im Ertrag stehenden Rebflächen sind in Tabelle 57 ausgewiesen. Während in Baden-Württemberg die Anbauflächen auf beide Landesteile verteilt sind, sind in Bayern die Hauptanbaugebiete mit 94,6% in Unterfranken. Mittelfranken und Schwaben weisen nur noch 4,9 bzw. 0,4% der gesamten Rebflächen aus und in noch geringerem Umfang in Mittelfranken. In Rheinland-Pfalz liegen die Hauptanbaugebiete in Rheinhessen (39,0%) und der Pfalz (34,8%). Mosel-Saar-Ruwer und Nahe folgen mit 17,6 bzw. 6,8% bezogen auf die gesamte Rebfläche.

Tabelle 57

Durchschnittliche Weinmosternte insgesamt (Statistisches Bundesamt, 1998)

	Fläche (ha)	Weinmosternte Ertrag (hl) je ha	Erntemenge (hl)
Baden-Württemberg			
1997	24406	75,0	1980940
1998	15177	109,0	2852908
Bayern			
1997	5987	67,1	401720
1998	5941	99,8	592985
Brandenburg			
1997	5	22,4	121
1998	6	71,1	398
Hessen			
1997	3574	82,4	294500
1998	3587	69,7	250058
Nordrhein-Westfalen			
1997	20	99,8	1956
1998	20	99,2	1944
Rheinland-Pfalz			
1997	65583	88,4	5795954
1998	65007	108,9	7076533
Saarland			
1997	81	61,6	4986
1998	81	115,5	9359
Sachsen			
1997	325	x	x
1998	326	67,3	21955
Sachsen-Anhalt/Thüringen			
1997	494	19,6	9695
1998	520	53,3	27719
Deutschland			
1995	103266	82,4	8510134
1997	102475	82,9	8494813
1998	101665	106,6	10833860

In Tabelle 58 sind Daten über den Nährstoffgehalt von wilden Weinreben, der gewöhnlichen Weinrebe und der Sommerrebe zusammengestellt. Die Kerne weisen mit durchschnittlich 35% in der Rohfaserfraktion einen sehr hohen Ligningehalt auf.

Tabelle 58**Rohnährstoffe der Frucht (Beere) und der Kerne in g/kg Trockenmasse**

	Frucht Wildrebe	Frucht Weinrebe	Frucht Sommerrebe	Samen (Kerne)
- Organische Substanz	936	974	948	960
- Rohprotein	214	34	72	127
- Rohfett	56	14	81	99
- Rohfaser	189	41	144	430
- NfE*	477	885	651	304
- Rohasche	64	26	52	40
- Trockenmasse	80	100	90	

*stickstofffreie Extraktstoffe

Verdaulichkeitsuntersuchungen für die gesamte Frucht (Sommerrebe) liegen für Wild-Truthühner vor. Die Ergebnisse sind in Tabelle 59 ausgewiesen.

Tabelle 59**Verdaulichkeit (%) der Beere (Sommerrebe) bei Wild-Truthühnern**

	Verdaulichkeit %
- Organische Substanz	51
- Rohprotein	76
- Rohfett	75
- Rohfaser	21
- NfE*	44

*stickstofffreie Extraktstoffe

Aufgrund des hohen Ligningehaltes darf unterstellt werden, dass unbeschädigte Kerne während der Magen-Darm-Passage keine wesentliche Beeinträchtigung erfahren dürften.

2.14 Bäume

In diese Rubrik fallen die Obst- und Ziergehölze sowie die Bestände an Forstpflanzen. Eine dezidierte Darstellung der botanischen Besonderheiten würde den Rahmen der hier zu bearbeitenden Thematik sprengen. Es ist jedoch unstrittig, dass frei lebende Tierarten durch Verzehr oder Hortung der Früchte und Samen wesentlich zur Verbreitung der unterschiedlichen Gehölze beitragen. Zur quantitativen Abschätzung der Verbreitungseinheiten ist die Kenntnis der Bestände essentiell. Dabei kommt zunächst den Baumschulen ein wesentliches Verbreitungsrisiko zu. Die statistisch erhobenen Baumschulflächen sind in Tabelle 60 zusammengefaßt. Gerade bei Baumschulen besteht das Risiko, dass die entsprechenden Samen bereits bei der Aussaat durch Vögel bzw. Kleinnager aufgenommen werden können.

Tabelle 60**Aufteilung der Baumschulflächen in Deutschland**

	Fläche (ha)		
	1992	1994	1996
Fläche insgesamt	25727	27134	27011
Obstgehölze	1665	1699	1577
Ziergehölze	13217	13942	13990
Forstpflanzen	3863	4183	4073
sonstige	6982	7309	7370

Insbesondere kommt den Obstgehölzen ein wesentliches Verbreitungsrisiko durch freilebende Tierarten zu. Dies um so mehr, zumal häufig nur das Fruchtfleisch selektiv aufgenommen wird. Die Obstgehölze der Baumschulen weisen die in Tabelle 61 aufgeführten Stückzahlen auf.

Tabelle 61**Stückzahlen für ausgewählte Obstgehölze**

	Obstgehölze 1000 Stück		
	1992	1994	1996
Obstgehölze insgesamt	9842	8929	8517
Äpfel	2411	2353	2219
Birnen und Quitten	799	765	726
Kirschen	873	771	685
Aprikosen/Pfirsiche	190	160	171
Pflaumen/Zwetschen	474	492	434
Walnüsse	127	102	102
Haselnüsse	167	88	75

Die Stückzahlen für Ziergehölze und Forstpflanzen (ein bis dreijährige Sämlinge und zwei bis fünfjährige verschulte Pflanzen) sind in Tabelle 62 und 63 aufgeführt.

Tabelle 62**Ausgewählte Stückzahlen für Ziergehölze**

	Ziergehölze 1000 Stück		
	1992	1994	1996
Ziergehölze insgesamt	186509	194260	207100
Laubbäume	10232	11119	16941
Nadelgehölze	19935	20469	17917

Tabelle 63**Stückzahlen für Forstpflanzen**

	Forstpflanzen *		
	Mill. Stück		
	1992	1994	1996
Forstpflanzen insgesamt	1470	1332	1073
Fichten	446	330	261
Kiefern	191	96	72
Tannen/Douglasien	79	69	59
Lärchen	23	17	15
sonstige Nadelhölzer	161	166	139
Rotbuchen	284	288	198
Roterien	36	28	25
Eichen	89	167	155
Pappeln	2	1	1
sonstige Laubhölzer	160	170	147

*1 bis 3jährige Sämlinge und 2 bis 5jährige verschulte Pflanzen

Die Baumobstflächen im Marktoftobtbau betrugen in Deutschland in den Jahren 1992 und 1997 insgesamt 59184 bzw. 55018 ha. Die Erntemenge belief sich in den Jahren 1997 und 1998 auf 9475548 bzw. 12183018 dt.. Die ertragsfähigen Obstbäume sind in Tabelle 64, die Erntemengen je Baum in Tabelle 65 aufgeführt.

Tabelle 64**Ertragsfähige Bäume im Marktoftobtanbau**

	Stück		
	1995	1997	1998
Äpfel	57032000	58412000	58452000
Birnen	1598474	2341811	2347253
Süßkirschen	1405560	1570769	1566866
Sauerkirschen	3847784	3199712	3216288
Pflaumen/Zwetschen	1501171	2011351	2017871
Mirabellen/Renekloden	137343	145036	145036
Aprikosen	23382	22956	22956
Pfirsiche	91638	96446	95750
Walnüsse	10463	10867	10867

Tabelle 65**Durchschnittliche Erträge je Baum im Marktbobstanbau**

	kg je Baum		
	1995	1997	1998
Äpfel	66,5	76,4	59,8
Birnen	24,8	15,9	23,6
Süßkirschen	22,5	11,3	20,3
Sauerkirschen	11,4	5,1	7,3
Pflaumen/Zwetschen	20,7	14,9	22,5
Mirabellen/Renekloden	15,8	15,4	16,4
Aprikosen	7,8	5,7	9,2
Pfirsiche	7,5	3,2	7,4
Walnüsse	22,3	12,9	25,6

Die Nährstoffgehalte der Samen sind, soweit verfügbar, in Tabelle 66 dargestellt.

Tabelle 66**Rohnährstoffe von Obstsemen in g/kg Trockenmasse**

	Apfel	Birne	Pflaume	Quitte	Walnußkern	Walnußschale
- Organische Substanz	962	973	960	958	978	941
- Rohprotein	44	40	250	309	159	47
- Rohfett	25	24	420	437	650	52
- Rohfaser	139	142	102	53	30	413
- NfE*	754	768	189	159	139	429
- Rohasche	38	27	40	42	22	59
- Trockenmasse	200	160	540	350	970	910

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Nährstoffverdaulichkeit ist aufgrund des hohen Ligninanteiles von teilweise über 35% der Rohfaser bei unverletzten Samen sehr gering. Überträgt man die bei Trestern erzielten Verdaulichkeitswerte, so kann bei entsprechend partiell aufgebrochenen bzw. verletzten Samen von einer Verdaulichkeit der organische Substanz beim Wiederkäuer, Schwein und Kaninchen von 50, 40 und 31% ausgegangen werden. Beim Geflügel werden Verdaulichkeitswerte für die organische Substanz von durchschnittlich 12% angegeben (Jeroch, 1993).

2.15 Wald

Ein weiteres Reservoir für die mögliche Verbreitung von Samen durch freilebende Tierarten ist der Wald. Die Waldflächen sind in Tabelle 67 zusammengefaßt.

Tabelle 67**Waldflächen (Statistisches Bundesamt, 1998)**

	Fläche (ha)
Baden-Württemberg	
1998	1352933
Bayern	
1998	2441585
Berlin	
1998	15682
Brandenburg	
1998	1028875
Bremen	
1998	750
Hamburg	
1998	3422
Hessen	
1998	841858
Mecklenburg-Vorpommern	
1998	491879
Niedersachsen	
1998	998955
Nordrhein-Westfalen	
1998	842482
Rheinland-Pfalz	
1998	806179
Saarland	
1998	85820
Sachsen	
1998	485302
Sachsen-Anhalt	
1998	433804
Schleswig-Holstein	
1998	146657
Thüringen	
1998	515298
Deutschland	
1997	10491481
1998	10491481

Die walddreichsten Regionen innerhalb der einzelnen Bundesländer sind die Regierungsbezirke Freiburg, Niederbayern, Kassel, Lüneburg, Amsberg, Koblenz, Chemnitz und Magdeburg.

Nachfolgend werden die wichtigsten Baumarten unter besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitungseinheiten zusammenfassend dokumentiert.

Fichte

Die Fichte ist in Deutschland die mit Abstand wichtigste Baumart. Der Anteil an der Gesamtwaldfläche liegt bei 40%. Die Zapfen sind aufrecht stehend und zerfallen nach der Samenreife.

Kiefer

Die Kiefer ist mit einem Anteil von 25% an der Gesamtwaldfläche nach der Fichte der zweithäufigste Waldbaum. Die bedeutenden Kieferngebiete liegen in der Lüneburger Heide, der Rhein-Main-Ebene, im Pfälzer Wald und in Nordbayern.

Tanne

Sie ist eine Baumart der montanen Bergstufe. Sie kommt hauptsächlich als Mischbaumart zusammen mit Buche oder Fichte, hauptsächlich im Schwarzwald und Bayerischen Wald vor. Der Anteil an der Gesamtwaldfläche liegt bei 2%. Die Zapfen sind hängend und werden nach der Samenentlassung ganz abgeworfen.

Lärche

Der Anteil an der Gesamtwaldfläche liegt bei etwa 1%. Sie ist die einzige Nadelbaumart, die im Herbst ihre Nadeln abwirft. Verbreitungseinheiten sind die in den Zapfen befindlichen Samen.

Douglasie

Diese Baumart macht etwa 1,5% der Gesamtwaldfläche aus. Mit einem Anteil von 5% ist Rheinland-Pfalz das an Douglasien reichste Bundesland.

Rotbuche

Sie ist die mit Abstand wichtigste Laubholzart, mit einem Anteil von 20% an der Gesamtwaldfläche. Als Verbreitungseinheit dienen Nüsse in Form der Bucheckern. Diese sind scharf dreikantig und derbwandig.

Eiche

Hierbei werden Stiel- und Traubeneiche unterschieden. Mit einem Anteil von 8% an der Gesamtwaldfläche ist sie nach der Buche die zweitwichtigste Laubholzbaumart. Die Früchte sind bei der Stieleiche langgestielt, dabei meist zu zweit oder zu dritt auf dem Stiel sitzend, bei der Traubeneiche dagegen zu drei und mehr traubig in relativ gedungener Form angeordnet.

Esche

Typischer Baum der Ebene und des Hügellandes, vornehmlich in außerhalb der Überschwemmungsgebiete liegenden Auwäldern. Sie wächst auch auf flachgründigen Kalkböden.

Ahorn

Als Mischholzart kommen die Bäume meist einzeln oder gruppenweise in den Wäldern vor. Man unterscheidet Berb-, Spitz- und Feldahorn. In den flach bis kugeligen Nüßchen befinden sich die Samen.

Ulmen

In Deutschland kommen mit der Feld-, Berg- und Flatterulme drei Ulmenarten vor. Sie kommen weniger im Wald, sondern mehr als Straßen-, Garten- und Parkbäume vor.

Hainbuche

Im Wald wird sie selten angetroffen. Sie wird dagegen meist als Heckenpflanze angepflanzt. Die Früchte befinden sich in lockeren, hängenden Kätzchen.

Linden

Als typische Mischbaumarten kommen die Linden ausschließlich eingesprengt oder gruppenweise in unseren Wäldern vor, wobei die Winterlinde häufiger als die Sommerlinde angetroffen wird. Die Nüßchen sind mit 4 bis 5 starken Längsrippen und einer dicken Kapselschale (Sommerlinde) bzw. nur mit schwachen Längsrippen und dünner Kapselschale ausgestattet (Winterlinde).

Kirschbaum

Bedeutende Vorkommen sind im Steigerwald, Bodenseegebiet, Kottenforst bei Bonn und Göttinger Wald. Die Früchte dienen als wesentliche Nahrungsgrundlage für freilebende Tierarten. Weitere Wildobstarten sind die Wildbirne, Speierling, Elsbeere sowie Eberesche.

Pappel

Das Pappelholz stammt überwiegend von angebauten Kultursorten. Botanisch sind die Pappeln in fünf Sektionen unterteilt. Hiervon sind in Deutschland die Schwarzpappel und die Sektion *Aigeiros*, die Weiß- oder Silberpappel und die Aspe oder Zitterpappel vertreten. Die Graupappel als vierte einheimische Art stellt eine natürliche Kreuzung aus Aspe und Weißpappel dar. Die bekannte Pyramiden- oder Säulenpappel ist eine Varietät der Schwarzpappel. Ziel der Züchter ist es, für die verschiedenen Standorte geeignete Sorten mit raschem Wachstum, guten Holzeigenschaften und großer Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlingen zu erhalten. Als Kreuzungspartner dienen nordamerikanische und asiatische Arten.

Weiden

Die mit den Pappeln nahe verwandten Weiden sind in Deutschland mit zahlreichen Arten vertreten. Daneben gibt es bereits eine große Anzahl von natürlichen Kreuzungen und Züchtungen, die die botanische Unterscheidung der Weidengewächse erschweren. Nach der Wuchsform wird zwischen Baum- und Strauchweiden unterschieden. Der Baum bevorzugt tiefgründige, nährstoffreiche und gut mit Wasser versorgte Böden. Entsprechend tritt er in feuchten Niederungen, Auwäldern, feuchten Gebirgstälern, an Ufern von Flüssen, Bächen und stehenden Gewässern auf.

Erlen

In Deutschland kommen hauptsächlich die Schwarz- und Weißerle vor. Die Schwarzerle ist eine typische Baumart feuchter Standorte und gehört zu den Haupthölzern der Ufer langsam fließender Bäche und Flüsse. In Auwäldern tritt er bestandsbildend, in bodenfeuchten Laubwäldern eingesprengt oder hortweise auf. Die Weißerle ist dagegen mehr für trockene Standorte geeignet.

Birken

Die Sand- und Moorbirke sind anspruchslos. Sie sind ausgesprochene Pionierbaumarten, die sich rasch auf Kahlfeldern oder Ödland ansiedeln.

Die Samen von Holzgewächsen wurden bisher keiner systematischen ernährungsphysiologisch ausgerichteten Untersuchung unterzogen. Nachfolgend werden deshalb die bekanntermaßen zu Futterungszwecken geeigneten ungeschälten Samen inländischer Holzgewächse in Tabelle 67 aufgeführt.

Tabelle 67

Rohnährstoffe ausgewählter Samen in g/kg Trockenmasse

	Bucheckern	Eicheln	Roßkastanien
- Rohprotein	162	71	85
- Rohfett	310	43	30
- Rohfaser	197	145	49
- NfE*	293	711	804
- Rohasche	38	30	32

*stickstofffreie Extraktstoffe

Die Verdaulichkeitswerte sind Tabelle 68 zu entnehmen.

Tabelle 68
Verdaulichkeit (%) ausgewählter Samen in g/kg Trockenmasse

	Bucheckern	Eicheln	Roßkastanien
Organische Substanz			
Wiederkäuer	63	83	72
Schwein		58	

3. Verdauungsphysiologie der für die Verbreitung relevanten freilebenden Tierarten

Entscheidend für das Verbreitungsrisiko durch freilebende Tierarten sind neben dem strukturellen und substantiellen Aufbau der unterschiedlichen Verbreitungseinheiten die potentiell möglichen Einwirkungen während der Magen-Darm-Passage. Die Einschätzung, inwieweit die aufgenommenen Verbreitungseinheiten diese Passage unbeschadet überstehen, setzt Kenntnisse über die tierartspezifischen Bedingungen im Magen-Darmtrakt voraus. Entsprechend wird nachfolgend auf die Abläufe im Magen-Darmtrakt eingegangen.

In Tabelle 69 und 70 werden zunächst die als mögliche Verbreitungsträger einzustufenden Säugetiere und Vogelarten unter Einbeziehung ausgewählter, den energetischen Bedarf und damit die Futteraufnahme modifizierender, physiologischer Daten aufgeführt.

Tabelle 69

Zusammenstellung der für die Verbreitung von Verbreitungseinheiten relevanten freilebenden Säugetiere

Familie/Art	Brunft-/Ranzzeit Monat	Tragezeit Wochen	Wurfzeit Monat	Wurfgröße	Würfe/Jahr
Horntiere					
- Reh	7. - 8.	40	5. - 6.	1 - 2 (3)	1
- Rothirsch	9. - 10.	33 - 34	5. - 6.	1	1
- Damhirsch	10. - 11.	31 - 32	6.	1 - 2	1
- Gemse	11.	25 - 27	5.	1 - 2	1
- Mufflon	10. - 11.	21 - 23	4. - 5.	1 2	1
Schweine					
Wildschwein	4. - 6./11. - 12.	17 - 19	3. - 5./8. - 10.	4 - 12	1 - 2
Hasen					
- Feldhase	1. - 9.	6	2. - 10.	2 - 4	3 - 4
- Wildkaninchen	3. - 9.	4,5	3. - 11.	5 - 12	4 - 5
Mäuse					
- Feldmaus	2. - 9.	3	3. - 10.	4. - 12.	3 - 7
- Erdmaus	2. - 9.	3	3. - 10.	4 - 7	3 - 4
- Röteldmaus	4. - 9.	3	4. - 10.	3 - 5	3 - 4
- Gelbhalsmaus	3. - 9.	3,5	3. - 10.	3 - 8	2 - 3
- Waldmaus	3. - 9.	3,5	4. - 10.	3 - 8	2 - 3
- Brandmaus	3. - 9.	3,5	4. - 10.	4 - 8	3 - 4
- Zwergmaus	4. - 9.	3	5. - 10.	3 - 9	2 - 3
- Schneemaus	6. - 8.	3	7. - 9.	4 - 7	2
Bilche					
- Siebenschläfer	5. - 8.	4	6. - 8.	3 - 7	1 - 2
- Haselmaus	5. - 7.	4	7. - 8.	3 - 4	1 - 2
- Gartenschläfer	4. - 5.	3,5 - 4	5. - 6.	2 - 7	1 - 2

Fortsetzung Tabelle 69

Familie/Art	Brunft-/Ranzzeit Monat	Tragezeit Wochen	Wurfzeit Monat	Wurfgröße	Würfe/Jahr
Hörnchen					
- Murmeltier	4. - 5.	6	5. - 6.	2 - 4	1
- Eichhörnchen	1. - 8.	5,5	2. - 8.	3 - 7	2 - 5
Wildkatze	2. - 3.	8	4. - 5.	2 - 4	1
Fuchs	1. - 2.	7,5	3.	3 - 8	1
Marder					
- Iltis	3. - 6.	6	4. - 8.	4 - 7	1
- kleiner Wiesel	11. - 12.	5	1. - 12.	5 - 7	1
- großer Wiesel	6. - 7.	9 - 11	5. - 6.	4 - 7	1
- Steinmarder	7. - 8.	35 - 42	4. - 5.	3 - 5	1
- Baummarder	6. - 8.	35 - 42	3. - 4.	3 - 5	1
- Dachs	7. - 8.	27 - 29	2. - 3.	3 - 5	1
Fledermaus					
- Gefranste Fl.	8. - 4.	8 - 10	5. - 7.	1	1
- Bechsteinische Fl.	8. - 4.	8 - 10	5. - 7.	1	1
- Zweifarbige Fl.	8. - 4.	8 - 10	5. - 7.	1	1
- Nordische Fl.	8. - 4.	8 - 10	5. - 7.	1	1
- Abendsegler	8. - 4.	8 - 10	5. - 7.	1	1
- Rauharmige Fl.	8. - 4.	8 - 10	5. - 7.	1	1
- Großohr	8. - 4.	8 - 10	5. - 7.	1	1
Spitzmäuse					
- Waldspitzmaus	3. - 8.	3 - 4	4. - 9.	5 - 10	3 - 4
- Zwergspitzmaus	3. - 7.	3 - 4	4. - 9.	5 - 8	3 - 4
- Alpenspitzmaus	5. - 6.	3 - 4	5. - 8.	6 - 8	1 - 2
Igel	3. - 7.	8.	5. - 9.	3 - 8	1 - 2

