

# JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Merkblatt über die Besten Verfügbaren Techniken (BVT) bei der

# Herstellung von Platten auf Holzbasis

Richtlinie über Industrieemissionen 2010/75/EU (Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

JOINT RESEARCH CENTRE
Institute for Prospective Technological Studies
Sustainable Production and Consumption Unit
European IPPC Bureau

2016



Mit ausgewählten Kapiteln in deutscher Sprache

Veröffentlicht Dezember 2018

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und die 16 Bundesländer haben eine Verwaltungsvereinbarung geschlossen, um gemeinsam eine auszugsweise Übersetzung der BVT-Merkblätter ins Deutsche zu organisieren und zu finanzieren, die im Rahmen des Informationsaustausches nach Artikel 13 (3) der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen erarbeitet werden. Die Vereinbarung ist bereits für die Vorgängerrichtlinie (IVU-Richtlinie) am 10.1.2003 in Kraft getreten. Von den BVT-Merkblättern sollen die für die Genehmigungsbehörden wesentlichen Kapitel übersetzt werden.

Als Nationale Koordinierungsstelle für die BVT-Arbeiten wurde das Umweltbundesamt (UBA) mit der Organisation und fachlichen Begleitung dieser Übersetzungsarbeiten beauftragt. Die Kapitel des von der Europäischen Kommission veröffentlichten BVT-Merkblattes "Herstellung von Platten auf Holzbasis", in denen die Besten Verfügbaren Techniken beschrieben sind (Kapitel 3 und 4), wurden im Rahmen dieser Verwaltungsvereinbarung in Auftrag des Umweltbundesamtes übersetzt. Desweiteren wurden das Vorwort, das Inhaltsverzeichnis, der Anwendungsbereich und das Glossar übersetzt.

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

Für das Kapitel 5 (Schlussfolgerungen für die Herstellung von Platten auf Holzbasis) hat der Sprachendienst der Europäischen Kommission die offizielle Übersetzung angefertigt. Wie in Artikel 13 (5) der Richtlinie 2010/75/EU dargelegt, wurde am 20. November 2015 der Durchführungsbeschluss (2015/2119/EU) über die BVT-Schlussfolgerungen, wie sie hier in Kapitel 5 enthalten sind, angenommen und am 24. November 2015 veröffentlicht.

Diese deutschen Übersetzungen stellen keine rechtsverbindliche Übersetzung des englischen Originaltextes dar. Bei Zweifelsfragen muss deshalb immer auf die von der Kommission veröffentlichte englischsprachige Version zurückgegriffen werden. Dieses Dokument ist auf der Homepage des Umweltbundesamtes (<a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/beste-verfuegbare-techniken/sevilla-prozess/bvt-download-bereich">http://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/beste-verfuegbare-techniken/sevilla-prozess/bvt-download-bereich</a>) abrufbar.

Durchführung der Übersetzung in die deutsche Sprache:

Proverb oHG Marktplatz 12 70173 Stuttgart This publication is a Science for Policy report by the Joint Research Centre, the European Commission's in-house science service. It aims to provide evidence-based scientific support to the European policy-making process. The scientific output expressed does not imply a policy position of the European Commission. Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

#### **Contact information**

European IPPC Bureau

Address: Joint Research Centre, Edificio Expo c/ Inca Garcilaso 3, E-41092 Seville, Spain

E-mail: JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu

Tel.: +34 95 4488 284 Fax: +34 95 4488 426 https://ec.europa.eu/jrc

#### Legal Notice

Under the Commission Decision of 12 December 2011 on the Re-use of Commission Documents (2011/833/EU), the present BREF document is subject to free re-use, except for parts covered by any third-party rights which may be present in the document (such as images, tables, data, written material, or similar, the rights to which need to be acquired separately from their respective rights-holders for further use). The European Commission is not liable for any consequence stemming from the re-use of this publication. Any re-use is subject to the acknowledgement of the source and non-distortion of the original meaning or message

JRC100269

EUR 27732 EN

PDF ISBN 978-92-79-54949-6 ISSN 1831-9424 doi:10.2791/21807 LF-NA-27732-EN-N

© European Union, 2016

Reproduction is authorised provided the source is acknowledged.

How to cite: Kristine Raunkjær Stubdrup, Panagiotis Karlis, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Wood-based Panels; EUR 27732 EN; doi:10.2791/21807

All images © European Union 2016, except: Cover pictures credits © Fotolia.com—Petair

#### Abstract

The BAT reference document (BREF) entitled 'Production of Wood-based Panels' forms part of a series presenting the results of an exchange of information between EU Member States, the industries concerned, non-governmental organisations promoting environmental protection, and the Commission, to draw up, review and, where necessary, update BAT reference documents as required by Article 13(1) of the Directive 2010/75/EU on industrial emissions. This document is published by the European Commission pursuant to Article 13(6) of the Directive. This BREF for the production of wood-based panels covers the activities specified in Section 6.1(c) of Annex I to Directive 2010/75/EU. In particular, this document addresses the following processes and activities:

- the manufacture of wood-based panels by dry or wet processes; including the production of:
  - particleboard (PB);
  - oriented strand board (OSB);
  - medium density fibreboard (MDF), including low density fibreboard (LDF) and high density fibreboard (HDF), produced in a dry process;
  - fibreboard, including rigidboard (RB) and flexboard (FB), produced in a dry process;
  - fibreboard, including softboard (SB) and hardboard (HB), produced in a wet process.