Tabelle 70

**Zusammenstellung der für die Verbreitung von Verbreitungseinheiten relevanten
Vogelarten**

Art	Brutzeit Monat	Eizahl/Gelege	Gelege/Jahr	Brutdauer Tage
Amsel	3. - 7.	4 - 6	2 - 3	14
Auerhuhn	4. - 6.	6 - 10	1	26 - 28
Baumfalk	6.	2 - 4	1	30
Baumläufer	5. - 6.	6 - 9	1	15
Baumpieper	5. - 7.	5 - 6	1 - 2	16
Berglaubsänger	5. - 6.	5 - 6	1	13
Birkhuhn	5. - 6.	6 - 10	1	25 - 27
Blaumeise	4. - 7.	10 - 13	2	15
Buchfink	4. - 6.	4 - 6	2	14
Buntspecht	4. - 6.	4 - 8	1	13
Distelfink	5. - 7.	4 - 6	2	13
Dohle	4. - 5.	3 - 6	1	17
Dompfaff	5. - 7.	4 - 6	2	13
Eichelhäher	4. - 5.	5 - 6	1	16
Elster	3. - 5.	6 - 7	1	17 - 18
Erlenzeisig	5. - 6.	4 - 6	2	14
Fasan	5. - 7.	6 - 18	1	24 - 25
Feldsperling	3. - 8.	5 - 6	3 - 4	13
Fichtenkreuzschnabel	-	3 - 4	1	16

Fortsetzung von Tabelle 70

Art	Brutzeit Monat	Eizahl/Gelege	Gelege/Jahr	Brutdauer Tage
Fitis	4. - 6.	6 - 7	2	13
Gartengrasmücke	6. - 7.	5 - 6	1	13
Gartenrotschwanz	4. - 7.	5 - 7	2	14
Gelbspötter	5. - 7.	5	1	13
Girlitz	5. - 7.	3 - 5	1	13
Goldammer	4. - 7.	3 - 6	2 - 3	13
Grauschnäpper	5. - 6.	4 - 6	1 - 2	13
Grauspecht	5. - 6.	6 - 7	1	15
Grünfink	4. - 6.	4 - 6	2 - 3	13
Grünspecht	4. - 5.	5 - 7	1	16
Habicht	3. - 5.	3 - 4	1	35 - 38
Hänfling	3. - 8.	5 - 6	2 - 3	13
Haselhuhn	4. - 5.	8 - 10	1	21
Haubenmeise	4. - 7.	7 - 10	2	14
Hausperling	4. - 8.	5 - 7	2 - 4	13
Heckenbraunelle	4. - 6.	4 - 5	2	14
Heidelerche	4. - 6.	3 - 5	2	14
Hohltaube	4. - 7.	2	3	16 - 17
Kernbeißer	5. - 6.	5 - 6	1	14
Kleiber	4. - 7.	6 - 9	1	15
Kleinspecht	5. - 6.	5 - 6	1	14
Kohlmeise	4. - 7.	6 - 12	2	13
Kuckuck	5. - 6.	20	2	12
Mäusebussard	3. - 6.	1 - 4	1	28 - 31
Milan, Roter	4. -- 5.	2 - 3	1	30
Milan, Schwarzer	4. - 5.	2 - 3	1	30
Misteldrossel	4. - 7.	3 - 5	2	14
Mittelspecht	4. - 6.	5 - 6	1	14
Mönchsgrasmücke	5. - 7.	4 - 5	2	13
Nebelkrähe	4. - 5.	4 - 5	1	17 - 18
Neuntöter	5. - 6.	4. - 7.	1	15
Nonnenmeise	4. - 5.	6 - 10	1	13
Pirol	6.	4 - 5	1	14
Rabenkrähe	3. - 5.	4 - 6	1	17 - 18
Raubwürger	4. - 6.	5 - 6	1	15
Ringeltaube	3. - 8.	2	2 - 3	15 - 17
Rotkehlchen	4. - 7.	5 - 6	2	14
Saatkrähe	3. - 5.	3 - 5	1	21
Schwanzmeise	4. - 6.	7 - 12	1	12
Schwarzspecht	4. - 6.	4 - 5	1	14
Singdrossel	4. - 7.	4 - 6	2	13
Sommergoldhähnchen	5. - 7.	8 - 11	2	14
Sperber	5. - 6.	4 - 6	1	31 - 33
Star	4. - 6.	5 - 6	1 - 2	14
Steinkauz	4. - 5.	4 - 5	1	28
Tannenhäher	4. - 5.	3 - 4	1	17
Tannenmeise	4. - 7.	6 - 11	2 - 3	14
Trauerschnäpper	5. - 6.	5 - 7	1	14
Türkentaube	5. - 6.	2	1	14
Turmfalke	4. - 7.	4 - 7	1 - 2	23
Turteltaube	5. - 7.	2	1	14 - 16
Wacholderdrossel	5. - 6.	5 - 6	1	15
Waldkauz	2. - 4.	2 - 4	1	28 - 30
Waldlaubsänger	5. - 6.	6 - 7	1	13
Waldohreule	3. - 4.	4 - 6	1	27

Fortsetzung von Tabelle 70

Art	Brutzeit Monat	Eizahl/Gelege	Gelege/Jahr	Brutdauer Tage
Weidenmeise	4. - 5.	6 - 10	1	13
Wendehals	5. - 6.	7 - 12	1	15
Wiedehopf	4. - 5.	8 - 11	2	14
Wintergoldhähnchen	4. - 6.	8 - 11	2	14
Zaungrasmücke	5. - 6.	4 - 5	1	11 - 15
Zaunkönig	4. - 7.	5 - 7	1 - 2	14
Ziegenmelker	6. - 7.	2	2	20
Zilpzalp	5. - 6.	5 - 7	1	13

Die Artenzahl schwankt je nach Habitat zwischen 30 und 100 Vogelarten (Mühlenberg und Slowik, 1997). Die Zahl der einzelnen Brutpaare variiert zwischen 0,2 und 16 je 10 ha.

Die Besonderheiten in der Verdauungsphysiologie der jeweiligen Spezies reichen von der Anatomie über das Verhalten bei der Futteraufnahme und Prozessen im Verdauungstrakt bis hin zur Elimination verdauter bzw. unverdauter Futterinhaltsstoffe. Bei der Zahl der Tierarten, um die es hier geht, können nicht alle Speziesbesonderheiten näher erläutert werden, vielmehr sollen solche Aspekte detaillierter behandelt werden, die für die Abschätzung des Verbreitungsrisikos von Bedeutung sind. Hinzu kommt, dass verdauungsphysiologisch dezidierte Kenntnisse nur bei relativ wenigen der hier relevanten Tierarten vorliegen. Entsprechend werden nachfolgend zunächst die wesentlichen verdauungsphysiologischen Aspekte der unterschiedlichen Verdauungssysteme beschrieben. Auf dieser Grundlage sollen dann die Möglichkeiten der Verdauung der aufgenommenen Verbreitungseinheiten unter spezieller Berücksichtigung der Zusammensetzung der Samenschale vergleichend aufgezeigt werden.

Die relevanten Tierarten können trotz ihrer Vielzahl hinsichtlich des anatomischen Aufbaus in vier Grundtypen untergliedert werden:

- Typ I: einfaches System,
- Typ II: einfaches System mit funktionellem Caecum,
- Typ III: multiples System,
- Typ IV: aviäres System.

Die Unterschiede bestehen in der ersten Linie in der Ausbildung des Enddarmes und Magens und den damit verbundenen funktionellen Möglichkeiten einer mikrobiellen Verdauung. Körpereigene Enzyme wirken in denjenigen Abschnitten, in denen für ihre Wirkung optimale Bedingungen vorliegen. Entsprechend sind nicht selten Bildungsort und Wirkungsort der Verdauungsenzyme unterschiedlich.

Bei Nichtwiederkäuern wird je nach Ausstattung des Magens mit Drüsen Schleimhäuten zwischen einfachen und zusammengesetzten Mägen unterschieden. Bei den zusammengesetzten einhöhligen Mägen gibt es im Kardiabereich eine Region, die nicht mit Drüsen ausgestattet ist, sondern eine drüsenlose kutane Partie darstellt. Dieser Bereich ist tierartspezifisch unterschiedlich groß. Im Hinblick auf das Verbreitungsrisiko ist wichtig, dass in diesem Bereich mikrobielle Umsetzungen stattfinden können. Hinsichtlich der Verdauung durch körpereigene Enzyme ist die Salzsäurebildung in den Belegzellen von Bedeutung. Dabei wird die Wasserstoffionenkonzentration um den Faktor 10^6 gegenüber dem Blut aufkonzentriert und eine pH-Absenkung von 7,4 auf etwa 1 erreicht. Wiederkäuer besitzen einen zusammengesetzten

mehrhöhligem Magen, wobei der Magenabschnitt mit der drüsenlosen Schleimhaut als Vormagen ausgebildet und deutlich vom Drüsen- oder Labmagen abgetrennt ist. Mit Ausnahme von Tieren, deren Speichel Amylase aufweist, findet im Magen kein Kohlenhydratabbau statt. Die Fettverdauung spielt ebenfalls keine Rolle, obwohl bei einzelnen Tierarten eine Magenlipase nachgewiesen werden konnte, deren pH-Optimum aber im neutralen bis schwach basischen Bereich liegt. Die Hauptwirkung der in den Magen sezernierten Enzyme besteht in der Eiweißverdauung. Dabei ist die Wirkung des Pepsins vordergründig. Im Dünndarmlumen steigt der pH auf Werte zwischen 6,4 und 7,0. Dieser Bereich entspricht dem Optimum der Pankreasenzyme. Die vom Pankreas sezernierten proteolytischen Enzyme sind als Endo- bzw. Exopeptidasen einzustufen. Der Abbau der Fette erfolgt hauptsächlich im Dünndarm durch Wirkung der Pankreaslipase und einer Colipase unter Unterstützung durch die emulgierende Wirkung der Gallensäuren. Die Kohlenhydratverdauung durch körpereigene Enzyme beschränkt sich auf die Polysaccharide Stärke und Glykogen. Sie erfolgt durch Enzyme des Pankreas bzw. durch membrangebundene Enzyme im Dünndarm. Diese sind Endoglucanasen, die im Inneren der Moleküle 1,4- α -glycosidische Bindungen hydrolysieren. Als Produkte entstehen u. a. α -Grenzextrine und Oligosaccharide. Diese Produkte werden durch Enzyme der Bürstensaumregion der Epithelzellen bis zur Glucose abgebaut. In der Bürstensaumregion sind weitere Disaccharidasen lokalisiert. Die Nucleinsäuren werden im Dünndarm unter Wirkung von Ribonucleasen und Desoxyribonucleasen zu Oligonucleotiden abgebaut. Als Endprodukte eines weiteren Abbaus können Purin- und Pyrimidinbasen, Pentose-1-Phosphat und Phosphat entstehen. Die Ribonucleaseaktivität ist besonders bei Wiederkäuern hoch, da durch die mikrobielle Besiedlung der Vormägen eine große Menge an Bakterien in den Dünndarm gelangt.

Auf das Verbreitungsrisiko bezogen bleibt festzuhalten, dass bei Vorschädigung oder Verletzung der Samenwand, wie z. B. durch intensive Kautätigkeit, ein Verbreitungsrisiko ausgeschlossen werden kann.

Entscheidend ist nun, inwieweit intakte Samen die Verdauungsabläufe überstehen. Aufgrund der Zusammensetzung der Samen dürfte bei intakten Ausbreitungseinheiten hierfür ausschließlich die mikrobielle Verdauung von Bedeutung sein. Als Mikroorganismen sind im Verdauungstrakt Bakterien, Protozoen und Pilze vorhanden. Da die Entwicklungsbedingungen für Mikroorganismen (Temperatur, Feuchtigkeit, pH-Wert) im Verdauungstrakt günstig sind, ist dort stets eine artenreiche, vielseitige Population anzutreffen. Obwohl in allen Darmabschnitten eine beträchtliche mikrobielle Besiedlung vorliegt (im Pansen = 10^9 bis 10^{11} , im Dünndarm = 10^4 bis 10^8 , im Dickdarm = 10^8 bis 10^{10} Keime pro ml), ist das Ausmaß der mikrobiellen Verdauung im Vormagensystem der Wiederkäuer und im Dickdarm am größten. Ein wesentlicher Grund dafür ist die längere Verweilzeit in diesen Abschnitten. Die beste Anpassung an die mikrobielle Verdauung liegt bei den Wiederkäuern vor. Demgegenüber ist die mikrobielle Verdauung im Dickdarm je nach Ausprägung des Dickdarmes tierartspezifisch sehr unterschiedlich.

Von Wildwiederkäuern liegen vergleichsweise wenige Untersuchungen über die Mikroorganismenpopulationen vor. Unter Einbeziehung der Ergebnisse von Prins und Gehlen sowie Drescher Kaden ist jedoch davon auszugehen, dass prinzipiell keine großen Unterschiede gegenüber den Hauswiederkäuern bestehen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Untersuchungen an erlegten Tieren vorgenommen worden sind. Auffallend sind die hohen individuellen Streuungen der Mikroorganismenpopulationen. Da die Mikrobenpopulation ausschließlich durch die aufgenommenen Nährstoffe beeinflusst wird, spiegelt die hohe individuelle Streubreite die variierende Nährstoffaufnahme wider. Insoweit kommt der Unterteilung

der Wildwiederkäuer in die Ernährungstypen Konzentratsselektierer, Gras- und Rauhfutterfreser sowie Intermediärtypen gerade für die hier zu bearbeitende Thematik nur ein orientierender Charakter zu. Im Unterschied zu den Hauswiederkäuern können Wildwiederkäuer lösliche Teile des aufgenommenen Futters unter Umgehung der ruminalen Fermentation über die Magenrinne direkt in die nachfolgenden Verdauungsorgane leiten (Hofmann, 1982). Entscheidend ist, inwieweit die, die Ausbreitungseinheiten umschließenden Strukturkohlenhydrate bereits im Pansen mikrobiell aufgeschlossen werden können. In Analogie zu Hauswiederkäuern ist ein derartiger Aufschluß bereits im Pansen möglich. Unstrittig ist, dass durch die HCL-Mazeration im Labmagen die Fermentation der Strukturkohlenhydrate im Dickdarm erleichtert wird. Entscheidend ist der Lignifizierungsgrad. Strukturkohlenhydrate mit hohem Lignifizierungsgrad ($> 30\%$ der Rohfaserfraktion) unterliegen erst nach der HCL-Mazeration einer partiellen mikrobiellen Verdauung im Dickdarm. Entscheidende Bedeutung für den Lignin-Celluloseabbau kommt den Pilzen im Pansen, aber auch im Dickdarm zu. Die Gesamtzahl an Pilzen kann bis zu $10^5 \times \text{je g Panseninhalt}$ betragen. Es handelt sich in erster Linie um phycomycetische Zoosporen, wie *Neocallimastix frontalis*, *Piromonas communis* und *Sphaeromonas communis*. Diese Pilze bilden auf Pflanzenpartikeln Rhizoide und Sporangien und penetrieren das Pflanzenmaterial. Ihre besondere Bedeutung scheint in der initialen Besiedlung von Lignin-Cellulose zu liegen. Die höchsten Keimzahlen werden bei Aufnahme schlecht verdaulicher Rationen gemessen. Es darf sicher unterstellt werden, dass auch Wildwiederkäuer über diese Pilze verfügen.

Über das Verdauungsvermögen von Wildwiederkäuern liegen einige Untersuchungen vor (Dissen und Hartfiel, 1965; Möhlenbruch, 1976; Maloiy et al., 1970). Zum Vergleich wurden die Verdaulichkeitsuntersuchungen auch an Schafen bzw. Ziegen (Dissen, 1983) durchgeführt. Insgesamt zeigte sich, dass keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen Wildwiederkäuern und Schafen bzw. Ziegen bestehen. Auffallend war nur eine etwas geringere Rohfaserverdaulichkeit, die nach Short (1966) auf den kleineren Pansen und auf die schnellere Passagerate der Futterstoffe zurückzuführen ist. Die im Futtermittelteil aufgeführten Verdaulichkeitswerte, die im wesentlichen auf Untersuchungen mit Schafen basieren, können damit zumindest näherungsweise auf die Wildwiederkäuer übertragen werden. Kompensiert wird die geringere Verdaulichkeit der rohfaserreichen Futtermittel offensichtlich durch eine höhere Futteraufnahme.

Ebenso wie die Pansenschleimhaut bildet die Dickdarmschleimhaut keine Verdauungsenzyme. Mit 10^8 bis 10^{10} Bakterien je g Digesta werden im Dickdarm Keimkonzentrationen erreicht, die mit denen des Panseninhaltes vergleichbar sind. Für die Passage durch den Dickdarm brauchen kotpflichtige Partikel etwa die zwei- bis dreifache Zeit gegenüber der Passage durch den Dünndarm. Als Substrate gelangen in dieses Segment neben Substanzen endogenen Ursprungs auch aus dem Futter stammende Nährstoffe, die bis zum Dünndarmende nicht verdaut und resorbiert wurden. Diese sind in erster Linie die in den Ausbreitungseinheiten lokalisierten Strukturkohlenhydrate. Die mikrobielle Verdauung unterscheidet sich von der des Pansens hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Substrate. Im Unterschied zum Pansen liegen leicht fermentierbare Komponenten nur noch in geringem Umfang vor. Bei omnivoren und herbivoren Nichtwiederkäuern spielt die Verdauung in diesem Abschnitt gerade bei den freilebenden Monogastriden eine große Rolle. Tierartspezifisch findet die Fermentation entweder vorwiegend im Dickdarm oder vorwiegend im Colon statt. Insgesamt liegt die mikrobielle Verdauungsleistung bei herbivoren Nichtwiederkäuern unter der von Wiederkäuern, die mit dem mikrobiellen Umsatz in den Vormägen und zusätzlich im Dickdarm in dieser Hinsicht eine ideale Anpassung aufweisen. Im Gegensatz zu Säugern hat der Dickdarm bei Vögeln keinen Colonabschnitt aufzuweisen. Die am Übergang vom Dün- zum Dickdarm abzwei-

genden paarig angelegten Blinddärme können eine Länge von über 20 cm aufweisen. Das Ausmaß des Abbaus von organischer Substanz ist nicht zuletzt als Folge der höheren Passagerate deutlich niedriger als bei den Nichtwiederkäuerarten. Die bei freilebenden Tierarten spezifisch auftretende Koprophagie gilt als besondere Art, Syntheseleistungen der Mikroorganismen des eigenen Dickdarmes zu nutzen. Aus dem mikrobiellen Abbau im Dickdarm resultieren kurzkettige Fettsäuren, deren relatives Verhältnis Futteraufnahmespezifischen Schwankungen unterliegt. Die kurzkettigen Fettsäuren werden im Dickdarm resorbiert und können etwa 10 bis 30% des Energieerhaltungsbedarfes abdecken.

Nachfolgend einige Besonderheiten bei den unterschiedlichen Wildmonogastriden:

Die Magenwand besitzt nur eine dünne Muskelschicht. Der Magen ist stets gefüllt und hat keine Nüchternphasen. Eine weitere Besonderheit ist die Koprophagie. Im auffallend großen Blinddarm, der im Extremfall ein Drittel des Bauchraumes ausfüllen kann, erfolgt ein mikrobieller Aufschluß der Cellulose. Zum besseren Aufschluß des Nahrungsbreies wird der Blindarmstuhl während der Nacht direkt vom Anus aufgenommen. Ratten weisen einen in 2 Abteilungen getrennten Magen auf. Ein Erbrechen ist daher nicht möglich. Eine Gallenblase fehlt. Marder (*Mustelidae*), zu denen die Arten Wiesel, Frettchen und Iltisse zählen, haben keine Blinddärme. Auch die Länge des Verdauungstraktes ist mit einem Verhältnis zur Körperlänge von 4:1 relativ kurz. Entsprechend hoch ist die Passagerate. Sie wird mit max. 3 Stunden angegeben. Entsprechend nehmen die Tiere häufig, d. h. bis zu 15 x je Tag Nahrung auf.

Der Verdauungsapparat bei Vögeln ist zunächst durch das Fehlen von Zähnen gekennzeichnet. Es erfolgt somit keine Zerkleinerung des Futters. Dieses gelangt vielmehr direkt in den Kropf. Das Kropfmilieu bietet günstige Voraussetzungen für die Wirkung pflanzeneigener Enzyme und für mikrobielle Abbauvorgänge. Aufgrund der vergleichsweise kurzen Verweildauer findet jedoch nur eine geringe Fermentation, überwiegend von leicht löslichen Kohlenhydraten, statt. Der im unteren Abschnitt der Speiseröhre folgende zweimalige Magen setzt sich aus dem Drüsenmagen und dem nachfolgenden Muskelmagen zusammen. Die Zerkleinerung des Futters erfolgt im Muskelmagen. Damit ist gleichzeitig eine Durchmischung mit den Sekreten des Drüsenmagens (HCL, Pepsin) verbunden. Härte und Konsistenz des aufgenommenen Futters bestimmen Frequenz und Intensität der Muskelbewegungen. Die Zerkleinerung von Körnern unterstützen aufgenommene Steinchen oder Sand, wie z. B. bei Singvögeln. Hauptverdauungs- und Resorptionsort ist der Dünndarm. In die beiden Blinddärmen, die nur Hühnervögel aufweisen, gelangt nur etwa 10% der Gesamtdigesta. Die Entleerung erfolgt nur alle 22 bis 48 Stunden. Somit hat der Abbau der Strukturkohlenhydrate in diesem Abschnitt nur einen geringen Einfluß auf die Rohfaserverdaulichkeit. Das relativ geringe Fassungsvermögen des Verdauungstraktes hat eine kurze Verweildauer des Futters zur Folge. Nach etwa 1,5 Stunden erfolgt die erste Ausscheidung unverdauter Bestandteile. Innerhalb von 24 Stunden nach der Nahrungsaufnahme haben etwa 80% den Verdauungskanal passiert. Die kurze Passagerate ist neben dem anatomischen Aufbau des Verdauungstraktes für die relativ gering ausgeprägte mikrobielle Fermentation verantwortlich. Die Aufspaltung der Lignin-Cellulose ist somit nicht möglich. Die Ausbreitungseinheiten unterliegen lediglich einer mechanischen Beeinflussung im Muskelmagen. Aufgrund der dabei ablaufenden Vorgänge darf unterstellt werden, dass größere Einheiten mit vergleichsweise gering ausgeprägter Samenschale eher aufgespalten werden als kleinere Einheiten. Andererseits ist durch die Regurgation das Risiko der Ausscheidung größerer Verbreitungseinheiten gegeben. Bei den *Passeriformes* mit ca. 4500 Arten sind die Blinddärme nur noch rudimentär. Tauben weisen einen paarig ausgesackten Kropf mit dorsal verlaufender Kropfstraße auf. Tauben besitzen keine Gallenblase.

und funktionelle Blinddärme. Bei Auer-, Birk- und Haselhuhn wird vermutet, dass die Blinddärme nur bei kalter Witterung für den mikrobiellen Aufschluß des Nahrungsbreies dienen.

Die Verdauungsorgane der Vögel haben sich durch Sonder- und Rückbildungen an die Vorzugsnahrung angepaßt und in ihrer Funktion spezialisiert. Jedem Vogel ist ein Nahrungsschema vorgeben. Die geringste Spezialisierung des Verdauungstraktes weisen Vögel auf, welche unterschiedliche Nahrungsgruppen erfolgreich nutzen. Hierzu zählen gerade die Krähen.

Die pH-Werte im Magen und den darauffolgenden Darmabschnitten zeigen, wie in Tabelle 71 ausgewiesen, nach Untersuchungen von Buddenbrock (1956) und Kolb (1974) keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem Haushuhn.

Tabelle 71

pH-Werte im Gastrointestinaltrakt unterschiedlicher Vogelarten

pH	Kropf	Drüsenmagen	Dünndarm	Dickdarm	Blinddarm
Haushuhn	4,51	2,60	5,76-6,01	5,78-6,42	5,71
Taube	4,28	2,00	5,23-5,39	5,32-5,89	5,41
Fasan	5,78	2,06	6,01-6,19	6,18-6,81	5,39
Ente	4,92	2,33	6,01-6,19	6,71-6,95	5,88

Die Passagerate ist sehr unterschiedlich. Bei Körnern ist die Passagerate im allgemeinen weit- aus geringer als bei Grannen und Samen. Bei letzteren betrug diese im Magen teilweise bis zu 15 Stunden.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass bei den für die Verbreitung von Ausbreitungseinheiten relevanten Tierarten auf der Grundlage des tierartspezifischen Verdauungskanales die Exkretion intakter Samen möglich ist. Die Ausscheidung minimierenden Faktoren sind bei Wildwiederkäuern die vergleichsweise hohe Kauaktivität und die praecaecal auf die Samen- schale einwirkenden mazerierenden Faktoren, die den mikrobiellen Aufschluß der Lignin- Cellulose begünstigen können. Bei den Monogastriden sind für das Risiko einer Verbreitung nach Exkretion intakter Samen ebenfalls die Kauaktivität sowie die mikrobiellen Vorgänge im Dickdarm entscheidend. Bei Hühnervögel ist dagegen der mechanische Aufschluß im Muskelmagen entscheidend für die Beschädigung der Samenwand. Es ist davon auszugehen, dass relativ kleine Samen diese mechanischen Einflüsse unbeschadeter überstehen als die Körner.

4. Quantitative Schätzung der relevanten freilebenden Tierarten

Für die Abschätzung des Verbreitungsrisikos ist neben der Verdaulichkeit auch die mögliche Aufnahme an Ausbreitungseinheiten entscheidend. Dies setzt neben Kenntnissen des Futter- aufnahmespektrums und der Futteraufnahmekapazität auch die jeweilige Anzahl der relevan- ten Tierarten voraus. Als wesentliche Anhaltspunkte hierfür können die jährlich von dem Deutschen Jagdverband publizierten Angaben über die Jagdstrecken herangezogen werden. Entsprechend werden nachfolgend die Jahresstecken für das Jagdjahr 1997/1998 zusammen- fassend wiedergegeben. Da ernährungsphysiologisch Rehwild als Konzentratselektierer und Rot- und Damwild als Intermediärtypen einzustufen sind und zwischen männlichen und weiblichen Tieren keine ernährungsphysiologischen Unterschiede bestehen, wurden die Da-

ten zusammengefaßt. Diesen Tabellen vorangestellt ist eine zusammenfassende Übersicht über die Jagdflächen. Dabei wurden Staats- und Privatjagden zusammengefaßt.

Tabelle 72

Jagdflächen (DVJ, 1999)

	Jagdfläche (ha)
Baden-Württemberg	3304949
Bayern	7086385
Berlin	16840
Brandenburg	2702286
Bremen	14953
Hamburg	38761
Hessen	2002285
Mecklenburg-Vorpommern	2009180
Niedersachsen	4250000
Nordrhein-Westfalen	2777728
Rheinland-Pfalz	1950000
Saarland	245578
Sachsen	1422292
Sachsen-Anhalt	1900000
Schleswig-Holstein	1457891
Thüringen	1326600

Tabelle73

**Jahresjagdstrecken für Rot-/Dam-, Reh-, Muffel-, Sika- und Gamswild
(DJV Handbuch, 1999)**

	Rot-/Damwild	Rehwild	Muffelwild	Sikawild	Gamswild
Baden-Württemberg	1377	141351	13	236	355
Bayern	8026	265520	235	-	4489
Berlin	7	391	6	-	-
Brandenburg	13238	55328	1345	-	-
Bremen	-	169	-	-	-
Hamburg	6	569	-	-	-
Hessen	4351	77567	304	-	-
Mecklenburg-Vorpommern	11402	57685	340	-	-
Niedersachsen	13719	122682	419	-	-
Nordrhein-Westfalen	4821	89320	339	623	-
Rheinland-Pfalz	4657	73538	595	-	-
Saarland	208	9289	-	-	-
Sachsen	4390	32382	665	-	-
Sachsen-Anhalt	6719	40308	711	-	-
Schleswig-Holstein	7138	48608	34	113	-
Thüringen	5440	29521	910	-	-
Deutschland	85500	1044809	5916	972	4844

Tabelle 74

**Jahresjagdstrecken für Schwarzwild, Hasen, Dachse und Füchse
(DJV Handbuch, 1999)**

	Schwarzwild	Feldhasen	Kaninchen	Dachse	Füchse
Baden-Württemberg	20822	18138	7640	6421	79243
Bayern	21211	103586	15964	11786	117891
Berlin	-	-	1	6	260
Brandenburg	44938	3279	218	1034	38540
Bremen	-	513	1569	-	198
Hamburg	9	785	4985	1	285
Hessen	26787	10312	22851	2498	45223
Mecklenburg-Vorpommern	39307	685	161	2384	35365
Niedersachsen	26374	88015	62239	3402	60066
Nordrhein-Westfalen	16093	131033	175262	1754	56722
Rheinland-Pfalz	28428	13038	23064	2216	42611
Saarland	2181	648	826	116	6278
Sachsen	15676	1032	100	731	28922
Sachsen-Anhalt	20042	1721	785	1135	36409
Schleswig-Holstein	5145	32021	35970	1040	14355
Thüringen	14064	1727	459	1001	30236
Deutschland	281886	406533	352094	35525	592584

Tabelle 75

Jahresjagdstrecken für Waschbären, Marder, Iltisse und Wiesel (DJV Handbuch, 1999)

	Waschbären	Edelmarder	Steinmarder	Iltisse	Wiesel
Baden-Württemberg	38	389	3407	399	1146
Bayern	-	1177	14730	1072	3800
Berlin	2	10	9	-	-
Brandenburg	567	82	1304	61	61
Bremen	-	-	72	12	126
Hamburg	1	-	416	18	6
Hessen	3776	128	1576	235	369
Mecklenburg-Vorpommern	33	-	1183	220	-
Niedersachsen	303	3110	6251	3221	9471
Nordrhein-Westfalen	716	379	5781	4070	5715
Rheinland-Pfalz	53	300	2249	430	559
Saarland	-	27	321	22	140
Sachsen	16	44	2536	41	22
Sachsen-Anhalt	71	280	830	130	24
Schleswig-Holstein	-	283	4160	2524	4194
Thüringen	546	-	1349	70	-
Deutschland	6122	6209	46195	12525	25633

Tabelle 76**Jahresjagdstrecken für Hühnervögel (DJV Handbuch, 1999)**

	Fasanen	Rebhühner	Wildtauben	Schnepfen	Wildenten	Wildgänse	Möwen
Baden-Württemberg	4769	167	12507	143	22784	-	-
Bayern	43282	2972	29619	513	116117	1057	-
Berlin	8	-	-	-	29	-	-
Brandenburg	1121	63	4864	12	10415	6912	75
Bremen	199	-	1792	6	1940	7	154
Hamburg	335	-	3691	-	1673	32	83
Hessen	1882	667	17925	27	16190	-	174
Mecklenburg-Vorpommern	85	-	1260	4	11743	7372	109
Niedersachsen	61714	2966	190255	2599	120265	3074	18829
Nordrhein-Westfalen	101997	1466	419014	140	97105	1235	6741
Rheinland-Pfalz	4719	682	18262	89	11983	-	75
Saarland	220	11	1481	5	2024	-	-
Sachsen	592	43	1474	2	10306	1143	253
Sachsen-Anhalt	2377	49	2691	-	6927	5546	30
Schleswig-Holstein	8580	794	34804	716	65517	4319	3016
Thüringen	377	85	3399	-	7900	-	-
Deutschland	232257	9965	743038	4256	502918	30697	29539

Nach Reinken (1984) kann die Gesamtzahl aus den Jagdstrecken durch Multiplikation mit dem Faktor 3 bis 4 ermittelt werden. Hinzugerechnet werden müssen noch die Bestände in etwa 180 Wildgehegen. Da durch die Einzäunung ein Verbreitungsrisiko weitestgehend ausgeschlossen werden kann, kommt diesen Beständen hier keine Bedeutung zu. Die regionale Verteilung ist sehr unterschiedlich. Da sich jedoch die regionalen Unterschiede insgesamt unter Außerachtlassung tierartspezifischer Unterschiede weitestgehend kompensieren, ist für die Abschätzung des Risikos von der Verbreitung von Verbreitungseinheiten nach der Magen-Darm-Passage eine Differenzierung nicht erforderlich, zumal den ubiquitär vorhandenen Kleinnagern ein weitaus größeres Risikopotential zukommen dürfte. Die Nagetierpopulation schwankt zwischen 20 und 60 Tieren je Hektar (Delany, 1974).

5. Futteraufnahmekapazität

Eine wesentliche Grundlage ist die Abschätzung der Futteraufnahmekapazität. Diese unterliegt endo- und exogenen Einflußfaktoren. Auch freilebende Tierarten besitzen ein genetisches Leistungspotential, das jedoch praktisch nicht erreicht wird, da verschiedene Faktoren begrenzend wirken. Ein ganz wesentlicher derartiger Faktor ist die Futteraufnahme, die durch verschiedene Faktoren begrenzt. Vom Tier ausgehend spielen hierbei in erster Linie das Fassungsvermögen des Verdauungstraktes, die Regulationsmechanismen, das Geschlecht, die klimatischen Verhältnisse sowie die Leistung (Bewegung, Gravidität, Milchleistung) eine Rolle. Andererseits bestimmt auch das verfügbare Futterspektrum und damit die Energiekonzentration, die Verdaulichkeit, die Ausgewogenheit der Zusammensetzung, die Struktur, der Gehalt an antinutritiven Stoffen und sensorische Reize (Geschmack, Geruch, Farbe, Form) wesentlich das Futteraufnahmevermögen. Für die Nahrungsaufnahme sind in Analogie zu den Nutztieren 5 verschiedene Regulationsebenen denkbar. Der initialen Ebene, die durch Hunger ausgelöst wird und die Suche nach der Nahrung einleitet, folgt die ingestive oder auch präabsorptive, die digestive, die metabolische und die Verarbeitungsebene. Als physikalische Regulationsfaktoren sind die Füllung des Verdauungstraktes, die Passagerate und Abbaubarkeit des Futters sowie die Futterstruktur anzuführen. Die aufgeführten mechanischen, chemischen

und physiologischen Elemente werden als Signale im Hypothalamus verarbeitet und führen zur Steuerung des Verzehrs. Ein wesentliches Prinzip der Futteraufnahmeregulation ist die Aufrechterhaltung des Fettdepots als Energiereserve. So ist verständlich, dass der Energiegehalt des Futters wesentlich die Futteraufnahme bestimmt. Andererseits übt auch der Gehalt einzelner Nährstoffe einen Einfluß auf die Verzehrhöhe aus. Dabei können sowohl Produkte der Verdauung durch körpereigene Enzyme als auch Metabolite des mikrobiellen Umsatzes im Verdauungskanal Signalfunktion haben. Die Signalvermittlung erfolgt über gastrale, intestinale, hepatische und lipostatische Signale.

Da die Futteraufnahmeregulationsmechanismen auf eine ausgeglichene Energiebilanz ausgerichtet sind, ist ein, der die Futteraufnahme weitestgehend bestimmender, Einflußfaktor der energetische Bedarf. Im Gegensatz zu Nutztieren liegen über den energetischen Bedarf freilebender Tierarten nur wenige Untersuchungen vor. Unstrittig ist, dass die energetischen Aufwendungen zum Erhaltungsbedarf höher einzustufen sind als bei Nutztieren. Aufgrund der variierenden Umgebungstemperaturen und der gerade in den Wintermonaten unzureichenden Nährstoffversorgung bietet die nur partiell optimierte subcutane Fettauflage eine geringere Wärmeisolierung. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der sich auf die Isolierung des Haarkleides negativ auswirkenden Klimafaktoren, wie z. B. Wind und Regen, ist davon auszugehen, dass der energetische Bedarf mindestens um durchschnittlich 25% höher liegen dürfte, als bei den entsprechend als Nutztiere gehaltenen Tierarten. Hartfiel et al. (1985) konnten z.B. für Rehe aufzeigen, dass die mittels Thermographie gemessene Wärmeabstrahlung bei einer Außentemperatur von -1°C deutlich höher ausfiel, als bei Schafen. Bei einer vierjährigen Ricke betrug z.B. die mittlere Körperoberflächentemperatur 1,9°C, bei einem acht Monate alten Kitz 2,9°C. Im Vergleich zum Schaf war damit die Oberflächentemperatur um das 4,7 bzw. 7,3 fache höher. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Energieaufwendungen für die Nahrungsaufnahme weit höher einzuschätzen sind, als bei Nutztieren. Nachfolgend werden tabellarisch die im Mittel zu unterstellenden Bedarfswerte für Säuger und Vögel aufgezeigt.

Tabelle 77

Energiebedarfsbereiche für freilebende Tierarten

	Erhaltung (kJME/kg ^{0,75})	Wachstum	Gravidität x fache des Erhaltungsbedarfs	Laktation	Flugleistung x
Säuger	370 - 550	1,4	1,2 - 2,4	2,5 - 3,5	
Ratten	460	1,4	1,2 - 2,4		
Mäuse	735	1,5	1,2 - 2,4		
Hühnervögel	480	1,5			2,0
Vögel					1,2 - 1,8
- sperlingsartige	750 - 850	1,2			1,2 - 1,8
- nicht sperlingsartige	500 - 550	1,2			

Die Bedarfsangaben für die Eibildung dürften weitestgehend den für das Nutzgeflügel ermittelten Werten entsprechen. Für die hier zu bearbeitende Fragestellung ist wesentlich, dass die höheren Energieaufwendungen für die Eibildung nur über wenige Tage erforderlich sind und im Durchschnitt das 2,5fache der Erhaltungsbedarfswerte betragen dürften.

In Tabelle 78 sind ausgewählte Trockenmasseaufnahmewerte je Tier und Tag zusammengefaßt. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass je nach Leistung, Klima und Aktionsradius die durchschnittliche Trockenmasse bei 5% der Lebendmasse liegen dürfte. Bei größeren Tieren (>10 kg) wird generell ein Trockenmasseaufnahmewert von 3% der Lebendmasse unterstellt.

Tabelle 78

Trockenmasseaufnahme je Tier und Tag

Tierart	Lebendmasse (kg)	Futterraufnahme je Tag (kg TS)	Gravidität	Laktation
Rehwild	15 - 20	0,4 - 0,8		
Dam-, Rotwild				
Kälber	25 - 60	0,6 - 1,8		
Schaltiere	30 - 80	0,7 - 2,4		
Alttiere	40 - 110	1,0 - 3,3		
Hirsche	50 - 120	1,0 - 3,4		
Wildschweine	30 - 200	0,6 - 3	3,5	4,2
Hasen	1 - 8	0,05 - 0,24	0,06- 0,30	0,08 - 0,40
Mäuse	0,02 - 0,06	0,003 - 0,01		
Ratten	0,2 - 0,6	0,01 - 0,04		
Rebhühner	1,5 - 2,5	0,04 - 0,08		

6. Futterraufnahmespektrum

Die von den Tieren bevorzugt aufgenommenen Futtermittel bestimmen im wesentlichen das Risiko der Verbreitung von Samen. Da die freilebenden Tiere sich jedoch an die durch die Kulturlandschaft vorgegebenen Nahrungsquellen in bestimmten Umfang anpassen können, ist eine tierartspezifische Aufteilung der Futtermittelgruppen unter Berücksichtigung der hier relevanten Thematik nur bedingt brauchbar. Deshalb werden nachfolgend nur beispielhaft das Futterraufnahmespektrum einzelner Tierarten ausführlich beschrieben, um die Anpassung und Variationsbreite der Futtermittel aufzuzeigen und um hieraus Rückschlüsse auf die nicht berücksichtigten Tierarten zu vollziehen.

6.1 Rehwild

Das Rehwild gehört zu den früh entstandenen Wiederkäuerarten und ist der charakteristische Vertreter der Konzentratselktierer. Aufgrund der nährstoffangepaßten Ausbildung der Pansenzotten und der kurzen Äsungs- und Wiederkauperioden weist das nährstoffreiche, aber zellulosearme Futter eine hohe Passagerate auf. Entsprechend setzt sich die Rehäsung vorwiegend aus Blättern, Kräutern, Blüten, Trieben und Früchten zusammen. Das reichste Angebot findet sich daher an der Wald-Feldgrenze, an Waldwegen und im lichten Mischwald (Hofmann, 1982).

Die drastischen Veränderungen der Kulturlandschaften und die zunehmende Technisierung führten beim Rehwild nicht nur zu einer Anpassung der Äsungsansprüche, sondern auch der Äsungszeit. Methodisch ist das Futterraufnahmespektrum in der Literatur mittels Untersuchung des Panseninhaltes bzw. durch zeitaufwendige Feldbeobachtungen ermittelt worden. Ernährungsphysiologisch wichtig ist die Aufnahme von Laubholzpflanzen (Esche, Roteiche, Eiche, Buche), die Kraut-, Blatt-, Trieb- und Pilzäsung sowie die Weichholz- und Knospenäsung (Fruchtsträucher, Beerenkräuter und masttragende Bäume). Auf der Grundlage von

Pansenuntersuchungen gefallener Tiere gliederte Schäfer (1965) das Futteraufnahmespektrum orientierend in fünf Abschnitte:

- 16.03. - 30.04.: Gräser, Knospen,
- 01.05. - 15.06.: Einkeimblättrige - Laubtriebe,
- 16.06. - 15.10.: Zweikeimblättrige - Laubtriebe,
- 16.10. - 31.12.: Pteridophyten - Knospen - Brombeere,
- 01.01. - 15.03.: Gras - Knospen - Brombeere.

Bezogen auf die hier relevanten Verbreitungseinheiten werden folgende Pflanzen nach Treichler (1972) gerne aufgenommen:

- **Wald:** Weißtanne, Esche, Hainbuche, Eibe, Stieleiche, Akazie, Ahorn, Rotbuche, Linde, Föhre, Salweide, Ulme,
- **Flur:** Weizen, Hafer, Mais, Stangenbohnen, Raps, Rübsen, Luzerne, Runkelrübe.

Nach Möhring (1963) werden auch verschiedene Früchte aufgenommen. Im einzelnen handelt es sich hierbei um Süßkirschen, Birnen, Äpfel, Ebereschen. Bei der Darstellung des Äsungsspektrums und der hieraus abzuleitenden Abschätzung möglicher Ausscheidungen von Verbreitungseinheiten ist zu berücksichtigen, dass hierbei erhebliche regionale Unterschiede vorliegen können. Dies konnte die Arbeitsgruppe Goppel (1980) auf der Grundlage von Panseninhaltsuntersuchungen im Winter aufzeigen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 79 ausgewiesen.