This document covers all activities from the storage of raw materials to the finished raw board ready for storage.

This document additionally addresses the following activities which are considered activities directly associated to the main Annex I, Section 6.1(c) activity, even if the directly associated activity is not necessarily an Annex I activity itself:

- on-site combustion plants (including engines) generating hot gases for directly heated dryers without restriction of capacity;
- the manufacture of impregnated paper with resins.

Important issues for the implementation of Directive 2010/75/EU in the wood-based panels industry are the emissions to air from dryers and presses of dust, formaldehyde, and volatile organic compounds. This BREF contains seven chapters. Chapters 1 and 2 provide general information on the wood-based panels industry and on the common industrial processes and techniques used within the whole sector. Chapters 3 and 4 provide information and data concerning the applied processes and techniques in the sector; the environmental performance of installations in terms of current emissions, consumption of raw materials, water and energy, as well as on generation of waste; the techniques to prevent and/or reduce emissions from the wood-based panels production plants. In Chapter 5, the BAT conclusions, as defined in Article 3(12) of the Directive, are presented for the wood-based panels industry. In Chapter 6, the emerging techniques are presented. Chapter 7 is dedicated to concluding remarks and recommendations for future work regarding the sector.

Title Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Wood-based Panels

# Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Wood-based Panels

Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and control

Authors: Kristine Raunkjær Stubdrup Panagiotis Karlis Serge Roudier Luis Delgado Sancho

2016

## Acknowledgements

This report was produced by the European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB) at the European Commission's Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) under the supervision of Serge Roudier (Head of the EIPPCB) and Luis Delgado Sancho (Head of the Sustainable Production and Consumption Unit).

The authors of this BREF were Ms Kristine R. Stubdrup and Mr Panagiotis Karlis.

This report was drawn up in the framework of the implementation of the Industrial Emissions Directive (2010/75/EU) and is the result of the exchange of information provided for in Article 13 of the Directive.

Major contributors of information were:

- among EU Member States: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Ireland, Italy, the Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Spain, and the United Kingdom;
- among industry: the European Panel Federation (EPF), Fedustria, the Wood Panel Industries Federation (WPIF), and the European Confederation of Woodworking Industries (CEI-Bois).

The whole EIPPCB team provided contributions and peer reviewing.

This report is dedicated to the memory of the TWG members Martin Steinwender and Harry Earl.

This document is one from the series of documents listed below (at the time of writing, the following documents have been drafted):

Reference Document on Best Available Techniques	Code
Ceramic Manufacturing Industry	CER
Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector	CWW
Emissions from Storage	EFS
Energy Efficiency	ENE
Ferrous Metals Processing Industry	FMP
Food, Drink and Milk Industries	FDM
Industrial Cooling Systems	ICS
Intensive Rearing of Poultry or Pigs	IRPP
Iron and Steel Production	IS
Large Combustion Plants	LCP
Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers	LVIC-AAF
Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Others Industry	LVIC-S
Large Volume Organic Chemical Industry	LVOC
Management of Tailings and Waste-rock in Mining Activities	MTWR
Manufacture of Glass	GLS
Manufacture of Organic Fine Chemicals	OFC
Non-ferrous Metals Industries	NFM
Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide	CLM
Production of Chlor-alkali	CAK
Production of Polymers	POL
Production of Pulp, Paper and Board	PP
Production of Speciality Inorganic Chemicals	SIC
Production of Wood-based Panels	WBP
Refining of Mineral Oil and Gas	REF
Slaughterhouses and Animals By-products Industries	SA
Smitheries and Foundries Industry	SF
Surface Treatment of Metals and Plastics	STM
Surface Treatment Using Organic Solvents	STS
Tanning of Hides and Skins	TAN
Textiles Industry	TXT
Waste Incineration	WI
Waste Treatment	WT
Reference Document	
Economics and Cross-media Effects	ECM
Monitoring of Emissions to Air and Water from IED-installations	ROM

Electronic versions of draft and finalised documents are publicly available and can be downloaded from  $\underline{\text{http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/}}$ .

#### **VORWORT**

#### 1. Status dieses Dokuments

Sofern nicht anders angegeben, beziehen sich alle Hinweise auf "die Richtlinie" im vorliegenden Dokument auf die Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Minderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung).

Das vorliegende BVT-Merkblatt über die Herstellung von Platten auf Holzbasis ist Teil einer Reihe, in der die Ergebnisse eines Informationsaustauschs zwischen den EU-Mitgliedstaaten, den betroffenen Industriesparten, Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen und der Kommission zur Erstellung, Überprüfung und erforderlichenfalls Aktualisierung von BVT-Merkblättern gemäß den Vorgaben aus Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie vorgestellt werden. Es wird von der Europäischen Kommission gemäß Artikel 13 Absatz 6 der Richtlinie veröffentlicht.

Der in Kapitel 5 enthaltene Durchführungsbeschluss der Kommission 2015/2119/EU über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) wurde gemäß der Festlegung aus Artikel 13 Absatz 5 der Richtlinie am 20. November 2015 angenommen und am 24. November 2015 veröffentlicht.

#### 2. Teilnehmer am Informationsaustausch

Die Kommission hat nach der Vorgabe aus Artikel 13 Absatz 3 der Richtlinie ein Forum aus Vertretern der Mitgliedstaaten, der betreffenden Industriezweige und der sich für den Umweltschutz einsetzenden Nichtregierungsorganisationen zur Förderung des Informationsaustauschs eingerichtet (Beschluss der Kommission vom 16. Mai 2011 zur Einrichtung eines Forums für den Informationsaustausch gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (2011/C 146/03), ABI. C 146, 17.05.2011, S. 3).

Die Forummitglieder haben Sachverständige für die technische Arbeitsgruppe (Technical Working Group, TWG) ernannt, die die Hauptquelle für die Erstellung des vorliegenden Dokuments bildete. Die Federführung der TWG lag beim Europäischen IVU-Büro (engl. European IPPC Bureau (EIPPCB)), der Gemeinsamen Forschungsstelle der Kommission.

#### 3. Struktur und Inhalte dieses Dokuments

Die Kapitel 1 und 2 enthalten allgemeine Informationen über die Herstellung von Platten auf Holzbasis und über die in diesem Sektor eingesetzten Industrieprozesse und Techniken.

Kapitel 3 enthält Daten und Angaben über die Emissions- und Verbrauchswerte, die Art der verwendeten Rohstoffe, den Wasserverbrauch, die Energienutzung und die Abfallerzeugung bestehender Anlagen. Sie zeigen den Stand zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Dokuments.

In Kapitel 4 werden die Verfahren zur Emissionsverhinderung oder – wenn das nicht machbar ist – zur Verringerung der Umweltbelastungen durch die Anlagen in diesem Sektor eingehender beschrieben, die für die Bestimmung der BVT berücksichtigt worden sind. Soweit von Belang, schließen diese Informationen die Umweltleistungsstufen (beispielsweise Verbrauchs- und Emissionswerte) ein, die sich mit dem jeweiligen Verfahren erreichen lassen, sowie einige Vorstellungen über die mit der jeweiligen Technik verbundenen Kosten, medienübergreifende Aspekte und Überwachung.

In Kapitel 5 werden die BVT-Schlussfolgerungen nach der Bestimmung dieses Begriffs in Artikel 3 Absatz 12 der Richtlinie vorgestellt.

In Kapitel **6** werden Informationen über "Zukunftstechniken" nach der Bestimmung dieses Begriffs in Artikel 3 Absatz 14 der Richtlinie vorgestellt.

Abschließende Bemerkungen und Empfehlungen für künftige Arbeiten werden in Kapitel 7 vorgestellt.

ABI. L 306 vom 24.11.2015, S. 31.

#### 4. Informationsquellen und Ableitung der BVT

Dieses Dokument stützt sich auf Informationen, die von einer Reihe von Quellen gesammelt wurden, insbesondere von der TWG, die im Rahmen von Artikel 13 der Richtlinie speziell zum Informationsaustausch eingerichtet worden ist. Die Informationen wurden vom Europäischen IVU-Büro (EIPPCB; Teil der Gemeinsamen Forschungsstelle der Kommission) zusammengetragen und bewertet, welche die Arbeiten zur Ermittlung der BVT nach den Prinzipien von Sachverstand, Transparenz und Neutralität geleitet hat. Die Beiträge der TWG und aller anderen Beteiligten werden dankbar anerkannt.

Die BVT-Schlussfolgerungen wurden in einem iterativen Prozess abgeleitet, welcher folgende Schritte umfasste:

- Identifizierung der wesentlichsten Umweltprobleme des Sektors;
- Sichtung der relevantesten Techniken, die auf diese Umweltprobleme abzielen;
- Identifizierung der besten Umweltleistungswerte auf Basis der in der Europäischen Union oder weltweit verfügbaren Daten;
- Prüfung der Bedingungen, unter denen diese Umweltleistungswerte erreicht wurden, z. B. der Kosten, der medienübergreifenden Effekte und der wesentlichen Triebkräfte für die Einführung dieser Techniken;
- Auswahl der Besten Verfügbaren Techniken (BVT) für diesen Sektor entsprechend Artikel 3 Absatz 10 und Anhang III der Richtlinie, der damit assoziierten Emissionswerte (und anderer Umweltleistungswerte) sowie der zugrundeliegenden Überwachungsverfahren.