Tabelle 79

Äsungsspektrum in der Wintergrässung

Winteräsung	Rotmühle	Hohenbucko	Nedlitz	Eibenstock	Oderbruch
Kieferspitzen	53	28	25		
Fichtenspitzen					
Drahtschmiele	5	29	11	21	
Heidelbeerkraut			5	17	
Heidekraut			231		
andere Kräuter	8			11	7
Rinden				1	1
Laub	5	6	4	1	
Raps	13				6
Wintergetreide	10		12		68
Mais/Zuckerrüben					18
Bucheckern	5	10	35	12	
Sonstiges	1	4	7	7	

Je nach Angebot äst das Reh im Dezember und Januar nach Goppel et al. (1980) im Mittel 40 bis 60% der Gesamtnahrung als Kiefern- bzw. Fichtentriebe und Drahtschmiele, 5 - 25% Kräuter, 5 - 35% Bucheckern, 1 - 7% Laub sowie 2% Rinde. Feldäsung wird gerne aufgenommen und kann beim Feldreh nahezu die einzige Nahrung bilden. Das Äsungsangebot begrenzt die Vielfalt und Variation der Futteraufnahme.

Kaluzinski (1982) führte nicht nur im Winter, sondern während eines ganzen Jahres umfangreiche Untersuchungen über die prozentuale und absolute Aufnahme der hier relevanten Futtermittel in Polen durch. Diese Untersuchungen können für die Beurteilung des Risikos einer Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten wie folgt geschätzt werden. Insgesamt ist dabei festzustellen, dass der Aufnahmeanteil von Kulturpflanzen im Mittel 88,8% der Gesamtauf-

nahme beträgt. Dies entspricht einem Trockenmasseaufnahmeanteil von durchschnittlich 444 g je Tier und Tag. Bei einer durchschnittlichen Besatzdichte von 39 Tieren je 100 ha entspricht dies einer Gesamttrockenmasseaufnahme von 183000 kg Trockenmasse je 100 ha und Jahr. In den Wintermonaten ist der Anteil an Kulturpflanzen mit möglichem Verbreitungsrisiko, mit Ausnahme der im Wald aufgenommenen Verbreitungseinheiten, zu vernachlässigen. Entsprechend angelegte Untersuchungen wurden von Koch (1976) im staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Eberswalde auf einer Fläche von 3500 ha durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen betrug die Rehwalddichte 6 Stücke je 100 ha. Es konnte aufgezeigt werden, dass kein Bedürfnis zu sehr artenreich zusammengesetzter Äsung besteht, sondern dass sogar eine relativ einförmige Auswahl aus dem örtlichen Angebot vorgenommen wurde. Das wurde dadurch unterstrichen, dass sich in den Pansen fast immer das in unmittelbarer Nähe des Erlegungsortes vorkommende Äsungsangebot widerspiegelte. Wenige nährstoffreiche Pflanzen sichern die Ernährung während des ganzen Jahres. Eine gezielte Suche nach Unkräutern und Gehölzen wird offensichtlich nicht vorgenommen. Im Frühjahr (1.3.-31.5.) bildete der Roggen die Hauptnahrung. Der Luzerne kam ebenfalls ein hoher Anteil zu. Im Sommer (1.6.-31.8.) ragten die Kulturpflanzen stark hervor, im besonderen der Roggen, der Rotklee und der Mais, aber auch Weißklee und Luzerne. Der Mais wird nach dem Auflaufen geäst. Sehr beliebt waren Futtererbsen. Von Gehölzen befanden sich nur geringe Mengen, Nadelspitzen der Kiefer und Federblättchen der Robinie am häufigsten. Im Herbst (1.9.-30.11.) wurden neben frischen Teilen von Kulturpflanzen auch geringe Mengen an Getreidekörnern vorgefunden. Nach wie vor dominierte Roggen, gefolgt von Rot- und Weißklee sowie dem Weizen. Auch Zuckerrüben und Futtererbsen können größere Anteile einnehmen. Im Winter (1.12. - 18.2.) wurden verstärkt Roggen, Gerste und Zuckerrübenreste nachgewiesen. Insgesamt betrug der Äsungsanteil landwirtschaftlicher Nutzpflanzen etwa 85%.

6.2 Rot-, Dam- und Muffel-, Gamswild

Das Rotwild war ursprünglich ein Tier des Grassteppenrandes, der lichten Auwälder und Flussniederungen und wurde erst vom Menschen in die Wälder gedrängt. Es gehört zum Intermediär- oder Zwischentyp mit eindeutiger Tendenz zum Grasfresser, entsprechend ist der Pansen ungleichmäßig mit Zotten besetzt. Größe und Umfang der Pansenzotten zeigen eine ausgeprägte Anpassung an das jeweilige Äsungsangebot. Die freigewählte Äsung ist stets eine Mischäsung mit einem Gras-, Faseranteil von mind. 50%. Ist der Rohfutteranteil ungenügend wird er durch das Schälens kompensiert.

Das Damwild tendiert noch stärker zum Gras- und Rohfutterfresser und ist ebenso wie das Rotwild als Intermediärtyp einzustufen. Wie das Rotwild kann auch das Damwild ohne einen hohen Gras- und Faseranteil nicht auskommen. Es verbeisst und schält, wo das Pflanzenangebot nicht reichhaltig genug ist.

Das Muffelwild gehört zum hochentwickelten Äsungstyp der Gras- und Rohfutterfresser. Der Pansen ist stärker unterteilt und das Futter verweilt nicht zuletzt aufgrund der engen Verbindungsöffnungen länger im Pansen. Das Muffelwild weist wenige ausgedehnte Äsungsperioden auf. Muffelwild äst Gras und andere Fasernahrung ausserhalb großer Wiesenflächen. Die gelegentliche oder auch regelmäßige Aufnahme kleiner Mengen an Konzentraten wie Eicheln, Mais, Kräuter- und Laubholztriebe stören die mikrobiellen Umsetzungen im Pansen weit weniger als bei Gams- und Rotwild.

Im Gegensatz zum Rehwild machen die Zweigspitzen der Nadelgehölze und die Drahtschmiele mehr als 70% der gesamten Äsung aus. Rotwild bevorzugt im Winter offenbar die Nadelgehölze, Muffelwild dagegen die Gräser. Regionale Unterschiede im Äsungsspektrum wurden von der Arbeitsgruppe Groppe (1980) untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 80 ausgewiesen.

Das Gamswild ist ebenfalls dem Intermediärtyp zuzuordnen. Es besitzt jedoch anatomische und physiologische Merkmale, die diesen Mischäser im Sommer zu einem Konzentratsselektierer tendieren lassen (Hofmann, 1982).

Tabelle 80

Botanische Zusammensetzung des Panseninhaltes von Rot-, Dam- und Muffelwild im Winter (nach Goppel et al., 1980)

Angaben in % der Pansentrockenmasse

Winteräsung	Rotwild Hohenbucko	Rotwild Eibenstock	Damwild Nedlitz	Muffelwild Hohenbucko
Kieferzweige	74	67		26
Fichtenzweige		45		
Drahtschmiele	13	8	36	45
Heidelbeerkraut		4	92	6
Heidekraut	5	1		11
andere Kräuter	6			
Rinden	2	5	5	
Raps				6
Zuckerrüben/ Kartoffeln	4			
Sonstiges	1			

6.3 Hase

Der Feldhase ist ein reiner Pflanzenernährer. Mit den Schneidezähnen beißt der Hase durch sagittale Nagebewegungen die Pflanzenteile vom Boden oder der Pflanze ab und zerkaut sie dann durch transversale Kaubewegungen. Oft herabfallende Stücke werden nicht mehr beachtet. Verdeckt liegende Äsung wird durch rasche Kratzbewegungen frei und der Hase nimmt sie dann mit den Zähnen auf. Im Unterschied zum Kaninchen wird der Äsungsplatz häufig gewechselt. Während der Wintermonate werden teilweise bis 2 km vom Tageseinstand entfernte Äsungsflächen aufgesucht. Brüll (1973, 1976) untersuchte 500 Mageninhalte und konnte 77 Pflanzenarten bezogen auf das Untersuchungsgebiet (Schleswig-Holstein) feststellen. In den Marschgebieten überwogen die Süßgräser, in der Geest nahmen die dikotylen Kräuter als Folge des Futteranbaues zu. Bei Vorherrschen von Getreide findet sich entsprechend diese Pflanzenart verstärkt im Magen wieder. Während im Frühjahr, Herbst und Winter die Süßgräser mit bis zu 90% eine übergeordnete Rolle spielen, erreichen dikotyle Kräuter im späten Frühjahr und Sommer bzw. Frühherbst 40 - 80%. Kulturpflanzen wie Gerste, Weizen und Raps werden im Winter bevorzugt aufgenommen und decken bis zu 80% der Nahrung ab. Nach Zörner (1976) besteht das durchschnittliche Nahrungsangebot aus 90,1% Grünäsung, 5,5% Holz und verholzten Pflanzen, 2,2% Hackfrüchten, 1,7% Körnerfrüchte und 0,5% Eicheeln. Bei diesen Angaben handelt es sich um Durchschnittswerte. Während der Bearbeitung

von Kartoffelfeldern wird das an die Bodenoberfläche gelangende Saatgut gern aufgenommen. Der Anteil der Getreidefrüchte erreicht in der Haupterntesaison seinen Höhepunkt mit ca. 11%. In den Wintermonaten ist die Wintersaat (Roggen, Gerste, Weizen, Raps) die Hauptkomponente der Grünäsung. Mit zunehmender Vegetationsdauer nimmt der Anteil zarter Gräser von Sommergetreide ständig zu. In der Haupterntesaison kann der Getreideanteil im Magen bis zu 40% ausmachen. Maiskörner werden zur Bestellzeit gern aufgenommen, haben aber sonst eine untergeordnete Bedeutung. Im Spätherbst werden Zuckerrübenblätter gefressen. Der Anbau von Spezialkulturen (z. B. Bohnen, Möhren, Kohlrabi) kann zu einer Bevorzugung führen, die mit hohen Feldschäden verbunden sein können (Barheine, 1965). Nach Novokova und Vanek (1956) beträgt der aufgenommene Samenanteil in den Monaten August, September, Oktober und November zwischen 0,6 und 3,1% der Gesamtaufnahme.

6.4 Mäuse

Im Frühjahr treten nur drei Arten auf, Maulwurf, Feld- und Waldmaus, wobei Feld- und Waldmaus zusammen 91% des Populationsanteiles bilden. Sie allein sind also bodenständig und die Dauerbewohner von Ackerflächen. Demgegenüber sind Brandmaus, Ährenmaus und Waldspitzmaus nur während der Sommermonate zeitweilige Nutzer der Ackerflächen (Stein, 1952). Gelbhalsmäuse, Erd- und Zwergmäuse werden nur selten beobachtet. Den Mäusen kommt ein enormer Anteil bei der Ausbreitung von Kulturpflanzen zu. Nach Stein (1955) ist bei der Waldmaus davon auszugehen, dass mindestens zwei Drittel der Nahrung aus Samen bestehen. Dieser Nahrungsquelle kommt insbesondere in dem Zeitraum Oktober bis Februar eine wesentliche Bedeutung zu. Hier betragen die Volumenanteile teilweise deutlich über 90% (Watts, 1968). Im Herbst werden auch Kerne von Kirschen und Zwetschgen aufgenommen (Müller-Schneider, 1971). Nach Niethammer (1978) können täglich bis zu 7 g Eicheln und Hafer gefressen werden. Einzelaussaaten pillierter Samen von Zuckerrüben werden von Waldmäusen reihenweise bis zu etwa 1300 in einer Nacht ausgegraben und gefressen (Niethammer, 1978). Nach Untersuchungen von Müller-Schneider (1971) bleiben die Samen von Erd-, Blau- und Preiselbeeren nach der Darmpassage keimfähig. Eine wesentliche Besonderheit besteht darin, dass die Vorratshaltung, die in einer Größenordnung von 250 - 500 g, z.B. an Erbsen und Weizen, liegen kann, auch wesentlich zur Samenverbreitung beiträgt, zumal diese Vorräte zugedeckt werden (Zimmermann, 1956).

Die Feldmaus nimmt nach Untersuchungen von Holisova (1959) in erster Linie grüne Teile von Gräsern und krautigen Dikotyledonen, Samen und unterirdische Pflanzenteile auf. Gräser spielen vor allem im Winter und Frühjahr eine große Rolle, Samen herrschen im Spätsommer vor. Entscheidend ist auch hier, dass das Nahrungsspektrum in erster Linie durch das Nahrungsangebot bestimmt wird. Nach Stein (1958) können Feldmäuse über längere Zeit sich ausschließlich von Roggenkörnern ernähren. Bevorzugte Kulturpflanzen sind Winterraps, Rotklee, Luzerne und Mohrrüben. Durch die Anlegung von Vorratshöhlen kommt der Verbreitung auch auf diesem Wege eine große Bedeutung zu.

Aufgrund der Anatomie und Physiologie des Kauapparates ist jedoch die Verdaulichkeit der organischen Substanz der aufgenommenen Futtermittel im Gegensatz zu den anderen Tierarten mit durchschnittlich 85 bis 95% (Drozd, 1968) sehr hoch. Andererseits ist zu berücksichtigen, dass durch parasitäre bzw. infektiöse Erkrankungen die Verdaulichkeit erheblich beeinträchtigt sein dürfte.

6.5 Schwarzwild

Das Wildschwein gehört zur Gruppe der Omnivoren. Rohfaserreiche Futtermittel werden entsprechend in geringerem Umfang aufgenommen als bei Wildwiederkäuern. Das Wildschwein äst deshalb bevorzugt junges Gras und Kräuter und konzentrierte Futtermittel, wie Eicheln, Bucheckern, Kartoffeln und daneben in erheblichem Umfang Kleintiere, Insekten, Würmer usw.. Auch hier besteht hinsichtlich des Nahrungsspektrums eine ausgeprägte Anpassungsfähigkeit. Bei Ausfall der Baumast (Eicheln, Bucheckern) werden in großem Umfang landwirtschaftliche Kulturpflanzen und dabei hauptsächlich Getreide und Kartoffeln aufgenommen. Hierbei kann der Anteil der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen teilweise bis zu 70% ausmachen (Biedermann, 1968; 1990). In waldarmen Regionen ist entsprechend der Anteil an Feldfrüchten sehr hoch. Hier dominiert mit zunehmendem Anbau der Mais (Bättig, 1980).

6.6 Dachs

Auch diese Tierart kann aufgrund des Futterspektrums wesentlich zur Verbreitung intakter Samen beitragen, zumal je nach saisonaler Abhängigkeit neben Getreide, Kirschen, Pflaumen, Weizen, Gerste und Hafer aufgenommen werden (Neal, 1986; Lüps und Werner, 1993). Befinden sich diese Kulturpflanzen bzw. Früchte in Nähe des Waldes werden sie teilweise als alleinige Futterquelle genutzt (Kruuk, 1989).

6.7 Wildgeflügel

Über den Futterverzehr von Fasanen und Rebhühnern hat man besonders in England sehr umfangreiche und aufschlußreiche Untersuchungen durchgeführt, indem man auch hier den Inhalt von Wildgeflügelmägen über das ganze Jahr geprüft hat. Dabei zeigte sich, dass das in freier Wildbahn aufgenommene Futter je nach Jahreszeit sehr verschieden ist. Diese Variation hängt jedoch nicht vom Auswahlvermögen der Tiere, sondern von dem natürlichen Angebot ab. Im Winter gibt es kaum Insekten, sondern praktisch nur Grünfutter. Entsprechend besteht die Nahrung von Dezember bis Mai vorwiegend aus grünen Pflanzen (Blattspitzen von Gras, Klee, Unkraut und Getreidepflänzchen) und daneben je nach Angebot aus Rüben und Unkrautsamen. Von Juni bis August werden Insekten in größerer Menge, Blüten und Unkrautsamen verzehrt. Zur Zeit der Getreideernte sind Getreidekörner die Hauptnahrung. Im Oktober werden neben Getreidekörnern zusätzlich größere Mengen an grünen Pflanzen und Rüben verzehrt. In Rheinhessen wurden im Kropf und in den Mägen bis zu 299 Traubenkerne nachgewiesen. Insekten und Unkrautsamen werden den Getreidekörnern generell vorgezogen, d. h. je weniger Insekten und Unkrautsamen zur Verfügung stehen, desto mehr Getreide wird aufgenommen (Mansfeld, 1957). Fasane finden sich oft in Mais- und Sonnenblumenkulturen. Bei marginaler Nahrungsaufnahme frequentieren sie Getreide, Hirse, Buchweizen, Kartoffeln und Rüben (Mansfeld, 1957). Nach Blotzheim und Bauer (1973) kann der Maisanteil bis zu 4% der Gesamtaufnahme ausmachen. Da die Nahrungsaufnahme damit weitgehend vom saisonmäßigen Angebot abhängig ist, dürfte generell dem Wildgeflügel eine große Bedeutung bei der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten zukommen.

Das Futterspektrum von Wildgänsen ist weitgehend identisch mit den für Rebhühner aufgeführten Futtermittelarten. Nach Rutschke (1986) werden bei Tagesbeginn im Herbst und Winter Getreidesaaten geäst.

Das Nahrungsspektrum anderer Wildvögel lässt sich an den verursachten Schäden indirekt ableiten. Nach Ohnesorg (1991) haben die durch Wildgänse, Wildenten und Schwäne verursachten Schäden deutlich zugenommen. Schäden durch Tauben, Krähen und Fasane sind konstant geblieben, während bei Staren, Sperlingen und Finkenvögel ein Rückgang zu verzeichnen ist (Gemmeke, 1997). Drosseln, Finkenvögel, Stare und Tauben sind hauptsächlich für Schäden in Obst und Weinbaukulturen verantwortlich. Alle anderen beobachteten Vogelarten nehmen vorwiegend landwirtschaftliche Kulturfrüchte auf.

Nachfolgend wird auf das Nahrungsspektrum einiger wichtiger Vogelarten eingegangen:

Eichelhäher

Hölzinger (1987) konnte in seinen Untersuchungen nachweisen, dass auf Getreidefeldern in Waldnähe verstärkt Getreide mit Bevorzugung von Mais aufgenommen werden.

Enten, Schwäne, Kraniche

Gemmeke (1997) stellte in seiner Umfrage fest, dass Enten, Schwäne und Kraniche auch in erheblichem Umfang Kulturen aus Getreide und Winterraps schädigen, wobei insbesondere auch während der Getreidereife ganze Körner aufgenommen werden können.

Feldlerche

Im Spätsommer werden Getreidekörner aufgenommen, wobei Weizen bevorzugt wird. Meist handelt es sich hierbei um Dreschabfälle. Der Anteil an der Gesamtaufnahme kann bis zu 30% betragen (Blotzheim und Bauer, 1985). Im Winter werden jedoch auch zarte Blätter und Blüten von Weizen, Gras, Raps, Zuckerrübe u.a. aufgenommen. Im Frühjahr werden Käfer und Samen den Keimlingen gegenüber bevorzugt. Gelegentlich picken Lerchen auch an Maiskolben, erfrorenen Kartoffeln oder Kirschen.

Kiebitz

Auch bei dieser Vogelart werden nicht selten in beträchtlichem Umfang Getreidekörner, wie z.B. Weizen, aber auch Hirse aufgenommen (Blotzheim und Bauer, 1975).

Krähen

Während sich Rabenkrähen überwiegend carnivor ernähren, nutzen Saatkrähen vorwiegend Getreide- und Maisanbauflächen (Gemmeke, 1997). Gefährdet ist vor allem das Korn um die Zeit der Keimreife. Nach Köster (1986) wird Mais bevorzugt aufgenommen, gefolgt von Weizen, Rogge, Hafer und Gerste. Im Spätsommer und Herbst dominiert die Getreideaufnahme. Ölreiche Hanf- und Mohnsamen sind ebenfalls beliebt. Die absolute Aufnahme an tierischer und pflanzlicher Nahrung liegt bei 15 - 70 g und 10 - 70 g je Tier und Tag. Ausgereiftes Getreide wird nur dann aufgenommen, wenn es vom Feldrand aus oder vom Regen niedergedrückten Flächen erreichbar ist. Große Schäden können bei Sommergetreideaussaaten, vor allem auf spät ausgesäten oder witterungsbedingt spät keimenden Sommerweizen, auftreten (Blotzheim und Bauer, 1993).

Möwen

Möwen gelten zwar als carnivor bzw. omnivor, dennoch wurden in Mägen nordamerikanischer Lachmöwen bis zu 75% Saatweizen nachgewiesen (Mansfeld, 1957). Kropf- und Magenanalysen ergaben auf die Trockenmasse bezogen einen Getreidekornanteil von durchschnittlich 6%. Dies entspricht bei einer Trockenmasseaufnahme von 142 g einer Kornaufnahme von 8,5 g je Tier und Tag (Creutz, 1963; Cuendet, 1979).

Sperling

Während sich der immer seltener werdende Feldsperling überwiegend von Unkräutern und Insekten ernährt, hält sich der Kulturfolger Haussperling mitunter in landwirtschaftlichen Kulturen schadlos. Nach Hölzinger (1987) werden in ortsnahen Anbaugebieten Schäden an Weizen, Gerste, Mais, Hafer und Roggen verursacht. Der Anteil an Getreidesamen kann dabei fast 75% der täglichen Gesamtaufnahme ausmachen. Im Frühjahr werden zudem Knospen, junge Blätter und Blüten von Obstbäumen unzerkaut aufgenommen. Im Sommer und Herbst bilden Fruchtfleisch oder Kerne von Beeren und Früchten sowie Weinreben und Spargel eine wesentliche Nahrungsgrundlage.

Tauben

Haustauben sind nach Gemmeke (1997) in Mais-, Winterraps-, Sonnenblumen-, Obst- und Weinbauanlagen zu finden, wo sie Früchte und Knospen verzehren. Die Haus- oder Feldtaube pickt unter anderem in Saatfeldern von Getreide, Hülsenfrüchten, Raps und Rüben bloßliegende Körner auf. Teilweise wird auch bereits gekeimte Saat aufgenommen. Der Körneranteil in der Tagesration ist nach Mansfeld (1957) mit 17 g einzuordnen. Turteltauben nehmen nicht nur die oben liegenden Samen, sondern auch die von Erde bedeckten Samen auf. Die Menge an derartigen Sämereien von Roggen, Mais, Flachs, Hanf und Hirse kann bis zu 12 g betragen.