Expertenurteile durch das Europäische IVU-Büro und die TWG spielten eine wesentliche Rolle in jedem dieser Schritte und haben bestimmt, wie die Informationen hier präsentiert werden.

Soweit verfügbar, wurden zu den Beschreibungen der Techniken in Kapitel 4 auch wirtschaftliche Daten angeführt. Diese Daten geben eine grobe Einschätzung der Höhe der Kosten und der Kostenvorteile wieder. Die tatsächlichen Kosten und Kostenvorteile einer Anwendung dieser Techniken können allerdings stark von der spezifischen Situation der betreffenden Anlage abhängen, welche im Rahmen dieses Dokument nicht vollständig beurteilt werden kann. Soweit Kostendaten nicht vorhanden sind, wurde aus Beobachtungen bestehender Anlagen auf die ökonomische Verfügbarkeit der Techniken geschlussfolgert.

#### 5. Überprüfung der BVT-Merkblätter

BVT ist ein dynamisches Konzept, die Überarbeitung der BVT-Merkblätter ist deshalb ein kontinuierlicher Prozess. Zum Beispiel können neue Maßnahmen und Techniken aufkommen, Technologie und Wissenschaft sich kontinuierlich weiter entwickeln und neue oder weiter entwickelte Verfahren erfolgreich in der Industrie angewendet werden. Um solche Entwicklungen und deren Konsequenzen für BVT widerspiegeln zu können, wird dieses Dokument in regelmäßigen Abständen überprüft und, soweit erforderlich, aktualisiert.

#### 6. Kontaktdaten

Stellungnahmen und Vorschläge sind an das Europäische IPPC-Büro beim Institut für technologische Zukunftsforschung an die folgende Adresse zu senden:

Europäische Kommission Institut für technologische Zukunftsforschung der Gemeinsamen Forschungsstelle Europäisches IVU-Büro Edificio Expo c/ Inca Garcilaso, 3 E-41092 Seville, Spanien Telefon: +34 95 4488 284

Fax: +34 95 4488 426

E-Mail: <u>JRC-IPTS-EIPPCB@ec.europa.eu</u> Internet: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu

# Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken (BVT) bei der Herstellung von Platten auf Holzbasis

VORWORT	•	I
ANWENDU	NGSBEREICH	XI
1 GENERA	AL INFORMATION	1
1.1 Pro	DUCTS COVERED BY THIS DOCUMENT	1
1.1.1	Main products and their manufacture	
	DUCTION PROCESSES ADDRESSED BY THIS DOCUMENT	
	'IRONMENTAL ISSUES COVERED BY THIS DOCUMENT	
_	UCTURE OF THE SECTOR	
1.4.1	Market structure	
1.4.2	Size and number of wood-based panel plants	
1.4.3	Raw material costs for panel manufacture	
1.4.4	Environmental cost for panel manufacture	
1.4.5	Technical characteristics of wood-based panel installations	
1.4.6	Location trends for wood-based panel sites.	
1.4.7	Challenges and trends for the wood-based panel sector	
2 APPLIE	D PROCESSES AND TECHNIQUES	
	STORAGE OF WOOD RAW MATERIALS AND THE PREPARATION OF WOOD PARTICLES	
2.1 THE 2.1.1	Origin of raw materials	
2.1.1	Receipt and storage of raw wood material.	
2.1.2.1	Log yard operations	
2.1.2.2	Environmental issues related to storage of raw wood material	
2.1.3	Cleaning of recovered wood raw materials	
2.1.3.1	Environmental issues related to the cleaning of recovered wood materials	
2.1.4	Debarking	25
2.1.4.1	Environmental issues related to debarking	
2.1.5	Breakdown of wood to produce flakes, strands or wood particles	26
2.1.5.1	Environmental issues related to the breakdown of wood to produce flakes, strands or wood particles	27
2.1.6	Storage of wood particles and flakes before drying	
2.1.6.1	Environmental issues related to storage of wood particles	
2.1.7	Internal transport of wood materials in general	
2.2 DRY	'ING OF WOOD PARTICLES AND FIBRES	
2.2.1	Drying of wood particles for particleboard and OSB production	
2.2.2	Drying of wood fibres	
2.2.2.1	Environmental issues related to drying	
2.2.2. 2.2.3	1.1 Environmental issues related to drying of fibres	
2.2.3	Environmental issues related to the refining of fibres	
2.2.3.1	Storage of wood particles/flakes/fibres after drying	
2.2.4.1	Sorting and dry storage of dried chips and flakes	
2.2.4.2	Sorting and dry storage of fibres	
2.2.4.3	Environmental issues related to sorting and dry storage	37
2.3 PAN	EL MANUFACTURE	38
2.3.1	Blending and mat forming	
2.3.1.1	Mixing of resins and additives in the glue kitchen	
2.3.1.2	Blending of resin mix with wood and mat forming	38

2.3.	Pressing	39
	3.2.1 Environmental issues related to pressing	
	3.2.2 Pressing of rigidboard and flexboard	
	Mat forming and the pressing of softboards	
2.3.		
	3.3.1 Cutting and cooling of panels	
	FINISHING OF RAW BOARD	
2.4		
2.4.	8 8	
	4.1.1 Environmental issues related to sanding and cutting to size	
2.4.		
2.5	AUXILIARY SUBSTANCES AND MATERIALS	
2.5.		
2.5.	6 6	
2.5.	E	
2.6	ENERGY PRODUCTION	50
2.6.	Environmental issues related to energy production	51
2.7	IMPREGNATION OF PAPER	53
2.7.	Environmental issues related to impregnation of paper	53
2.8	LAMINATION AND OTHER VALUE-ADDING OPERATIONS	
2.8.	Environmental issues related to lamination and other value-adding operations	56
2.9	WASTE WATER TREATMENT PLANTS.	
2.9.		
_		
	TUELLE EMISSIONS- UND VERBRAUCHSWERTE	
3.1	ROHSTOFFE FÜR DIE PRODUKTION	
3.1.		
3.1.		
3.1.		
3.1.	Energieverbrauch	66
3.1.	Wasserverbrauch	69
3.2	EMISSIONEN IN LUFT	71
3.2.	Emissionen von Trocknern	71
3.	2.1.1 Staub in Trockneremissionen	72
	2.1.2 Formaldehyd in Trockneremissionen	
	2.1.3 Organische Verbindungen in Trockneremissionen	
	Zusätzliche erhobene Daten über Staub und organische Emissionen von Trocknern NOx- und SOx-Emissionen von direkt beheizten Trocknern in die Luft	
	2.1.6 Zusätzliche Überwachung der Trockneremissionen	
3.2.	8	
3.2.		
3.2.		
	2.4.1 Zusätzliche Überwachungsdaten	
3.2.		
3.2.		
3.3	EMISSIONEN INS WASSER	
3.3.		
3.3.		
3.4	ABFALLERZEUGUNG	
3.5	EMISSIONEN IN DEN BODEN UND DAS GRUNDWASSER	
J.J	ENTERONIO TELLA ELA POPERA DI DE DELO UNELLO MADDER COMOCOCCONOCCOMOCOCCONOCCOMOCOCCONOCCOMOCOCCONOCCOMOCOCCONOCCOMOCOCCONOCCOMOCOCCONOCCOMOCOCCONOCCONOCCOMOCOCCONOCC	,,, <i>i i i i</i> i

	3.6 BEL	ÄSTIGUNG DURCH LÄRM UND GERÜCHE	126
	3.7 ÜBE	RWACHUNG DER EMISSIONEN	128
	3.7.1	Referenzbedingungen für die Angabe von Luftemissionsdaten	130
	3.7.2	Überwachung der Luftemissionen	
	3.7.2.1	Staub	
	3.7.2.2	Formaldehyd	
	3.7.2.3	Überwachung organischer Verbindungen	
	3.7.2.4	Geruchsüberwachung	
	3.7.2.5	Blauer Dunst	133
4		R FESTLEGUNG DER BVT ZU BERÜCKSICHTIGENDE TECHNIKEN	
		FÜHRUNG	
	4.2 TEC	HNIKEN ZUR VERHINDERUNG ODER REDUZIERUNG VON LUFTEMISSIONEN	
	4.2.1	Einführung	136
	4.2.2	Primäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen von	
		Trocknern in die Luft	138
	4.2.2.1	Management des Trocknungsprozesses	
	4.2.2.2	Rückführung der Abgase	
	4.2.2.3	UTWS-Trockner oder kombinierte Wärme- und Trockneranlagen für Spanplatten un	
	4224	Grobspanplatten (OSB)	
	4.2.2.4	Reduzierung der SOx-Emissionen	
	4.2.2.5 4.2.2.6	Reduzierung der NOx-Emissionen im Heißgas von Feuerungsanlagen	
	4.2.2.6	<u> </u>	
	4.2.2.0		
	4.2.2.6		
	4.2.3	Primäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen von Pres	
	4.2.3	in die Luft	
	4.2.3.1	Leimauswahl und angemessene Betriebsbedingungen der Presse	
	4.2.4	Sekundäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen von	17/
	7.2.7	Trocknern und Pressen in die Luft	150
	4.2.4.1	Nasselektrofilter	
	4.2.4.2	Gewebefilter	
	4.2.4.3	Kiesbett-Elektrofilter (EFB-Filter)	
	4.2.4.4	Nasswäscher	
	4.2.4.5	Biowäscher	
	4.2.4.6	Thermische Oxidation	
	4.2.4.7	Verbrennung von Presseabgasen in einer Feuerungsanlage vor Ort	171
	4.2.5	Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen	
		aus anderen Quellen	171
	4.2.5.1	Gewebefilter und Zyklofilter	172
	4.2.5.2	Zyklone	
	4.2.6	Techniken zur Reduzierung gelenkter Emissionen von Trockneröfen für	
		Papierimprägnierungslinien	173
	4.2.6.1	Harzauswahl	173
	4.2.6.2	Biofilter	
	4.2.6.3	Beimengung der Trocknerofen-Abgase zu den Hauptreinigungsanlagen	175
	4.2.6.4	Thermische Oxidation	176
	4.2.7	Techniken zur Reduzierung diffuser Emissionen	178
	4.2.7.1	Umsetzung von Maßnahmen einer guten Betriebspraxis, um diffuse Staubemissionen	vom
		Holzlagerplatz auf ein Mindestmaß zu reduzieren	
	4.2.7.2	Reduzierung diffuser Emissionen aus der Beförderung von Holzrohstoffen auf ein Mindestmaß	179
	4.2.7.3	Nähere Bestimmung flüchtiger Emissionen mit der Quelltermrückrechnung (englisch	
		Reverse Dispersion Modelling, RDM)	179