Wildgänse

Auf ihrem Herbst- und Frühjahrszuge werden grünes Getreide, Hülsenfrüchte und Ölsaaten aufgenommen. Im Herbst und Winter fliegen die Gänse bei Tagesanbruch zur Äsung auf Getreidesaaten in der Umgebung. Graugänse verursachen vorwiegend Schäden in Getreide und Winterraps, Saatgänse sind wählerischer und präferieren eiweißreiche und stärkehaltige Pflanzen. Mit Einzug der 00-Rapssorten werden bevorzugt Rapsfelder aufgesucht, dabei werden Blätter sowie Haupttriebe der Pflanzen aufgenommen (McKay und Bishop, 1992; Gemmeke, 1998). Getreidekörner werden nach Teunissen (1992) unmittelbar nach der Aussaat bzw. auch nach der Keimung ausgegraben. In den Wintermonaten ernähren sich die Graugänse von liegengelassenen Getreidekörnern, Kartoffeln und Futterrüben (Blotzheim und Bauer, 1973). Im März wechseln die Vögel auf junges Gras und Weizenkeimblätter.

7. Samen- und Fruchtausbreitung

Im Gegensatz zu der Bestäubung ist die Spezialisierung der Ausbreitungsart von Samen und Früchten weit weniger fortgeschritten. Sehr viele Diasporen sind polychor, d.h. sie können auf verschiedene Weise verfrachtet werden. Manche Arten sind heterosperm bzw. heterokarp, d.h. sie produzieren an dem gleichen Individuum verschiedene Samen- bzw. Fruchttypen mit unterschiedlichem Ausbreitungsmodus.

Die Ausbreitung durch Tiere, die Zoochorie tritt in den Formen der Endozoochorie, der Myrmecochorie und der Epizoochorie auf. Bei der Endozoochorie werden die Diasporen aufgenommen und wieder ausgeschieden. Die Epizoochorie beschreibt die Haftung der Diasporen an der Tieroberfläche.

Voraussetzung für die **Endozoochorie** ist, dass die Diasporen dem Nahrungsspektrum der jeweiligen Tierarten entsprechen und gleichzeitig Schutzeinrichtungen aufweisen, die den Einflüssen des Kauapparates und der Bedingungen im Magen-Darmtrakt widerstehen können. Hier kommt sowohl der geometrischen Form der Samen, als auch dem Lignifizierungsgrad der Samenhülle eine große Bedeutung zu. Ähnlich wie bei der Bestäubung ist es auch bei der

Endozoochorie vielfach zu einer engen Bindung zwischen Pflanze und Tier gekommen. Die Veränderungen der Kulturlandschaft führten jedoch auch zu einer Anpassung, so dass prinzipiell jede Tierart für die Verbreitung der Kulturpflanzen als relevant anzusehen ist. Für die Verbreitung kommen in erster Linie Vogelgruppen und Säugetiere in Frage. Die von Vogelgruppen aufgenommenen Diasporen sind dabei meist grell- bzw. kontrastfärbig, duftlos, mäßig groß bis klein, weichschalig und im Herbst nicht abfallend. Als Beispiele können etwa saftige Samen, Einblattfrüchte, Sammelfrüchte, Beeren, coenokarpe Steinfrüchte und Fruchtstände aufgeführt werden.

Die **Myrmecochorie** beruht darauf, dass verschiedene Ameisenarten Samen bzw. Früchte aufnehmen und verschleppen, an denen charakteristische Anhängsel (Elaiosome) ausgebildet werden. Diese Ausbreitungsart ist jedoch auf die Waldfläche begrenzt.

Die **Epizoochorie** spielt dagegen aufgrund des höheren Verbreitungsrisikos eine weitaus größere Rolle. Samen und Früchte vieler Sumpf- und Wasserpflanzen können schon wegen ihrer Kleinheit mit dem Schlamm an Wasservögeln haften und weltweit verfrachtet werden. Bei Samen oder Früchten, die im feuchten Zustand klebrig-schleimig werden, ist diese Verbreitungsmöglichkeit noch erweitert. Vielfach bleiben Diasporen mittels Drüsenhaaren, besonders aber mittels Widerhaken an Tieren hängen. Solche Kletteinrichtungen können als Haare oder Emergenzen an den Fruchtblättern (*Medicago*-Arten) auftreten. Eine Sonderform der Ausbreitung durch Tiere repräsentieren die Tierballisten. Ihre steifen und sperrigen Stengel verhängen sich an vorbei streifenden Tieren und katapultieren im Zurückschnellen Samen oder Früchte.

In der jüngsten erdgeschichtlichen Vergangenheit ist auch der Mensch als wesentlicher Faktor der Samen und Fruchtausbreitung in Erscheinung getreten (**Anthropochorie**). Viele Unkräuter können besonders mit Saatgut, Landwirtschaftstechnik, Wolle und Viehfutter verschleppt werden. Auch die Möglichkeit der Wind- und Wasserausbreitung sowie der Selbstausbreitung ist als Ausbreitungsart zu berücksichtigen.

Die aufgeführten Differenzierungen der Samen und Früchte stehen mit dem Lebensraum der Sippen in engstem Zusammenhang. Dies wird nach Ellenberger (1996) daraus ersichtlich, dass im heimischen Laubwald in der niedrigen Krautschicht Myrmecochore, bei höheren Stauden Epizoochore, in der Strauchschicht Endozoochore, in der Baumschicht Auto- und Anemochore dominieren, was der hauptsächlichen Wirksamkeit der Ausbreitungsmöglichkeiten entspricht (Ameisen, Säugetiere, Vögel, Wind).

Die aufgeführten Verbreitungsmöglichkeiten sollen zeigen, dass die Verbreitung durch Endozoochorie nur eine der Möglichkeiten darstellt. Bei den Maßnahmen zur Eingrenzung der Verbreitung transgener Pflanzen müssen jedoch auch diese alternativen Verbreitungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Eine quantitative Schätzung ist jedoch nicht möglich und für das hier darzustellende Thema auch nur bedingt relevant. Schwerpunktmäßig soll deshalb nachfolgend nur die Verbreitungsmöglichkeit durch die Endozoochorie Berücksichtigung finden.

8. Ausscheidung von intakten Verbreitungseinheiten

Die in den vorangegangenen Abschnitten aufgeführten relevanten Tierarten können als potentielle Ausscheider intakter Verbreitungseinheiten angesehen werden. Das Risiko der Aus-

scheidung wird im wesentlichen durch den Verdauungstyp und die insgesamt aufgenommene Menge bestimmt. Weitere modifizierende Faktoren, wie z.B. Maldigestion und Malabsorption können jedoch das Risiko erheblich steigern. Die Schätzung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten gestaltet sich schwierig, zumal hierfür keine vergleichenden Untersuchungen herangezogen werden können. Die Schätzwerte basieren somit auf den unter Punkt 2. (siehe dort) aufgeführten Verdaulichkeitswerten für die einzelnen Verdauungstypen. Inwieweit jedoch die Verdaulichkeit gleichgesetzt werden kann mit dem Anteil an ausgeschiedenen intakten Samen muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Nach unseren orientierend durchgeführten Versuchen ist davon auszugehen, dass im Mittel nur max. 20% der unverdauten Samen als keimfähig eingestuft werden können. Hinzukommt, dass die Keimfähigkeit der ausgeschiedenen intakten Samen unter idealen Bedingungen geprüft wurden. Unter natürlichen Bedingungen dürfte die Keimfähigkeit jedoch weitaus niedriger liegen. Die Futterraufnahmekapazität unterliegt ebenfalls großen Schwankungen. Da sich die Verdauungsvorgänge zwischen den einzelnen Tierarten nicht wesentlich unterscheiden, sollen die nachfolgenden quantitativen Schätzungen der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten nach Magen-Darm-Trakt-Passage nach den bereits genannten Grundtypen differenziert dargestellt werden. Zur besseren Übersicht wurde die Gesamttrockenmasseaufnahme (TM) auf durchschnittlich 2% der Körpermasse (LM) festgelegt. Da selten davon auszugehen ist, dass diese Kulturpflanzen ausschließlich aufgenommen werden, wurde ein Aufnahmeanteil von 20, 50 bzw. 100% unterstellt. Unter Berücksichtigung der Tierzahlen, der Anbauflächen sowie der Erntemengen kann aus diesen Vorgaben die Gesamtausscheidung intakter Verbreitungseinheiten, vorbehaltlich dezidierter Untersuchungen, geschätzt werden. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass diese Werte nur für gesunde Tiere Gültigkeit aufweisen. Bei Tieren mit krankheitsbedingter reduzierter Verdauungsleistung dürfte die Ausscheidungsrate weitaus höher ausfallen. Insoweit sind die nachstehenden Angaben als minimale Ausscheidungsraten zu werten.

8.1 Kartoffel

Die prozentualen Ausscheidungsraten sind in Tabelle 81 ausgewiesen. Hier ist zu berücksichtigen, dass die Knolle nach Magen-Darm-Passage nur dann zum Risiko werden dürfte, wenn sie von Wiederkäuern und Monogastriden unzureichend zerkaut wird. Aufgrund der enzymatischen und mikrobiellen Einwirkungen, ist jedoch nicht davon auszugehen, dass bei Aufnahme von Kartoffelknollen trotz der vergleichsweise geringen Verdaulichkeit keimfähige Knollen ausgeschieden werden können. Entsprechend fanden in nachfolgender Tabelle nur die Beeren Berücksichtigung. Verdaulichkeitswerte liegen hier aber nur für Wiederkäuer vor. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Verdaulichkeiten der anderen Verdauungstypen nicht wesentlich verschieden sind, wurden vorbehaltlich weiterer Untersuchungen jeweils identische Werte unterstellt. Da eine Beere im Mittel ein Gewicht von 4 - 6 g aufweist und etwa 1500 Samen enthält, liegt die potentielle Ausscheidungsrate bei 20 g Trockenmasse je kg Lebendmasse bzw. 2 g Trockenmasse je 100 g Lebendmasse zwischen 611 bzw. 61 und 3000 bzw. 300 intakter Samen.

Tabelle 81**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten der Kartoffelbeeren**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit (%)	Beere 20	Beere 50	Beere 100
Verdauungstyp					
- einfaches System					
20 g TM je kg LM		46	2,2	5,4	10,8
- funktionelles Caecum					
2 g TM je 100 g LM		46	0,22	0,54	1,08
- multiples System					
20 g TM je kg LM		46	1,8	4,6	9,2
- aviäres System					
0,2 g TM je 10 g LM		46	0,02	0,05	0,10
2 g je 100 g LM			0,22	0,54	1,08

8.2 Tomate

Tomaten werden überwiegend in Unterglasanlagen angebaut. Die auf Freiland angebauten statistisch erfaßten Tomatenanbauggebiete sind vernachlässigbar. Entscheidender für ein Verbreitungsrisiko dürften die Haus- und Nutzgärten sein. Diese Flächen lagen im Jahre 1998 bei 15897 ha. Dabei entfielen auf die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein 2125, 2425, 2176 und 2013 ha. Unterstellt, dass etwa 1% der Flächen mit Tomaten angebaut werden und der Freilandertrag bei 320 dt. je ha anzusetzen ist, ergibt sich eine Erntemenge von 50870 dt.. Unter Einbeziehung der statistisch erfassten Flächen (69 ha) ist die gesamte Freilanderntemenge bei 72950 dt. anzusetzen. Die Verbreitungseinheiten können über die in den Boden eingebrachten Samen, aber auch über die in den Früchten enthaltenen Samen aufgenommen werden. Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Samen liegen nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei Aufnahme der gesamten Tomate, z.B. durch Wildschweine, gelegentlich auch Dachse, die ausgeschiedenen Samen intakt bleiben. Kleinnager dürften ebenfalls einen nicht unbeträchtlichen Anteil an Samen über die Früchte, aber auch nach Einsaat in den Unterglasanlagen aufnehmen. Bei aufgenommenen Verbreitungseinheiten ist von einer durchschnittlichen Verdaulichkeit von 65% auszugehen. Das Tausendkorngewicht beträgt 3 - 4 g. Kleinnager und Vögel können somit bei einer Aufnahme von 0,2 g je 10 g Lebendmasse folgende, vorbehaltlich weiterer Untersuchungen, noch intakte Verbreitungseinheiten ausscheiden:

Aufnahmeanteil 20%:	0,01 g je 10 g LM	entsprechend	2 Samen je 10 g LM,
Aufnahmeanteil 50%:	0,03 g je 10 g LM	entsprechend	10 Samen je 10 g LM,
Aufnahmeanteil 100%:	0,07 g je 10 g LM	entsprechend	20 Samen je 10 g LM.

Bei Aufnahme ganzer Früchte dürften entsprechende Werte unterstellt werden. Da die Keimungstemperatur bei 20 bis 25 °C beträgt, ist mit einer Auskehlung im Freiland nicht zu rechnen. Unter Berücksichtigung der Erhaltung der Keimfähigkeit von 4 - 6 Jahren, allerdings unter Normallagerung, ist jedoch eine Keimung generell nicht auszuschließen.

8.3 Getreide

Die Aufnahme von Verbreitungseinheiten bezieht sich zum einen auf die Aussaat und auf die Phase der Kornreife sowie zum anderen auf die Rückstände während und nach der Ernte. Beide Perioden sind insoweit bedeutsam, als das Nahrungsspektrum für viele freilebende Tierarten zu diesen Zeitpunkten eine erhebliche Einschränkung erfährt. Nachfolgend ist die Ausscheidung intakter Samen für die einzelnen Getreidearten aufgelistet. Auch hier handelt es sich nur um Schätzgrößen, die von den Verdaulichkeitswerten indirekt abgeleitet wurden. Entscheidend ist, inwieweit das aufgenommene Korn bereits vorgeschädigt ist bzw. während der Magen-Darm-Passage aufgebrochen wird. Hinzukommt, dass bei Ernterückständen die Samenwand durch mechanische, aber auch klimatische und mikrobielle Faktoren ebenfalls partiell beschädigt sein kann. Nach eigenen vorläufigen Untersuchungsergebnissen ist davon auszugehen, dass mindestens 60% der Körner beschädigt sein dürften. Das Verbreitungsrisiko derart geschädigter Körner ist unter Einbeziehung der Einwirkungen im Magen-Darm-Trakt daher als gering einzustufen. Deshalb dürften die Körner als Ernterückstand, vorbehaltlich weiterer Untersuchungen, mit einem zusätzlichen Korrekturfaktor von 0,4 versehen werden. Das größte Risiko einer Verbreitung liegt daher während und unmittelbar nach der Aussaat und zum Zeitpunkt der Kornreife. Ein weiterer beeinflussender Faktor ist die Korngröße. Je kleiner das Korn, um so größer dürfte die Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten anzusehen sein. Andererseits kommt auch der Kornqualität eine große Bedeutung zu. Bruchkörner, d.h. Körner mit partiell freiliegendem Endosperm, dürften nach Magen-Darm-Passage keine Keimfähigkeit mehr aufweisen. Entsprechendes dürfte für Schmachtkörner, Körner mit Schädlingsfraß und Körner mit deutlichen Keimverfärbungen zutreffen. Auch Auswuchs und Schwarzbesatz dürften die Keimfähigkeit erheblich negativ beeinträchtigen. Dieser Anteil dürfte in den Ernterückständen weit höher ausfallen, als beim Marktgetreide. Bei letzterem beträgt der Anteil an Bruchkörnern, Kornbesatz, Schwarzbesatz und Auswuchs insgesamt durchschnittlich 8%. In den nachfolgenden Tabellen (82 bis 87) erfuhren die Verdaulichkeitswerte für aufgenommene ganze Körner unter Einbeziehung der Ergebnisse von Kellner und Becker (1971) eine Korrektur von absolut 10%. Der Anteil an aufgenommenen geschädigten Körnern sowie der bei der Kautätigkeit verletzten Körner wurde in Analogie zu den Monogastriden bzw. Wiederkäuern mit 70% angenommen. Das Tausendkorngewicht wurde für Weizen, Roggen, Gerste, Triticale, Hafer und Mais mit 60, 35, 45, 43, 40 und 380 g angesetzt.

Tabelle 82**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Weizen**

Angabe in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse (Anzahl der Körner)

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Weizen		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		81			
20 g TM je kg LM			0,7 (3)	1,9 (9)	3,8 (18)
- funktionelles Caecum		81			
2 g TM je 100 g LM			0,07 (0,3)	0,19 (0,9)	0,38 (1,8)
- multiples System		77			
20 g TM je kg LM			0,92 (4)	2,3 (11)	4,6 (22)
- aviäres System		72			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,05)	0,03 (0,15)	0,06 (0,30)
2 g je 100 g LM			0,11 (0,5)	0,28 (1,4)	0,56 (2,8)

Tabelle 83**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Gerste**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Gerste		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		73			
20 g TM je kg LM			1,08 (7)	2,70 (17)	5,40 (34)
- funktionelles Caecum		78			
2 g TM je 100 g LM			0,09 (0,6)	0,22 (1,1)	0,44 (2,2)
- multiples System		75			
20 g TM je kg LM			1,00 (6)	2,5 (15)	5,0 (30)
- aviäres System		75			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,07)	0,03 (0,21)	0,06 (0,42)
2 g je 100 g LM			0,1 (1)	0,3 (5)	0,6 (10)

Tabelle 84**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Roggen**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Roggen		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		79			
20 g TM je kg LM			0,84 (7)	2,1 (10)	4,2 (19)
- funktionelles Caecum		80			
2 g TM je 100 g LM			0,08 (0,67)	0,2 (1,65)	0,4 (3,3)
- multiples System		80			
20 g TM je kg LM			0,8 (6)	2 (16)	4 (33)
- aviäres System		78			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,08)	0,02 (0,17)	0,05 (0,42)
2 g je 100 g LM			0,09 (0,77)	0,22 (1,9)	0,44 (3,8)

Tabelle 85**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Hafer**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Hafer		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		60			
20 g TM je kg LM			1,6 (14)	4,0 (35)	8,0 (70)
- funktionelles Caecum		61			
2 g TM je 100 g LM			0,16 (1)	0,4 (3)	0,8 (7)
- multiples System		60			
20 g TM je kg LM			1,6 (14)	4,0 (35)	8,0 (70)
- aviäres System		60			
0,2 g TM je 10 g LM			0,02 (0,18)	0,04 (0,36)	0,08 (0,72)
2 g je 100 g LM			0,16 (1)	0,4 (3)	0,8 (7)

Tabelle 86**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Triticale**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Triticale		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		75			
20 g TM je kg LM			1,0 (6)	2,5 (17)	5,0 (34)
- funktionelles Caecum		77			
2 g TM je 100 g LM			0,09 (0,54)	0,23 (1,4)	0,46 (2,8)
- multiples System		77			
20 g TM je kg LM			0,92 (6)	2,3 (16)	4,6 (32)
- aviäres System		75			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,07)	0,02 (0,14)	0,05 (0,35)
2 g je 100 g LM			0,1 (0,70)	0,25 (1,74)	0,50 (3,49)

Tabelle 87**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Mais**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Mais		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		79			
20 g TM je kg LM			0,84 (0,13)	2,10 (0,33)	4,20 (0,66)
- funktionelles Caecum		71			
2 g TM je 100 g LM			0,12 (0,02)	0,29 (0,05)	0,58 (0,09)
- multiples System		77			
20 g TM je kg LM			0,92 (0,14)	2,3 (0,36)	4,6 (0,72)
- aviäres System		76			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01(0,002)	0,02(0,004)	0,05(0,008)
2 g je 100 g LM			0,10(0,02)	0,24(0,04)	0,48(0,08)

8.4 Raps

Raps kann sowohl nach der Aussaat, als auch bei der Kornreife von freilebenden Tierarten aufgenommen werden. Aufgrund der relativ kleinen Korngröße ist das Risiko einer Beschädigung des Kornes nach der Aufnahme weitaus geringer, als bei Getreidekörnern. Auch die Ernterückstände dürften weitaus weniger beschädigt sein. Entsprechend wurden bei den in Tabelle 88 ausgewiesenen Werten keine Abzüge vorgenommen. Das Tausendkorngewicht liegt im Mittel bei 29 g.

Tabelle 88**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Raps**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

		Verdaulichkeit (%)		Raps	
Aufnahmeanteil	%	20	50	100	
Verdauungstyp					
- einfaches System	81				
20 g TM je kg LM		0,76 (26)	1,90 (65)	3,8 (130)	0
- funktionelles Caecum	81				
2 g TM je 100 g LM		0,08 (2)	0,19 (6)	0,38 (12)	
- multiples System	81				
20 g TM je kg LM		0,76 (26)	1,90 (65)	3,80 (130)	
- aviäres System	81				
0,2 g TM je 10 g LM		0,01 (0,3)	0,02 (0,6)	0,04 (1,2)	
2 g je 100 g LM		0,08 (2)	0,19 (6)	0,38 (12)	

8.5 Kohlgemüse

Die Samen von Kohlgemüse werden im Freiland während und nach der Aussaat aufgenommen. Kleinnager können auch die Aussaaten in Gewächshäusern und aus Flach- bzw. Tunnelfolien aufnehmen. Tierarten, die diese Samen als Nahrungsquelle in Anspruch nehmen, sind neben Vögeln auch Kleinnager. Entsprechend sind in nachfolgender Tabelle nur diese beiden Arten ausgewiesen. Hinzu kommt, dass in Saatzuchtbetrieben ebenfalls die entsprechenden Verbreitungseinheiten aufgenommen werden können. Die Samenerträge liegen im Bereich von 3 bis 10 dt. je ha. Die Saadmengen bei der Aussaat liegen zwischen 0,4 und 1,5 kg/ha. Da die Keimzeit mit durchschnittlich 3 bis 14 Tagen bei optimalen Keimtemperaturen von 20 bis 25 °C relativ kurz ist, liegt die Saatzeit für Kohlgemüse im Zeitraum April bis Mai. Die Samenreife ist im August bis Oktober zu erwarten. Da in beiden aufgeführten Jahreszeiten das Futterangebot noch suboptimal sein dürfte, ist jeweils von einer hohen Verzehrrate bei entsprechender Verfügbarkeit auszugehen. Hinzukommt, dass die Einsaattiefe mit 2 cm ebenfalls eine Aufnahme begünstigt. Die potentielle Ausscheidung intakter Samen ist in Tabelle 89 zusammengefaßt, wobei ein durchschnittliches Tausendkorngewicht von 2 g berücksichtigt worden ist.