4.3 TEC	HNIKEN ZUR VERHINDERUNG ODER REDUZIERUNG VON EMISSIONEN IN WASSER	181
4.3.1	Primäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen in Was	ser 181
4.3.1.1	Minimierung der Schadstoffbelastung in gesammelten Abwasserströmen	
4.3.1.2	Rückführung von Prozessabwasser aus der Holzfaserherstellung	
4.3.2	Behandlung von Oberflächenabflusswasser	
4.3.2.1	Vorbehandlung: Sieben (Gitter- und Feinsieben)	
4.3.2.2	Sedimentation in Rückhaltebecken und Absetzbecken	
4.3.2.3 4.3.2.4	SandfilterPflanzenkläranlage	
4.3.3	Behandlung des Prozesswassers von der Faserproduktion	
4.3.3.1	Vorbehandlung, Beseitigung größerer Feststoffe	
4.3.3.2	Primäre Behandlung durch physikalische Trennung von Partikeln und suspendierte	en
4222	Feststoffen	
4.3.3.3 4.3.3.4	Biologische Behandlung Tertiäre Aufbereitung von Abwasser	
	CHNIKEN ZUR REDUZIERUNG VON EMISSIONEN IN DEN BODEN	
4.4.1	Sicherer Umgang mit Hilfsmaterialien	
	CHNIKEN ZUR REDUZIERUNG DES WASSERVERBRAUCHS	
4.5.1	Sammlung leicht kontaminierten Wassers zur Anlagenreinigung und für andere Zwecke	
4.6 TEC	CHNIKEN ZUR ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	199
4.6.1	Rückgewinnung von Energie in Heißluftemissionen	199
4.6.2	Verbrennungsregelung	
4.6.3	Entwässerung von Rinde und Schlamm	
4.6.4	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK)	
4.6.5	Wärmerückgewinnung von Dampf während des Zerfaserns	
	RBRAUCH VON CHEMIKALIEN UND ROHSTOFFEN	
4.7.1	Optimierung der Verwendung von Leimen entsprechend dem herzustellenden P	
	CHNIKEN ZUR STEUERUNG DER ERZEUGUNG VON ABFALL/RÜCKSTÄNDEN	
4.8.1	Rohstoffkontrolle durch Einsatz eines Steuerungsprogramms für extern gesamn Altholz	
4.8.2	Optimierung der Brennstoffmenge durch Sammlung von Holzspänen und Holzs	taub.207
4.8.3	Sichere Lagerung, sicherer Transport und Wiederverwendung von Rostasche un Schlacke von Biomasse-Feuerungsanlagen	
4.8.4	Wiederverwendung der intern gesammelten Holzrückstände in der Produktion	
4.9 Um	WELTMANAGEMENTSYSTEME	
	MMINDERUNG	
	HLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON PLATTEN A ASIS	
ANWENDUN	IGSBEREICH	217
ALLGEMEI	NE ERWÄGUNGEN	217
	ESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN	
	GEMEINE BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN	
5.1.1		
5.1.1	Umweltmanagementsystem	
5.1.2 5.1.3	Lärm	
5.1.3 5.1.4	Emissionen in den Boden und das Grundwasser	
5.1.5	Energiemanagement und Energieeffizienz	
5.1.6 5.1.7	Managament van Abfall und Dückständen	
5.1.7	Management von Abfall und Rückständen	224

5.1.8	Überwachung	225
5.2 EM	ISSIONEN IN DIE LUFT	227
5.2.1	Gefasste Emissionen	227
5.2.2	Diffuse Emissionen	230
5.3 EM	ISSIONEN INS WASSER	231
5.4 BE	SCHREIBUNG VON TECHNIKEN	233
5.4.1	Emissionen in die Luft	
5.4.2	Emissionen ins Wasser	235
6 EMERC	SING TECHNIQUES	236
6.1 Sui	PERHEATED STEAM DRYERS	236
6.2 RE	COVERY OF ORGANIC COMPOUNDS FROM WOOD	237
6.3 RE	JSE OF REJECT PAPERS FROM THE PAPER IMPREGNATION LINE	238
7 CONCL	UDING REMARKS AND RECOMMENDATIONS FOR FUTURE WORK	239
GLOSSAR		243
REFERENC	ES	255

# **List of Figures**

Abbildung 3.1:	Jahr des Produktionsstarts für in der Datenerhebung enthaltene Produktionsanlagen für
	Spanplatten, Grobspanplatten und MDF-Platten60
Abbildung 3.2:	Verteilung der in den verschiedenen Plattenprodukten in der EU-27 verwendeten Holzrohstoffe .61
Abbildung 3.3:	Verteilung der Rohstoffe, die in der Spanplattenproduktion in unterschiedlichen Mitgliedstaaten
	verwendet werden
Abbildung 3.4:	Leime, die in 35 verschiedenen Produktionslinien oder Anlagen verwendet werden65
Abbildung 3.5:	Leime, die bei der Herstellung von MDF-Platten bei 13 verschiedenen Produktionslinien oder
	Anlagen verwendet werden. Die Daten stammen aus den Jahren 2010–1165
Abbildung 3.6:	Werte für Staub in Luftemissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern und die eingesetzten
C	Minderungsmaßnahmen, gestützt auf Daten von 50 Produktionslinien
Abbildung 3.7:	Werte für Staub in Emissionen von Spanplattentrocknern, die einen Nasselektrofilter einsetzen, in
Ü	die Luft (einschließlich der gemeinsamen Behandlung von Trocknerabgasen und Presseabgasen)74
Abbildung 3.8:	Werte für Staub in Emissionen von direkt beheizten Trocknern für OSB-Platten in die Luft und die
Tree in a ming over	eingesetzten Minderungsmaßnahmen, auf der Grundlage von Daten aus 11 Produktionslinien76
Abbildung 3.9:	Werte für Staub in Emissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft und die eingesetzten
Tioondang 5.5.	Minderungsmaßnahmen, gestützt auf Daten von 32 Produktionslinien
Abbildung 3.10:	Werte für Formaldehyd in Emissionen von Trocknern für Spanplatten in die Luft und die
Abbildung 3.10.	eingesetzten Minderungsmaßnahmen, auf der Grundlage von 34 Produktionslinien79
Abbildung 3.11:	Werte für Formaldehyd in Emissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft, gestützt auf
Abbildung 3.11.	Daten von 15 Produktionslinien
Abbildung 3.12:	
Abbildung 3.12:	Darstellung des unterschiedlichen Gehalts an organischen Verbindungen in Emissionen aus Trocknern für Spanplatten in die Luft
A L L :1 J = 2 12.	Werte für flüchtige organische Verbindungen in Emissionen von Trocknern für Spanplatten in die
Abbildung 3.13:	
411.11 2.14	Luft, gestützt auf Daten von 41 Produktionslinien
Abbildung 3.14:	Werte für flüchtige organische Verbindungen in Emissionen von Trocknern für MDF-Platten in
A11 '11 2 15	die Luft, gestützt auf Daten von 24 Produktionslinien
Abbildung 3.15:	NO <sub>X</sub> -Emissionen aus direkt beheizten Trocknern für Spanplatten in die Luft mit entsprechendem
.11.71	Luftdurchsatz der Emissionen
Abbildung 3.16:	NO <sub>X</sub> -Emissionen aus direkt beheizten Trocknern für MDF-Platten in die Luft mit entsprechendem
	Luftdurchsatz der Emissionen
Abbildung 3.17:	Eine Studie des EPF, in der die Formaldehydemissionen von Pressen und die entsprechenden
	Minderungsmaßnahmen dargestellt sind
Abbildung 3.18:	Durchschnittswerte für TSS, BSB5 und CSB in der Ableitung von behandeltem
	Oberflächenabflusswasser
Abbildung 3.19:	Ein Beispiel für die Unterschiede in den Tagesmittelwerten für einen Trockner mit geschlossenem
	Kreislauf und für eine Feuerungsanlage
Abbildung 3.20:	Beispiel für Unterschiede in den Tagesmittelwerten kontinuierlicher FID-Messungen (bei 18 %
	O2) von TVOC in Emissionen von einem mit einem Nasselektrofilter ausgerüsteten Trockner für
	Spanplatten während eines Jahrs
Abbildung 4.1:	Grundsätze einer kombinierten Wärme- und Trockneranlage (UTWS) mit Rückleitung der
-	Trocknerabgase142
Abbildung 4.2:	Funktionsprinzipien eines doppelten Nasselektrofilters mit Abwasseraufbereitungsanlage, Wäscher
-	und einstufigem Elektrofilter
Abbildung 4.3:	Kontinuierliche Verbesserung in einem UMS-Modell21
S	