Tabelle 89

**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Kohlgemüse
(Weißkohl, Rotkohl, Wirsingkohl, Grünkohl, Rosenkohl, Blumenkohl, Kohlrabi)**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Kohlgemüse		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		75			
2 g TM je 100 g LM			0,1 (50)	0,75 (375)	1,50 (750)
- funktionelles Caecum		78			
2 g TM je 100 g LM			0,09 (45)	0,22 (110)	0,44 (220)
- aviäres System		75			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (5)	0,08 (37)	0,15 (75)
2 g je 100 g LM			0,1 (50)	0,75 (375)	1,50 (750)

8.6 Senf

In Deutschland wird Senf als Fruchtfolge von Getreide angebaut, um als Grünfutter in die Rationen für Wiederkäuer eingebracht zu werden. Der optimale Schnittzeitpunkt liegt dabei vor Blühbeginn. Entsprechend ist das Risiko der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten auf die Phase der Aussaat limitiert. Der Anbau von Senf für Senfkörner ist bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche zu vernachlässigen. Die potentielle Ausscheidung intakter Samen nach der Aussaat ist Tabelle 90 zu entnehmen. Auch hier sind nur Vögel und Kleinnager als Riskoträger relevant. Für das Tausenkorngewicht wurde ein Wert von 65 g unterstellt.

Tabelle 90

Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Senf

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Senf		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		81			
2 g TM je 100 g LM			0,08 (1)	0,19 (3)	0,38 (6)
- funktionelles Caecum		81			
2 g TM je 100 g LM			0,08 (1)	0,19 (3)	0,38 (6)
- aviäres System		81			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,15)	0,02 (0,31)	0,04 (0,62)
2 g TM je 100 g LM			0,08 (1)	0,19 (3)	0,38 (6)

8.7 Rettich/Radies

Die Aufnahme der Verbreitungseinheiten ist auf die Phase der Aussaat begrenzt. Diese liegt je nach Anbaugesbiet im Frühjahr bzw. in den Monaten Juli und August. Die kurze Keimzeit von max. bis zu 6 Tagen vermindert das Aufnahmerisiko. Kleinnager und Vögel dürften die wesentlichen Tierarten sein, die diese Sämereien aufnehmen können. Die entsprechende Abschätzung über die Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten ist Tabelle 91 zu entnehmen. Vorbehaltlich weiterer Untersuchungen ist dieser Schätzung aufgrund der vergleichbarer Samenmorphologie mit Kohl eine Verdaulichkeit von 75% unterstellt worden. Der Wert für das Tausendkorngewicht ist mit 8 g berücksichtigt. Bei pillierten Samen sind durchschnittlich 15 g anzusetzen. Entsprechend reduziert sich dann die Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten um die Hälfte.

Tabelle 91

Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Rettich/Radies

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Rettich/Radies		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		75			
2 g TM je 100 g LM			0,1 (12)	0,75 (90)	1,5 (180)
- funktionelles Caecum		75			
2 g TM je 100 g LM			0,1 (12)	0,75 (90)	1,5 (180)
- aviäres System		75			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (1)	0,07 (9)	0,15 (18)
2 g je 100 g LM			0,1 (12)	0,75 (90)	1,5 (180)

8.8 Lein

Lein steht den freilebenden Tierarten als Nahrungsquelle zum Zeitpunkt der Aussaat, aber auch während der Kornreife zur Verfügung. Da letztere insbesondere von Wildwiederkäuern, aber auch von Schwarzwild als Ganzpflanze aufgenommen werden können, fanden in nachstehender Tabelle 92 auch die Tiere mit höheren Lebendmassen Berücksichtigung. Das Tausendkorngewicht ging mit einem Durchschnittswert von 72 g in die Berechnungen ein.

Tabelle 92**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Lein**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Lein		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		79			
20 g TM je kg LM			0,84 (11)	2,1 (27)	4,2 (47)
- funktionelles Caecum		71			
2 g TM je 100 g LM			0,12 (1)	0,29 (4)	0,58 (8)
- multiples System		77			
20 g TM je kg LM			0,92 (12)	2,3 (31)	4,6 (64)
- aviäres System		76			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,13)	0,02 (0,28)	0,05 (0,69)
2 g je 100 g LM			0,10 (1)	0,24 (3)	0,48 (6)

8.9 Luzerne

Die Aufnahme von Verbreitungseinheiten ist auch bei dieser Pflanze primär auf die Aussaatperiode begrenzt. Die nach der Blüte ausgebildeten gewundenen Hülsen mit den bohnenförmig gebildeten Samen können jedoch auch von Wildwiederkäuern über die Gesamtpflanze aufgenommen werden. Entsprechend finden in nachfolgender Tabelle 93 auch die Wiederkäuer Berücksichtigung. Das Tausendkorngewicht beträgt im Mittel 2 g. Die Verdaulichkeit der Luzernesamen wird auf die organische Substanz bezogen mit 83% angegeben.

Tabelle 93**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Luzerne**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Luzerne		
		(%)			
Verdauungstyp					
- einfaches System		83			
20 g TM je kg LM			0,68 (340)	1,7 (850)	3,4 (1700)
- funktionelles Caecum		83			
2 g TM je 100 g LM			0,07 (34)	0,17 (85)	0,34 (170)
- multiples System		83			
20 g TM je kg LM			0,68 (340)	1,7 (850)	3,4 (170)
- aviäres System		83			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (5)	0,02 (10)	0,03
2 g je 100 g LM			0,07 (34)	0,17 (85)	0,34 (170)

8.10 Chicorée

Die Anbauflächen sind regional vergleichbar gering. Nur in Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Sachsen liegen bis zu 84 ha Anbaufläche vor. Die Aufnahme ist auf die Aussaat begrenzt. Bei den Berechnungen in Tabelle 94 wurde ein Tausendkorngewicht von 2,2 g und eine Verdaulichkeit der organischen Substanz von 75% unterstellt.

Tabelle 94

Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Chicorée

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil Verdauungstyp	%	Verdaulichkeit (%)	Chicorée		
			20	50	100
- einfaches System		75			
2 g TM je 100 g LM			0,1 (45)	0,75 (338)	1,5 (675)
- funktionelles Caecum		75			
2 g TM je 100 g LM			0,1 (45)	0,75 (338)	1,5 (675)
- aviäres System		75			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (4)	0,07 (33)	0,15 (67)
2 g je 100 g LM			0,1 (45)	0,75 (338)	1,5 (675)

8.11 Beta-Rüben

Die Aussaat der Futterrüben wird zu einem Zeitpunkt mit generell marginaler Verfügbarkeit vorgenommen. Entsprechend dürfte die Aufnahmerate für Kleinnager und Vögel relativ groß sein. Hinzu kommt, dass durch Wildrüben bei der Ganzpflanzenaufnahme durch Wildwiederkäuer, aber auch andere Tiere, eine nicht unerhebliche Aufnahme an Samen möglich ist. Die Verdaulichkeit ist vergleichsweise gering. Vorbehaltlich weiterer Untersuchungen wurden in Tabelle 95 die Verdaulichkeitswerte von Wiederkäuern und Kaninchen entsprechend auch für die einfachen bzw. aviären Systeme übernommen. Da die Aufnahme an Samen über Ganzpflanzen deutlich unter 0,2 g/kg Lebendmasse liegen dürfte, wurde bei Wiederkäuern auch nur eine Aufnahme von 0,02 g/kg Lebendmasse unterstellt. Das Tausendkorngewicht pillierter Samen liegt im Mittel bei 28,5 g.

Tabelle 95**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Beta-Rüben**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Beta-Rüben		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		31			
20 g TM je kg LM			2,76 (96)	6,9 (240)	13,8 (480)
- funktionelles Caecum		31			
2 g TM je 100 g LM			0,28 (9)	0,69 (24)	1,38 (48)
- multiples System		57			
20 g TM je kg LM			1,75 (60)	4,37 (151)	8,75 (304)
- aviäres System		31			
0,2 g TM je 10 g LM			0,03 (0,96)	0,07 (2,2)	0,14 (4,5)
2 g je 100 g LM			0,28 (9)	0,69 (24)	1,38 (48)

8.12 Ackerbohne

Die Aufnahme der Ackerbohne nach der Aussaat ist nicht zuletzt aufgrund der Saattiefe von bis zu 12 cm durch Vögel zu vernachlässigen. Aufnahmemöglichkeiten bestehen hier vielmehr für Schwarzwild und Kleinnager. Zum Zeitpunkt der Kornreife ist allerdings die Aufnahme für alle in Frage kommenden freilebenden Tierarten möglich. Das Tausendkorngewicht liegt zwischen 300 und 700 g. Für nachfolgende Berechnungen wurde ein Durchschnittswert von 500 g berücksichtigt. Bei Aufnahme ganzer Körner reduziert sich die Verdaulichkeit analog zu den Getreidekörnern um durchschnittlich 10 Prozentpunkte. Entsprechend wurden die mit Ackerbohenschrot erzielten Verdaulichkeitswerte um jeweils den Faktor 10 reduziert. Aufgrund der Korngröße ist das Ausscheidungsrisiko nur bei den freilebenden Tierarten vorhanden, die die ganze Pflanze bzw. Ernterückstände mehr oder weniger unzerkaut aufnehmen. Kleinnager, aber auch Vögel dürften nicht zuletzt durch die Kautätigkeit bzw. die Steinchen im Muskelmagen kaum für eine Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten in Frage kommen. Die geschätzten Daten sind in Tabelle 96 ausgewiesen.

Tabelle 96**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Ackerbohnen**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Ackerbohnen		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		72			
20 g TM je kg LM			1,12 (2)	2,8 (5)	5,6 (10)
- funktionelles Caecum		75			
2 g TM je 100 g LM			0,1 (0,2)	0,25 (0,5)	0,50 (1)
- multiples System		80			
20 g TM je kg LM			0,08 (0,16)	0,2 (0,4)	0,4 (0,8)
- aviäres System		72			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,02)	0,03 (0,06)	0,06 (0,12)
2 g je 100 g LM			0,12 (0,3)	0,28 (0,6)	0,56 (1,2)

8.13 Phaseolusbohne

Im Gegensatz zu den Ackerbohnen ist hier die Ausscheidungsrate intakter Samen auch für Kleinnager und Vögel höher einzuschätzen. Aufnahmemöglichkeiten liegen zum einen in der Phase der Aussaat, aber auch zum Zeitpunkt der Reife. Die Samen der Phaseolusbohne weisen eine vergleichsweise hohe Verdaulichkeit auf. Das Tausendkorngewicht wurde mit 250 g berücksichtigt. Die Verdaulichkeit wurde im Mittel mit 86% angesetzt. Die Resultate sind in Tabelle 97 zusammengefaßt.

Tabelle 97**Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Phaseolusbohnen**

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil	%	Verdaulichkeit	Phaseolus-		
		(%)	20	50	100
Verdauungstyp					
- einfaches System		86			
20 g TM je kg LM			0,56 (2)	1,4 (5)	2,8 (11)
- funktionelles Caecum		86			
2 g TM je 100 g LM			0,06 (0,24)	0,14 (0,56)	0,28 (1)
- multiples System		86			
20 g TM je kg LM			0,56 (2)	1,4 (5)	2,8 (11)
- aviäres System		86			
0,2 g TM je 10 g LM			0,01 (0,04)	0,01 (0,06)	0,03 (0,12)
2 g je 100 g LM			0,06 (0,24)	0,14 (0,56)	0,28 (1)

8.14 Erbsen

Trotz Sortenvielfalt variieren die verfügbaren Verdaulichkeitswerte nur gering. Entsprechend wurden in nachfolgender Abschätzung die entsprechenden Mittelwerte eingesetzt. Das Tausendkorngewicht liegt je nach Züchtungstyp zwischen 150 und 500 g. In nachfolgenden Berechnungen fand ein Mittelwert von 325 g Berücksichtigung. Die Ergebnisse sind in Tabelle 98 dokumentiert.

Tabelle 98

Quantifizierung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Erbsen

Angaben in g bezogen auf die jeweilige Lebendmasse

Aufnahmeanteil Verdauungstyp	%	Verdaulichkeit (%)	Erbsen		
			20	50	100
- einfaches System		90	0,4 (1)	1,0 (3)	2 (6)
20 g TM je kg LM					
- funktionelles Caecum		90			
2 g TM je 100 g LM			0,04 (0,12)	0,1 (0,31)	0,2 (0,62)
- multiples System		90			
20 g TM je kg LM			0,4 (1)	1,0 (3)	2 (6)
- aviäres System		90			
0,2 g TM je 10 g LM			0,004 (0,01)	0,01 (0,03)	0,02 (0,06)
2 g je 100 g LM			0,04 (0,12)	0,1 (0,31)	0,2 (0,62)

8.15 Weinrebe

Die Samen weisen aufgrund des hohen Ligningehaltes und der kompakten Struktur eine Verdaulichkeit von weit unter 50% auf. Da Vögel, aber auch Kleinnager in der Regel bevorzugt nur das Fruchtfleisch aufnehmen, verbleiben die Kerne entweder im Bereich der Anbaufläche oder werden als ganze Beere in die Nester verbracht. Bei Aufnahme der ganzen Beere ist ebenfalls nicht davon auszugehen, dass die Samen eine wesentliche Aufspaltung erfahren. Entsprechend darf unterstellt werden, dass bei Weintrauben nahezu alle aufgenommen bzw. im Nest oder Vorratslager verbleibenden Samen unbeschadet und damit keimfähig bleiben. Die Futteraufnahmekapazität entscheidet letztlich über die Anzahl der ausgeschiedenen Verbreitungseinheiten. Bei Rebhühnern wurden im Kropf bzw. Muskelmagen z.B. bis zu 325 Kerne nachgewiesen.

8.16 Obstsamen

Für Obstsamen gilt prinzipiell, dass hier in der Regel die Fruchtschale selektiv aufgenommen wird. Bei Aufnahme von ganzen bzw. partiellen Anteilen mit Samen ist aufgrund der geringen Verdaulichkeit und der Größe der Samen bei Äpfel, Birnen sowie Quitten davon auszugehen, dass die Samen weitestgehend unbeschadet den Magen-Darm-Trakt verlassen. Bei Kirsch- und Pflaumen gilt entsprechendes. Nur ist hier aufgrund der Größe der Samen, sofern aufgenommen, das Verletzungsrisiko durch unbeabsichtigte Kautätigkeit weitaus höher einzustu-

fen. Das Verletzungsrisiko der Samen bei der Fruchtselektion dürfte aufgrund der harten Samenwand vernachlässigbar sein. Entsprechend ist bei den Obstsamen das Verbreitungspotential, auf die Unversehrtheit der Samen bezogen, sehr hoch einzustufen. Bei Wal- und Haselnüssen ist nach passiver bzw. aktiver Öffnung der Schale das Verbreitungsrisiko nur dann gegeben, wenn die Samen nur partiell aufgenommen werden. Ein großes Verbreitungspotential liegt dann vor, wenn diese Früchte als Wintervorrat Verwendung finden.

8.17 Waldfrüchte

Die Samen der unter Punkt 2.14 bzw. 2.15 (siehe dort) aufgezeigten Baumarten werden von den in Frage kommenden Tierarten (Kleinnager, Vögel) mehr oder weniger gezielt aufgenommen. Verdaulichkeitswerte liegen hierüber nicht vor. Die mit einer besonderen Schale versehenen Verbreitungseinheiten werden nur bei entsprechender mechanischer Beschädigung aufgenommen. Verwertbare Daten über die Verdaulichkeiten und damit über das Risiko der Ausscheidung intakter Samen liegen nicht vor. Detaillierte Werte liegen über die bekanntermaßen zu Fütterungszwecken geeigneten ungeschälten Samen inländischer Holzgewächse vor. Da hier aber in der Regel der Samen durch die Kautätigkeit, aber auch durch die nachfolgende Passage eine erhebliche Beeinträchtigung erfährt, ist ein Risiko bezüglich der Ausscheidung intakter Samen nur bei der Vorratshaltung anzunehmen. Diese Hypothese wird indirekt bestätigt durch die Tatsache, dass z.B. das Schwarzwild geradezu zur Reduktion der Verbreitungseinheiten aufgrund der Nutzung dieser Samen als Nahrungsquelle beiträgt.

Insgesamt tragen die kleinen Nager wesentlich zur Verbreitung der Samen bei. Bereits Mohr (1950) beobachtete, dass die Waldmäuse Wintervorräte von Haselnüssen, Kirschsteinen, Eicheln usw. anlegen und an bestimmte Freßplätze schleppen. Dabei gehen ihnen regelmäßig Samen verloren oder bleiben ungenutzt und können dann mehr oder weniger weit von der Mutterpflanze entfernt aufkommen. Zimmermann (1955) konnte in seinen Untersuchungen nachweisen, dass von einem Paar Gelbhalsmäuse während einer Nacht bis zu 150 Haselnüsse und 100 Eicheln als Vorrat gesammelt und zugedeckt worden sind. Das Futter-Zudecken an Ort und Stelle dürfte dagegen auf die Verbreitung der Samen bezogen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Populationsdichte unterliegt starken Schwankungen. Im Mittel ist davon auszugehen, dass je Hektar zwischen 20 und 60 Nagetiere vorkommen dürften. Der Aktionsradius liegt bei max. 700 m. Im Gegensatz hierzu sind die Vögel nicht allzueng an ein bestimmtes Lokalklima oder an eine bestimmte Bodenart angepasst. Je nach den Lebensbedingungen in der Kulturlandschaft variiert die Artenzahl und Gesamtdichte der Brutpaare erheblich. In der Regel ist davon auszugehen, dass Agrarlandschaften mit einzelnen, kurzen Hecken bzw. mit langen und gut entwickelten Hecken eine höhere Artenvielfalt aufweisen dürften, als ausgeräumte Agrarlandschaften. Im Mittel ist davon auszugehen, dass ca. 140 Brutpaare je km² unterstellt werden dürften.

Die dargestellten Ergebnisse können insgesamt nur als vorläufig angesehen werden. Sie zeigen jedoch, dass durch freilebende Tierarten in nicht unbeträchtlichem Umfang intakte Verbreitungseinheiten ausgeschieden werden können. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten nicht gleichzusetzen ist, mit der Anzahl der auflaufenden Pflanzen. Gerade bei Samen mit kurzer Keimungszeit dürfte das Risiko weitaus geringer ausfallen, als bei längerkeimenden Samen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Samen überwiegend in den Exkrementen eingebettet sind. Dadurch ist die Entwicklung der Keimfähigkeit nicht auf die Keimentwicklung unter landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen übertragbar. Da die Keimfähigkeit jedoch unstrittig nachgewiesen wurde, bedarf es

hierüber systematisch angelegter Versuchsvorhaben. Der Nachweis der Keimfähigkeit kann deshalb alleine noch keine gesicherte Beurteilung über das Risiko einer Verbreitung aufgenommener Verbreitungseinheiten liefern.

9. Maßnahmen zur Verminderung des Verbreitungsrisikos

Bei der Beurteilung ist zunächst der Lebensraum der Tiere zu berücksichtigen. Nach DJV (1999) läßt sich der Lebensraum grob orientierend in folgende Raumansprüche untergliedern:

bis 50 ha	Eulen, Kaninchen, Drossel, Wiesel, Eichhörnchen
bis 150 ha	Sperber, Rebhuhn, Ente, Fasan, Iltis
bis 300 ha	Dachs, Hase, Taube, Busshard
bis 700 ha	Fuchs, Marder, Reh, Gams, Sika, Schwarzwild
über 700 ha	Rotwild, Habicht, Uhu

Entscheidend ist jedoch auch die Habitatsqualität. Verarmung an Ressourcen kann in begrenztem Umfang durch die Erweiterung des Aktionsraumes kompensiert werden. Nach Ellenberg (1978) und der Arbeitsgruppe Tufto (1996) kann deshalb der Aktionsraum bis um den Faktor 4 variieren. Hinzu kommen die Kleinstrukturen der Mikrohabitate. Je optimaler die Habitatnutzungsanalyse ausfällt, desto kleiner ist der Aktionsraum. Entscheidend für die Minimierung des Risikos von Ausscheidungen intakter Verbreitungseinheiten ist somit die exakte Analyse der relevanten Ackerflächen tangierenden Habitatkomplexe. Ein weitestgehender Schutz vor Aufnahme von Kulturpflanzen kann nur durch ausreichend angebotene Lebensmöglichkeiten erfolgen. Aber auch hier werden in den versorgungskritischen Monaten die benachbarten Kulturlandschaften als Nahrungsquelle genutzt. Kritisch sind insbesondere die streifenförmigen Habitate, wie z.B. Ackerrandstreifen anzusehen, da diese durch die dadurch induzierte Artenvielfalt das Risiko der Ausscheidung von keimfähigen Verbreitungseinheiten noch fördern dürften. Die Ausräumung von Ackerflächen dürfte sich zwar positiv auf die Reduktion der Artenvielfalt und der Gesamtdichte von Vögeln auswirken, andererseits jedoch werden dadurch die Kleinnager in ihrer Gesamtdichte gefördert.

Müri und Stambach-Geering (1995) erstellten Korrelationen zwischen Ackerflächen und den Lebensraumparametern. Das Ausmaß des Winterverbisses in den Rapsfeldern war am stärksten von der mittleren Distanz der Felder zum nächsten Wald und zur nächsten Siedlung abhängig. Über 80% der von Rehen stark verbissenen Feldern lagen in weniger als 200 m Walddistanz. Je weiter entfernt die nächste Siedlung war, umso größer war der Verbiß. Weitere wichtige Einflußfaktoren waren das Angebot an natürlicher Äsung, der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, der Waldanteil im Heimgebiet und die Zuckerrübenfläche. Je größer das Äsungsangebot und der Waldanteil, desto stärker erstaunlicherweise der Verbiß. Je größer die Nutzfläche und die Zuckerrübenfläche, desto kleiner war der Verbiß. Bei den stark verbissenen Feldern war die mittlere Distanz zur nächsten Deckung und der Siedlungsanteil kleiner. Es fanden sich weniger Wildtierbarrieren (Straßen etc.). Die für die Tiere unbenutzbare, ausgeräumte Fläche war ebenfalls kleiner, die Landschaft stärker mit natürlichen Strukturen durchsetzt. Vergleichbare Resultate wurden für Hasen erzielt. Diese wichtigen Untersuchungen zeigen, dass gerade kleinflächige, gegliederte und naturnah strukturierte Landschaften mit relativ intensivem Acker- und Futterbau ein besonderes Verbreitungsrisiko zeigen.

Praktikable Maßnahmen zur Verminderung des Risikos der Ausscheidung von Verbreitungs-

einheiten sind nachfolgend aufgeführt.

- Erhöhung der Saattiefe,
- Einzelkornsaat,
- Reduktion der Saattedichte,
- Verminderung der technisch bedingten Streuverluste beim Aussäen,
- Verkürzung der Keimungsruhe,
- Nutzung von Sommeransaat,
- Reduktion der Ernteverluste,
- Sofortiges tiefes Einpflügen der Ernterückstände unmittelbar nach der Ernte,
- Veränderung der Samenstruktur,
- Verminderung der Säureresistenz der Samen,
- Reduktion des Ligninanteiles in der Samenschale,
- Verminderung der Akzeptanz von Samen,
- Abzäunung,
- Abgrenzung durch Mauerwerk mit einer Fundamenttiefe von mind. 30 cm,
- Kleinnagerbekämpfung,
- Artenarme Kulturlandschaften,
- Walddistanz > 200 m,
- Verzicht auf Anpflanzung in isolierten Lebensräumen mit < 5km² Gesamtfläche bzw. < 2km² Waldfläche,
- Distanz zu äsungsreichen Orten mit wenigen Wildbarrieren,
- Vermeidung strukturierter Landschaften, d.h. bevorzugte Nutzung von Landschaften mit geringem Wald-, Kleingehölz- und Heckenanteil,
- Nutzung von Landschaften mit hohem Barriereanteil, d.h. Autobahnen, Straßen, Bahnlinien, Siedlungsgürtel und breite Flüsse,
- Distanz zu ökologischen Ausgleichsflächen, Brachen, Schutzgebiete etc..

Die aufgeführten technischen Maßnahmen dürften kaum praktikabel sein. Auch die zur Vermeidung der Aufnahme von Verbreitungseinheiten durch freilebende Tierarten dokumentierten Voraussetzungen vertragen sich nicht mit den Zielen des Naturschutzes und vergrößern vielmehr die Kluft zwischen Naturschutz und Landwirtschaft. Kombination und Vernetzung von Naturschutz- und Produktionsflächen sind räumliche Konzepte, die einer Minimierung des Verbreitungsrisikos entgegenstehen. Die Segregation, d.h. die räumliche Trennung von Naturschutz- und Produktionsflächen durch Pufferzonen, kann auf die hier zu bearbeitende Fragestellung bezogen zur Minimierung des Verbreitungsrisikos ebenfalls nur partiell beitragen.

Als effizient dürften sich somit nur diejenigen Maßnahmen eignen, die auf die Verbesserung der Verdaulichkeit der Verbreitungseinheiten ausgerichtet sind. Die relevanteste Möglichkeit zu Verminderung der Ausbreitung durch freilebende Tierarten dürfte in der Reduktion des Ligninanteils der Verbreitungseinheit und damit in der Erzielung einer höheren Verdaulichkeit anzusehen sein. Letztendlich bietet nur diese Modifikation eine deutliche Reduktion des Verbreitungsrisikos. Nach unseren Untersuchungen (Männer, 2000) sollte der Ligninanteil bei Samen max. 2-3% betragen. Hinzu kommt, daß durch Lockerung der Zellwand der Wassereintritt und damit das Eindringen von Chymusflüssigkeit in die Samenzellen begünstigt werden sollte. Letztendlich sind alle Maßnahmen darauf auszurichten, daß die Verdauung der Verbreitungseinheiten verbessert wird. Nur so kann einer Verbreitung zumindest partiell be-

gegnert werden. Bei Früchten ist der Ligninanteil dagegen noch zu erhöhen, um die Intaktheit der Kerne nach Magen-Darm-Passage zu stabilisieren.

Die Förderungsprogramme zur Habitatsverbesserung zielen primär auf die Erhaltung bzw. Erhöhung der Artenvielfalt ab, sie fördern jedoch gleichzeitig das Risiko der Aufnahme und Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten von Kulturpflanzen. Kiemstedt (1992) definiert die Umweltqualitätsziele als sachlich, räumlich und zeitlich definierte Qualitäten von Ressourcen, Potentialen oder Funktionen, die in konkreten Situationen erhalten oder entwickelt werden sollen. Die sich hieraus ableitenden Umweltqualitätsstandards werden in den einzelnen Bundesländern durch Leitlinien charakterisiert. Dass sich hieraus ein Zielkonflikt mit der hier zu bearbeitenden Thematik entwickelt, ist unstrittig. Ackerflächen gehören neben den Innenstadtbereichen der Großstädte zu den artenärmsten Gebieten. Mit zunehmendem Strukturreichtum steigt die Artenzahl und damit das Verbreitungsrisiko. Durch Teiche oder Seen steigt die Artenzahl deutlich. Demgegenüber sind walddreiche und gewässerarme Mittelgebirgslandschaften artenärmer. So liegen die Gesamtzahlen der in den einzelnen Biotopen zu erwartenden Brutvögelarten zwischen 35 und 40 im Ackerland oder im Stadtbereich, aber bis über 100 in Auwäldern. Grünländer können bis 70 Brutvögel enthalten, Feldgehölze und Knicks weisen im Mittel 80 bis 85, Parklandschaften bis zu 95 Brutvögel auf (Bezzel, 1982). Dichte kronenreiche Feldgehölze mit ausladendem Unterwuchs können im Schnitt 45 Vogelpaare aus 19 verschiedenen Arten in 900 laufenden Heckenmetern aufweisen (Streeter et al., 1985). Nach Untersuchungen der Arbeitsgruppe Streeter trifft man die Hälfte aller einheimischen Tierarten, sämtliche Reptilien und ein Fünftel unserer heimischen Vogelwelt in Hecken an. Die häufigsten Säugetiere der Hecken sind die Echten Mäuse (z.B. Rötelmaus), Wühlmäuse und Spitzmäuse. Bei einer avifaunistischen Erfassung von fast 17 km Hecken wurden in Oberfranken 68 Vogelarten festgestellt, die im Bereich von Hecken brüteten oder dort Nahrung suchten (Zwölfer et al., 1984). So ist verständlich, dass gerade Hecken ein entscheidendes Risikopotential für die Verbreitung von Samen durch freilebende Tierarten aufweisen. Es sollte jedoch versucht werden, die Zielkonflikte gemeinsam zu lösen. Voraussetzung hierfür sind jedoch systematisch angelegte Untersuchungen über die Keimfähigkeit nach Passage des Magen-Darm-Traktes und die Auflaufeffizienz.

10. Vorschläge zu künftigen Forschungstätigkeiten

Systematisch angelegte Untersuchungen bezüglich der Keim- und Auflauffähigkeit von mit den Exkrementen ausgeschiedenen Verbreitungseinheiten fehlen. Die in der Literatur verfügbaren Angaben beziehen sich in der Regel nur auf Magen-Darm-Inhaltsuntersuchungen und partiell angelegte Keimfähigkeitsbestimmungen unter standardisierten Bedingungen. Vorrangiges Ziel ist es deshalb, an entsprechend repräsentativen Tierarten möglichst unter naturnahen Bedingungen die Risiken von ausgeschiedenen Verbreitungseinheiten abzuschätzen. Hierfür sind *in-vitro* Untersuchungen (Rusitec, Caecotec) zunächst als Screeningverfahren grundsätzlich geeignet. Die in der ernährungsphysiologisch ausgerichteten Nutztierforschung angewandten *in-vitro*- bzw. *in-vivo*-Meßverfahren können hierfür prinzipiell Berücksichtigung finden. Als nächster Schritt wäre die Keimfähigkeit der den *in-vitro*-Bedingungen ausgesetzten Verbreitungseinheiten unter den üblichen standardisierten Saatgutuntersuchungen zu prüfen. Die hieraus gewonnene Selektion von resistenten Verbreitungseinheiten dient als Arbeitsgrundlage für den weiteren Untersuchungsschritt. Dieser sollte die Verfütterung der sich in den Vorversuchen als kritisch erwiesenen Samen an die typischen Vertreter der relevanten freilebenden Tierarten beinhalten. Die über den Kot ausgeschiedenen Verbreitungseinheiten sollten dann auf ihre Keimfähigkeit nach Magen-Darm-Passage nicht nur auf der Grundlage

der üblichen Saatgutuntersuchungen, sondern auch unter Berücksichtigung der natürlichen Auflaufeffizienz vergleichend untersucht werden. Entsprechende Verfahren sollten auch zur Prüfung der auf die Minimierung der Keimungseffizienz nach Magen-Darm-Passage ausgerichteten Modifikationen der Verbreitungseinheiten herangezogen werden.

11. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden gutachterlichen Stellungnahme war, die Tierarten aufzuführen, die als mögliche Verbreitungsquelle von Verbreitungseinheiten nach der Magen-Darm-Passage anzusehen sind und die Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten abzuschätzen. Unter Einbeziehung der Anbauflächen, der quantitativen Erntemengen, der ernährungsphysiologischen Grundlagen der relevanten Tierarten, der Futteraufnahmekapazität sowie des Bedarfes erfolgte die Schätzung der Ausscheidung intakter Verbreitungseinheiten. Die Literaturrecherche ergab, dass hierüber definitiv keine systematisch angelegten Untersuchungen vorliegen. Insbesondere fehlen Untersuchungen über das Auflaufen von ausgeschiedenen Verbreitungseinheiten unter den natürlichen Bedingungen. Keimfähigkeitsuntersuchungen unter standardisierten Bedingungen können hierfür nicht herangezogen werden. Die Aufnahme von Verbreitungseinheiten erfolgt sowohl durch Wildgeflügel sowie Sing- und Zugvögel, als auch durch die üblicherweise im Wald lebenden Tierarten. Besonders hervorzuheben sind Tierarten, die Wintervorräte anlegen. Maßnahmen die auf die mögliche Minderung des Verbreitungsrisikos ausgerichtet sind, wirken dem Naturschutz entgegen. Entsprechend kann das Verbreitungsrisiko, z.B. von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen, nur durch die Erhöhung der Verdaulichkeit und damit durch Reduktion des Ligningehaltes in der Samenschale begegnet werden. Regionalspezifische Ausrichtungen auf die Anpflanzung bieten keine wesentlichen Vorteile, da die für die Verbreitung relevanten Kleinnager mit einer Populationsgröße zwischen 30 und 60 Tieren je ha in allen Regionen vorkommen. Mindestabstände von Wäldern und Hecken von 200 m bieten nur eine begrenzte Reduktion des Aufnahmerisikos durch die in diesen Lebensräumen befindlichen Tierarten. Erschwerend kommt hinzu, dass die Verbreitungseinheiten in der Regel in den jahreszeitlichen Perioden mit geringem natürlichem Futterangebot als wesentliche Nahrungsquelle vorliegen. Künftige Untersuchungen sollten systematisch die Keimfähigkeit der ausgeschiedenen Verbreitungseinheiten unter natürlichen Bedingungen prüfen. Aufgrund der weitestgehenden Vergleichbarkeit der Bedingungen im Verdauungstrakt von freilebenden Tierarten und den Nutztieren können diese Untersuchungen an Wiederkäuern, Hühnervögeln und Monogastriden mit und ohne funktionellem Blinddarm vorgenommen werden. Als vorgeschaltetes Screeningverfahren können hierfür auch *in-vitro*-Systeme Verwendung finden.

12. Summary

Goal of this advice was to show the amount of the germination in seeds from cultural plants (potato, tomato, wheat, barley, oat, maize, rape, rapeseed, cabbage, mustard, radish, linseed, lucerne, chicory, sugar beet, fodder beet, grape, bean, pea, trees) after passing the gastro-intestinal-tract in wildlife animals.

After a brief information about the botanical background and the main nutrients in the cultural plants and the digestibility, the different anatomical and physiological conditions of the relevant species were described. It was shown that the conditions between wildlife and domesti-

cated animals were nearly identical. However take in mind that parasites and other diseases can reduce the digestibility much more than in domestic animals.

In order to estimate the risk of germination in seeds after passing the gastro-intestinal-tract knowledge of the feed intake on a dry matter base is an essential parameter. The feed intake depends mainly on the energetic requirements. However in this field are only few literature data available. Therefore the data for domestic animals were used for calculations of the maintenance requirement. The dry matter intake was calculated by 5% of the body weight. For animals with body weights > 10 kg, 3% of the body weight was used for the dry matter intake.

The feed intake is mainly depending on the energy requirements. Values for these data however are limited. An estimation of the requirements is given in the following table.

Energy requirements for wildlife animals

	Maintenance (kJME/kg ^{0,75})	Growth	Pregnancy x of maintenance	Lactation	Fly x
Mammal	370 - 550	1,4	1,2 - 2,4	2,5 - 3,5	
rat	460	1,4	1,2 - 2,4		
mouse	735	1,5	1,2 - 2,4		
poultry	480	1,5			2,0
birds					1,2 - 1,8
- passerines	750 - 850	1,2			1,2 - 1,8
- non passerines	500 - 550	1,2			

The amount for excreting intact seeds can be calculated by the feed intake and the digestibility of the different seeds of the cultivated plants. In the following the estimated values are given for each type of gastro-intestinal-tract.

Potato

Estimation for the excreting rates of potato berries

Values in g per bodyweight

		Digestibility (%)		Potato berry	
Part of intake	%	20	50	100	
Typ of digestibility					
- single system					
20 g DM per kg BW	46	2,2	5,4	10,8	
- with functional Caecum					
2 g DM per 100 g BW	46	0,22	0,54	1,08	
- multiple system					
20 g DM per kg BW	46	1,8	4,6	9,2	
- poultry system	46				
0,2 g DM per 10 g BW		0,02	0,05	0,10	
2 g DM je 100 g BW		0,22	0,54	1,08	

Tomato

Tomatoes are mainly cultivated under greenhouse conditions. In some parts of Germany however they are also cultivated under field conditions in amounts between 2013 and 2425 ha. The harvest are amounting up to 320 dt. per ha. The digestibility of the tomato seeds is 65%. With regard to the thousand corn weight the following amount of intact excreted seeds can be calculated:

Part of the ration 20%:	0,01 g per 10 g BW	according	2 seeds per 10 g BW,
Part of the ration 50%:	0,03 g per 10 g BW	according	10 seeds per 10 g BW,
Part of the ration 100%:	0,07 g per 10 g BW	according	20 seeds per 10 g BW.

Grain

Estimation for the excreting rates of wheat corn

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake	Digestibility (%)	wheat		
		20	50	100
Typ of digestibility				
- single system	81			
20 g DM per kg BW		0,7 (3)	1,9 (9)	3,8 (18)
- with functional Caecum	81			
2 g DM per 100 g BW		0,07 (0,3)	0,19 (0,9)	0,38 (1,8)
- multiple system	77			
20 g DM per kg BW		0,92 (4)	2,3 (11)	4,6 (22)
- poultry system	72			
0,2 g DM per 10 g BW		0,01 (0,05)	0,03 (0,15)	0,06 (0,30)
2 g DM je 100 g BW		0,11 (0,5)	0,28 (1,4)	0,56 (2,8)

Estimation for the excreting rates of barley corn

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake	Digestibility (%)	barley		
		20	50	100
Typ of digestibility				
- single system	73			
20 g DM per kg BW		1,08 (7)	2,70 (17)	5,40 (34)
- with functional Caecum	78			
2 g DM per 100 g BW		0,09 (0,6)	0,22 (1,1)	0,44 (2,2)
- multiple system	75			
20 g DM je kg BW		1,00 (6)	2,5 (15)	5,0 (30)
- poultry system	75			
0,2 g DM per 10 g BW		0,01 (0,07)	0,03 (0,21)	0,06 (0,42)
2 g DM je 100 g BW		0,1 (1)	0,3 (5)	0,6 (10)

Estimation for the excreting rates of rye corn

Values in g per bodyweight (BW)

		Digestibility (%)		
Part of intake (DM)	%	20	rye 50	100
Typ of digestibility				
- single system	79			
20 g DM per kg BW		0,84 (7)	2,1 (10)	4,2 (19)
- with functional Caecum	80			
2 g DM per 100 g BW		0,08 (0,67)	0,2 (1,65)	0,4 (3,3)
- multiple system	80			
20 g DM je kg BW		0,8 (6)	2 (16)	4 (33)
- poultry system	78			
0,2 g DM per 10 g BW		0,01 (0,08)	0,02 (0,17)	0,05 (0,42)
2 g DM je 100 g BW		0,09 (0,77)	0,22 (1,9)	0,44 (3,8)

Estimation for the excreting rates of oat corn

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM)	%	Digestibility (%)		
		20	oat 50	100
Typ of digestibility				
- single system		60		
20 g DM per kg BW		1,6 (14)	4,0 (35)	8,0 (70)
- with functional Caecum		61		
2 g DM per 100 g BW		0,16 (1)	0,4 (3)	0,8 (7)
- multiple system		60		
20 g DM je kg BW		1,6 (14)	4,0 (35)	8,0 (70)
- poultry system		60		
0,2 g DM per 10 g BW		0,02 (0,18)	0,04 (0,36)	0,08 (0,72)
2 g DM je 100 g BW		0,16 (1)	0,4 (3)	0,8 (7)

Estimation for the excreting rates of tritcale corn

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM)	%	Digestibility (%)		
		20	tritcale 50	100
Typ of digestibility				
- single system		75		
20 g DM per kg BW		1,0 (6)	2,5 (17)	5,0 (34)
- with functional Caecum		77		
2 g DM per 100 g BW		0,09 (0,54)	0,23 (1,4)	0,46 (2,8)
- multiple system		77		
20 g DM je kg BW		0,92 (6)	2,3 (16)	4,6 (32)
- poultry system		75		
0,2 g DM per 10 g BW		0,01 (0,07)	0,02 (0,14)	0,05 (0,35)
2 g DM je 100 g BW		0,1 (0,70)	0,25 (1,74)	0,50 (3,49)

Estimation for the excreting rates of maize corn

Values in g per bodyweight (BW)

		Digestibility (%)		maize	
Part of intake (DM)	%	20	50	100	
Typ of digestibility					
- single system	79				
20 g DM per kg BW		0,84 (0,13)	2,10 (0,33)	4,20 (0,66)	
- with functional Caecum	71				
2 g DM per 100 g BW		0,12 (0,02)	0,29 (0,05)	0,58 (0,09)	
- multiple system	77				
20 g DM per kg BW		0,92 (0,14)	2,3 (0,36)	4,6 0,72)	
- poultry system	76				
0,2 g DM per 10 g BW		0,01(0,002)	0,02(0,004)	0,05(0,008)	
2 g DM je 100 g BW		0,10(0,02)	0,24(0,04)	0,48(0,08)	

Rape

Estimation for the excreting rates of rape seed

Values in g per bodyweight (BW)

		Digestibility (%)	Rape		
Part of intake (DM)	%		20	50	100
Typ of digestibility					
- single system		81			
20 g DM per kg BW			0,76 (26)	1,90 (65)	3,8 (130)0
- with functional Caecum		81			
2 g DM per 100 g BW			0,08 (2)	0,19 (6)	0,38 (12)
- multiple system		81			
20 g DM per kg BW			0,76 (26)	1,90 (65)	3,80 (130)
- poultry system		81			
0,2 g DM per 10 g BW			0,01 (0,3)	0,02 (0,6)	0,04 (1,2)
2 g DM je 100 g BW			0,08 (2)	0,19 (6)	0,38 (12)

Cabbage

Estimation for the excreting rates of cabbage seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM)	Digestibility(%)		cabbage		
	%		20	50	100
Typ of digestibility					
- single system	75				
2 g DM je 100 gBW		0,1 (50)	0,75 (375)	1,50 (750)	
- with functional Caecum	78				
2 g DM per 100 g BW		0,09 (45)	0,22 (110)	0,44 (220)	
- poultry system	75				
0,2 g DM per 10 g BW		0,01 (5)	0,08 (37)	0,15 (75)	
2 g DM per 100 g BW		0,1 (50)	0,75 (375)	1,50 (750)	

Mustard

Estimation for the excreting rates of mustard seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM)	Digestibility(%)		mustard		
	%		20	50	100
Typ of digestibility					
- single system	81				
2 g DM je 100 gBW		0,08 (1)	0,19 (3)	0,38 (6)	
- with functional Caecum	81				
2 g DM per 100 g BW		0,08 (1)	0,19 (3)	0,38 (6)	
- poultry system	81				
0,2 g DM per 10 g BW		0,01 (0,15)	0,02 (0,31)	0,04 (0,62)	
2 g DM per 100 g BW		0,08 (1)	0,19 (3)	0,38 (6)	

Radish

Estimation for the excreting rates of radish seed

Values in g per bodyweight (BW)

		Digestibility	radish		
		(%)			
Part of intake (DM)	%		20	50	100
Typ of digestibility					
- single system		75			
2 g DM je 100 gBW			0,1 (12)	0,75 (90)	1,5 (180)
- with functional Caecum		75			
2 g DM per 100 g BW			0,1 (12)	0,75 (90)	1,5 (180)
- poultry system		75			
0,2 g DM per 10 g BW			0,01 (1)	0,07 (9)	0,15 (18)
2 g DM per 100 g BW			0,1 (12)	0,75 (90)	1,5 (180)

Linseed

Estimation for the excreting rates of linseed

Values in g per bodyweight (BW)

		Digestibility	linseed		
Part of intake (DM)	%	(%)	20	50	100
Typ of digestibility					
- single system		79			
20 g DM per kg BW			0,84 (11)	2,1 (27)	4,2 (47)
- with functional Caecum		71			
2 g DM per 100 g BW			0,12 (1)	0,29 (4)	0,58 (8)
- multiple system		77			
20 g DM per kg BW			0,92 (12)	2,3 (31)	4,6 (64)
- poultry system		76			
0,2 g DM per 10 g BW			0,01 (0,13)	0,02 (0,28)	0,05 (0,69)
2 g DM per 100 g BW			0,10 (1)	0,24 (3)	0,48 (6)

Lucerne

Estimation for the excreting rates of lucerne seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM) Typ of digestibility	%	Digestibility (%)	lucerne		
- single system		83			
20 g DM per kg BW			0,68 (340)	1,7 (850)	3,4 (1700)
- with functional Caecum		83			
2 g DM per 100 g BW			0,07 (34)	0,17 (85)	0,34 (170)
- multiple system		83			
20 g DM per kg BW			0,68 (340)	1,7 (850)	3,4 (170)
- poultry system		83			
0,2 g DM per 10 g BW			0,01 (5)	0,02 (10)	0,03
2 g DM per 100 g BW			0,07 (34)	0,17 (85)	0,34 (170)

Chicory

Estimation for the excreting rates of chicory seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM) Typ of digestibility	%	Digestibility (%)	chicory		
			20	50	100
- single system		75			
2 g DM je 100 gBW			0,1 (45)	0,75 (338)	1,5 (675)
- with functional Caecum		75			
2 g DM per 100 g BW			0,1 (45)	0,75 (338)	1,5 (675)
- poultry system		75			
0,2 g DM per 10 g BW			0,01 (4)	0,07 (33)	0,15 (67)
2 g DM per 100 g BW			0,1 (45)	0,75 (338)	1,5 (675)

Sugar beet

Estimation for the excreting rates of sugar beet seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM)	%	Digestibility	sugar beet		
		(%)	20	50	100
Typ of digestibility					
- single system		31			
20 g DM per kg BW			2,76 (96)	6,9 (240)	13,8 (480)
- with functional Caecum		31			
2 g DM per 100 g BW			0,28 (9)	0,69 (24)	1,38 (48)
- multiple system		57			
20 g DM per kg BW			1,75 (60)	4,37 (151)	8,75 (304)
- poultry system		31			
0,2 g DM per 10 g BW			0,03 (0,96)	0,07 (2,2)	0,14 (4,5)
2 g DM per 100 g BW			0,28 (9)	0,69 (24)	1,38 (48)

Horse bean

Estimation for the excreting rates of horse bean seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM)	%	Digestibility	horse bean		
		(%)	20	50	100
Typ of digestibility					
- single system		72			
20 g DM per kg BW			1,12 (2)	2,8 (5)	5,6 (10)
- with functional Caecum		75			
2 g DM per 100 g BW			0,1 (0,2)	0,25 (0,5)	0,50 (1)
- multiple system		80			
20 g DM per kg BW			0,08 (0,16)	0,2 (0,4)	0,4 (0,8)
- poultry system		72			
0,2 g DM per 10 g BW			0,01 (0,02)	0,03 (0,06)	0,06 (0,12)
2 g DM per 100 g BW			0,12 (0,3)	0,28 (0,6)	0,56 (1,2)

Bean

Estimation for the excreting rates of bean seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM) Typ of digestibility	%	Digestibility (%)	bean		
			20	50	100
- single system		86			
20 g DM per kg BW			0,56 (2)	1,4 (5)	2,8 (11)
- with functional Caecum		86			
2 g DM per 100 g BW			0,06 (0,24)	0,14 (0,56)	0,28 (1)
- multiple system		86			
20 g DM per kg BW			0,56 (2)	1,4 (5)	2,8 (11)
- poultry system		86			
0,2 g DM per 10 g BW			0,01 (0,04)	0,01 (0,06)	0,03 (0,12)
2 g DM per 100 g BW			0,06 (0,24)	0,14 (0,56)	0,28 (1)

Pea

Estimation for the excreting rates of pea seed

Values in g per bodyweight (BW)

Part of intake (DM) Typ of digestibility	%	Digestibility (%)	pea		
			20	50	100
- single system		90			
20 g DM per kg BW			0,4 (1)	1,0 (3)	2 (6)
- with functional Caecum		90			
2 g DM per 100 g BW			0,04 (0,12)	0,1 (0,31)	0,2 (0,62)
- multiple system		90			
20 g DM per kg BW			0,4 (1)	1,0 (3)	2 (6)
- poultry system		90			
0,2 g DM per 10 g BW			0,004 (0,01)	0,01 (0,03)	0,02 (0,06)
2 g DM per 100 g BW			0,04 (0,12)	0,1 (0,31)	0,2 (0,62)

Grape

The digestibility is far under 50% caused by the high amount of lignin. Because birds and rodents are mainly selecting the fruit pulp the seeds were destroyed in the surroundings of the stocks. Because of the small size of the seeds, they are not injured during the passing of the gastro-intestinal-tract. In partridges up to 325 intact seeds were found in the muscle part of the stomach. From the results it can be concluded, that nearly all of the eaten seeds were excreted.

Fruit seeds

The intake of fruits is mainly limited to the peel and the pulp. However when seeds are also consumed, they will be excreted without damage, especially seeds of apples, pears and quinces respectively. Fruit seeds with larger size like cherry, peach and plum are not consumed. However after consuming they will be damaged by chewing. A greater risk is the storing of these fruit seeds.

Forest seeds

Forest seeds are consumed by rodents and birds. Values of the digestibility are not available. The main risk for the expansion of intact seeds is caused by storage. After intake the seeds were damaged.

Conclusion

From the results above it can be concluded that the risk of expansion of intact excreted seeds is high. Mainly small rodents, which reach a population rate between 20 and 60 animals per ha and birds, which hatch pairs of 140 per km² are responsible for the expansion of seeds besides their different amount of habitats.

Reducing the risk of expansion of seeds from cultural plants needs precautions which are opposite to the preservation or conservation of natural beauty and wild life. The only efficient way to reduce the risk of excreted seeds is to improve the digestibility by reducing the lignin content of the seeds. To minimize the intake of seeds a minimal distance from the forest by 300 m must be taken into account. The areas should be also without hedges.

13. Literatur

Anonymus (1988): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 11. Auflage, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.

Arnold, U. (1995): Zur Rastplatzökologie rastender und überwinternder Saatgänse und Bleßgänse im Gebiet der Unteren Havel. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 4, 55-59.

Barheine, H. (1965): Vom Nutzen und Schaden des Hasen. Unsere Jagd 15, 101-102.

Becker-Dillingen, J. (1945): Die Ernährung des freien Wildes in der freien Wildbahn. Auer, Donauwörth.

Bergner, H. und L. Hoffmann (1996): Bioenergetik und Stoffproduktion landwirtschaftlicher Nutztiere. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.

Blaxter, K. (1989): Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1968): *Anser anser* - Graugans. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 2/I, 149-178.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1973): *Perdix perdix* - Rebhuhn. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 5, 249-281.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1973): *Phasianus colchicus* - Fasan. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 5, 322-372.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1975): *Vanellus vanellus* - Kiebitz. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 6/I, 405-471.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1982): *Larus ridibundus* - Lachmöwe. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 8/I, 273-359.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1985): *Alauda arvensis* - Feldlerche. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 10/I, 232-281.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1993): *Corvus frugilegus* - Saatkrähe. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 13/III, 1731-1856.

Blotzheim, U. N. und K. M. v. Bauer (1997): *Passer domesticus* - Haussperling. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Aula-Verlag, Wiesbaden, Bd. 14/I, 51-125.

Briedermann, L. (1968): Die biologische und forstliche Bedeutung des Wildschweines im Wirtschaftswald. Arch. Forstwesen 17, 943 - 967.

Briedermann, L. (1980): Das Schwarzwild im Kanton Waadt - seine Jagd, Verbreitung und sein Konflikt mit der Landwirtschaft. Schwarzwild-Symposium Gießen, Stuttgart.

Briedermann, L. (1990): Schwarzwild. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

Brüggemann, J., Giesecke D. und K. Waiser-Kärst (1967): Mikroorganismen im Pansen von Rothirsch und Reh. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 23, 143-151.

Brüggemann, U. (1967): Untersuchungen über den Stoffwechsel im Panseninhalt von Rotwild und Rehwild. Vet. med. Dissertation, München.

Brüll, U. (1973): Wildfutterpflanzengesellschaften und Futterwert der von Feldhasen genutzten Pflanzen. Diss. Universität Hamburg.

Bubenik, A. (1959): Grundlagen der Wildernährung. Deutscher Bauernverlag, Berlin.

Buddenbrock v. W. (1956): Wie orientieren sich Tiere. Stuttgart.

Creutz, G. (1963): Ernährungsweise und Aktionsradius der Lachmöwe. Beitr. Vogelk. 9, 3-58.

Cuendet, G. (1979): Etude du compartiment alimentaire de la Mouette rieuse et de son influence sur les peuplements lombriciens. Nos Oiseaux 35, 170-172.

Delany, M. J. (1974): The ecology of small mammals.-Studies in Biology 51, E. Arnold Publ. Limit., London, 60.

Diepenbrock, W., Fischbeck, G., Heyland, K.-U. und N. Knauer (1999): Spezieller Pflanzenbau. 3. Aufl. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Dissen, J. (1983): Untersuchungen über die Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen verschiedener Futterrationen am Rehwild (*Capreolus C. capreolus* L.) und Ziegen (*Capra A. hircus* L.) sowie Beobachtungen über das Äsungsverhalten von Gehege-Rehen. Diss. Bonn.

Dissen, J. und W. Hartfiel (1985): Beobachtungen zum Äsungsverhalten sowie Untersuchungen zur Nährstoffverdaulichkeit von Rehwild. Z. Jagdwiss. 31, 83-91.

DJV-Handbuch (1999): Jagd aktuell. Deutscher Jagdschutzverband e.V..

Drozd, A. (1968): Digestibility and assimilation of natural foods. Acta theriol. 13, 367-389.

Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Enzinger, W. und W. Hartfiel (1998): Auswirkungen gesteigerter Energie- und Proteingehalte des Futters auf Fermentationsprodukte, Fauna und Schleimhaut des Pansens von Wildwiederkäuern (Damhirsch/Reh) im Vergleich zu Hauswiederkäuern (Schaf/Ziege). Z. Jagdwiss. 44, 201-220.

Ganzhorn, J. (1980): Saatkrähen im oberschwäbischen Rißtal. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 51/52, 297-301.

Gemmeke, H. (1997): Schäden durch Vögel an Kulturpflanzen - Ergebnisse einer Umfrage bei Pflanzenschutzdienststellen sowie Obst- und Weinbauinstituten. Deut. Pflanzenschutzd. 49, 142-145.

Gemmeke, H. (1998): Schäden durch Wildgänse auf landwirtschaftlich genutzten Flächen - Ergebnisse einer Umfrage. Deut. Pflanzenschutzd. 50, 88-98.

Groppel, B., G. Dittrich und M. Anke (1980): Der Nährstoffgehalt der Winteräsung des wiederkauenden Schalenwildes. Wissenschaftliches Kolloquium "Wildbiologie und Wildbewirtschaftung", Leipzig, 1980, Tagungsband, 100-109.

Hartfiel, W. (1985): Bekämpfung der Nekrobazillose. Landw. Wildgehege 2, 10-13.

Hofmann, R. R. (1982): Die Stellung des europäischen Wildwiederkäuers im System der Äsungstypen. In: Wildbiologische Informationen für den Jäger. 2. Auflage, Stuttgart 1982.

Holisova, V. (1960): Die Nahrung der Waldmaus *Apodemus sylvaticus* im Böhmischem Mährischen Höhenzug. Zool. listy 9, 135-158.

Holisova, V. and J. Obrtel (1982): Seasonal variation in the diet of roe deer in the Southern Moravian Agricultural Landscape. Folia Zool. 31, 209-225.

Hölzinger, J. (1987): Die Vögel Baden-Württembergs. Artenschutzprogramm Baden-Württemberg Artenhilfsprogramme. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1394.

Jeroch, H., Drochner, W. und O. Simon (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Jeroch, H., Flachowski, G. und F. Wißbach (1993): Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag. Jena-Stuttgart.

Kaluzinski, J. (1982): Composition of the food of roe deer living in fields and the effect of their feeding on plant production. Acta theriol. 27, 25-37.

Kauffold, P., Voigt, J. und G. Herrendörfer (1975): Untersuchungen über den Einfluß von Ernährungsfaktoren auf die Pansenschleimhaut. Mitt. 1: Strukturen und Funktionen nach Fütterung extremer Rationen und plötzlichem Futterwechsel. Arch. Tierernähr. 25, 247-256.

Kauffold, P., Voigt, J. und G. Herrendörfer (1977): Untersuchungen über den Einfluß von Ernährungsfaktoren auf die Pansenschleimhaut. Mitt.3: Schleimhautzustände nach Infusion von Propion-, Essig- und Buttersäure. Arch. Tierernähr. 27, 201-211.

Keil, K. (1970): Luscinia 41.

Kellner, O. und M. Becker (1971): Grundzüge der Fütterungslehre. 15. Auflage, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Kirchgeßner, M. (1997): Tierernährung. 10. Aufl., VerlagsUnionAgrar.

Knorr, H. und L. Biedermann (1976): Die Ernährung des Feldrehes. Jagdinformationen 5, 1, 40-50.

Kolb, G. (1974): Physiologie der Haustiere. Ferdinand Enke Verlag.

Kostelecka-Myrcha, A. and A. Myrcha (1964): The rate of passage of foodstuff through the alimentary tract of certain *Microtidae* under laboratory conditions. Acta theriol. 9, 37-53.

Kruckenberger, H. und J. Jaene (1998): Untersuchung zum Bestand und zur Raumnutzung überwinternder Gänse, Schwäne und Pfeifenten im Rheiderland (Landkreis Leer) als Grundlage für die Beurteilung der Fraßschäden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. 2. Zwischenbericht, Universität Osnabrück.

Kruuk, H. (1989): The social badger. Oxford Univ. Press, Oxford 39-45.

Kruuk, H. (1989a): The social badger. Oxford Univ. Press, Oxford 62-65.

Lüps, P. und A. I. Wandeler (1993): *Meles meles* - Dachs. In : Handbuch der Säugetiere Europas, Raubsauger Teil 2; Herausgeber: Stubbe M. und F. Krapp, 877 - 881.

Maloiy, G., Goodall, E. and J. Topps (1970): Digestion and nitrogen metabolism in sheep and red deer given large and small amounts of water and protein. Brit. J. Nutr. 24, 843-855.

Mansfeld, K. (1957): Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. Bd V, Teil 2, Vertebrata - Vögel, 7-142.

McKay, H. J. D. and J. D. Bishop (1992): Brent goose damage to oilseed rape and implications for integrated management. Brighton Crop Protection Conference - Pest and Diseases, 1039-1044.

Merkel, F. W. (1933): Die Nager einer Feldmark im Bober-Kratzbach-Gebirge. Z. Säugetierk. 8, 127-128.

Meynhardt, H. (1978): Schwarzwildreport. Vier Jahre unter Wildschweinen. Melsungen.

Möhlenbruch, G. (1976): Stoffwechsel- und Feldversuche zur Frage der Nutzung von Damtierkälbern (*Cervus dama dama*). Diss. Bonn.

Mohr, E. (1960): Wilde Schweine. Die Neue Brehm-Bücherei 247, Wittenberg.

Möhring, G. (1963): Zur Beerenernährung des Rehwildes. Waldhygiene 5, 68 - 69.

Mühlenberg, M. und J. Slowik (1997): Kulturlandschaft als Lebensraum. Quelle & Meyer Verlag Wiesbaden.

Müller-Schneider, P. (1973): Über die Rolle der Waldmäuse und Gartenschläfer als Samenverbreiter. Jber. Naturforsch. Res. Graubünden, 1972/1973, 19-30.

Müri, H. (1978): Beobachtungen und Experimente zum Futterlernverhalten des Rehs. Z. Säugetierk. 43, 171-186.

Müri, H. und K. Stambach-Geering (1995): Raps als Habitatfaktor für Rehwild im Schweizer Mittelland. Z. Jagdwiss. 41, 126-136.

Neal, E. (1986): The natural history of badgers. Croom & Helm, London, 132 - 135.

Novokova, E. und J. Vanek (1965): Beitrag zur Kenntnis der Nahrungswahl des Hasen. Lynx 8, 28-40.

Ohnesorge, B. (1991): Tiere als Pflanzenschädlinge. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Oloff, H.-B. (1951): Zur Biologie und Ökologie des Wildschweines. Beiträge zur Tierkunde und Tierzucht. Band 2, Verlag Dr. Paul Schöps. Frankfurt am Main, 1952.

Oloff, H.-B. (1959): Zur Biologie und Ökologie des Wildschweines. Beitr. Tierk. Tierzucht 2, Frankfurt.

Prins, R. A. and M. J. H. Geelen (1971): Rumen characteristics of red deer, fallow deer and roe deer. J. Wildl. Management 35, 673-680.

Reinken, G. (1987): Damtierhaltung. 2. Aufl. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Roper, T. J. and P. Lüps (1995): Diet of badgers in central Switzerland: an analysis of stomach contents. *Z. Säugetierk.* 60, 9-19.

Rösner, H.-U. (1993) Monitoring von Nonnen- und Ringelgänsen in Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer: Das Gänsejahr 1991/1992. *Corax* 15, 245-260.

Rutschke, E. (1986): Feldschäden durch Wildgänse und ihre Verminderung. *Beitr. Jagd- und Wildforsch.* 14, 53-59.

Schäfer, E. (1965): Rehwild und Umwelt. II. Rehwildringe - das Gebot der Gegenwart. *Wild und Hund* 67, H.19.

Scheunert A. und A. Trautmann (1985): Lehrbuch der Veterinärphysiologie. 7. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg.

Sort, H. L. (1966): Effects of cellulose levels on the apparent digestibility of feeds eaten by muldeer. *J. Wildl. Mangem.* 30, 163-167.

Souci, S. W., Fachmann, W. und H. Kraut (1994) Nährwerttabellen. Medpharm, Scientific publishers, 5. Auflage.

Statistisches Bundesamt (1995): Land- und Forstwissenschaft, Fischerei. Reihe 3.1.7 Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumschulen, Baumschulflächen und Pflanzenbestände. Metzler-Poeschel-Verlag, Stuttgart.

Statistisches Bundesamt (1996): Land- und Forstwissenschaft, Fischerei. Reihe 3.1.7 Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumschulen, Baumschulflächen und Pflanzenbestände. Metzler-Poeschel-Verlag, Stuttgart.

Statistisches Bundesamt (1996): Land- und Forstwissenschaft, Fischerei. Reihe 3.1.3 Landwirtschaftliche Bodennutzung - Gemüseanbauflächen. Metzler-Poeschel-Verlag, Stuttgart.

Statistisches Bundesamt (1997): Land- und Forstwissenschaft, Fischerei. Reihe 3, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung. Metzler-Poeschel-Verlag, Stuttgart.

Statistisches Bundesamt (1998): Land- und Forstwissenschaft, Fischerei. Reihe 3, Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung. Metzler-Poeschel-Verlag, Stuttgart.

Stein, G. H. W. (1952): Die Kleinsäuger ostdeutscher Ackerflächen. *Z. Säugetierkunde* 2, 89-113.

Stein, G. H. W. (1955): Die Kleinsäuger ostdeutscher Ackerflächen. *Z. Säugetierk.* 20, 89-113.

Stein, G. H. W. (1958): Die Feldmaus (*Microtus arvalis*). Wittenberg.

Teunissen, W. A. (1992): Type, assessment and extent of damage to crops by geese. In: Waterfowl and agriculture: review and future perspective to the crop damage conflict in Europe. van Madsen, R. M., IWR Special Publ. 21.

Treichler, Jacqueline (1972): Ein Beitrag zur Ernährung des Rehwildes (*Caprolus capreolus* L.) unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Möglichkeiten der Winterfütterung. Vet. med.Dissertation, Hannover.

Veh, M. (1981): Bericht über den bisherigen Verlauf der Arbeiten für den Forschungsauftrag "Winterbiologie der Saatkrähe" in den Wintern 1976/77, 1977/78 und 1978/79. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

Watts, C. H. S. (1968): The food eaten by wood mice and bank voles in Wytham Woods, Berkshire. J. Animal Ecol. 37, 25-41.

Wöhlbier, W. (1974): Ergänzungsfutter für Schalenwild und Wildgeflügel. Hoffmann La Roche, wiss. Mitt., Vitaminabteilung.

Wöhlbier, W. (1983): Handelsfuttermittel. Bd 1-3. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Zimmermann, K. (1956): Gattungstypische Verhaltensformen von Gelbhals-, Wald- und Brandmaus. Zool. Garten (NF) 22, 162-171.

Zörner, H. (1981): Der Feldhase. Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 1981.

Zundel, R. (1990): Einführung in die Forstwissenschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Zwölfer, H., Bauer, G., Heusinger, G. und D. Stechmann (1984): Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. - Beiheft 3, Teil 2 zu den Berichten für Naturschutz und Landschaftspflege - ANL, 155.