# **List of Tables**

Tabelle 3.1:	Zusammensetzung einer fertigen Rohplatte in Gewichtsprozent	66
Tabelle 3.2:	Jährliche Energieverbrauchswerte, dargestellt für die drei wichtigsten energieverbrauchenden Prozesse	
	und für den Gesamtenergieverbrauch auf Standortebene	67
Tabelle 3.3:	Vergleich des Energieverbrauchs pro Produkteinheit bei der Herstellung von MDF-Platten	
Tabelle 3.4:	Gesamtwasserverbrauch in der Produktion von OSB-Platten, Spanplatten und MDF-Platten	69
Tabelle 3.5:	Gemeldete Emissionswerte für Staub, TVOC und Formaldehyd von Trocknern für Spanplatten-, OSB- und MDF-Produktionslinien	71
Tabelle 3.6:	Gemeldete Details über Referenzbedingungen für die in Figure 3.6 dargestellten Daten zu Staubemissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern in die Luft	
Tabelle 3.7:	Emissionsdaten für Staub aus indirekt beheizten Trocknern in der Produktion von Spanplatten, basierend auf Daten aus periodischer Überwachung	d
Tabelle 3.8:	Gemeldete Details über Referenzbedingungen für die in Figure 3.8 dargestellten Daten zu	13
14001100101	Staubemissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern in die Luft	76
Tabelle 3.9	Gemeldete Details über Referenzbedingungen für die in Abbildung 3.9 dargestellten Daten zu	
	Staubemissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft	78
Tabelle 3.10:	Gemeldete Details zu den Referenzbedingungen für in Abbildung 3.10 dargestellten Daten bezüglich Formaldehyd-Emissionen aus Trocknern für Spanplatten in die Luft	80
Tabelle 3.11:	Spezifische Massenbelastung von Formaldehyd in Emissionen von Spanplattentrocknern in die Luft	
	Formaldehydemissionen von direkt beheizten OSB-Trocknern in die Luft	
	Unterstützende Informationen und Details zu Referenzbedingungen bezüglich Formaldehyd in	_
	Emissionen aus Trocknern in Produktionslinien für MDF-Platten in die Luft sind dargestellt in Figure 3.11	84
Tabelle 3 14.	Spezifische Massenbelastung von Formaldehyd von MDF-Fasertrocknern	
	Beispiele für den Gehalt an organischen Verbindungen in Trockneremissionen, angegeben durch	33
rabene 3.13.	unterschiedliche Parameter	87
Tabelle 3.16:	Unterstützende Informationen und Einzelheiten zu den in Figure 3.13 dargestellten Referenzbedingunge	
	bezüglich der flüchtigen organischen Verbindungen in Emissionen von Trocknern für Spanplatte in die Luft	n
Tabelle 3 17:	Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen von direkt beheizten OSB-Trocknern in die Luft	
	Unterstützende Informationen und Einzelheiten zu den in Figure 3.14 dargestellten Referenzbedingunge	
Tuoche 3.10.	bezüglich der flüchtigen organischen Verbindungen in Emissionen von Trocknern für MDF- Platten in die Luft	
Tabelle 3 10.	Luftemissionen flüchtiger organischer Verbindungen von Fasertrocknern, die Zyklone und Nasswäscher	
Tabelle 3.17.	als Minderungstechniken einsetzen, und die entsprechenden spezifischen Massenbelastungen	
Tabelle 3.20.	Emissionswerte von Produktionslinien für Spanplatten und MDF-Platten in Deutschland	
	Spezifische Massenbelastungen von Produktionsstätten in Frankreich	
	Emissionswerte von Produktionslinien für Spanplatten und MDF-Platten in Österreich	
	Messung der Trockneremissionen aus Testläufen einer Anlage mit einer Mischung aus Brennstoffen und	
140011001201	Rohstoffen	
Tabelle 3.24:	Messung von drei wichtigen VOC-Bestandteilen in den Emissionen einer Produktionsanlage für	
	Spanplatten, die Seekiefer als Rohstoff verwendet	96
Tabelle 3.25:	Vergleich der quantitativen Trockneremissionen von einer Anlage zur Spanplattenproduktion	
	NO <sub>X</sub> - und CO-Emissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern in die Luft	
	NO <sub>X</sub> - und CO-Luftemissionen von direkt beheizten Trocknern für OSB-Platten mit der entsprechenden spezifischen NO <sub>X</sub> -Belastung in kg/m³ fertiger Platte	
Tabelle 3.28:	NO <sub>X</sub> - und CO-Emissionen von direkt beheizten Trocknern für MDF-Platten in die Luft (trockener	
140011001201	Bezugszustand)	02
Tabelle 3.29:	Metalle in Emissionen aus Trocknern	
	HCl-, HF- und SO <sub>X</sub> -Emissionen aus Trocknern	
	Diffuse Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) entlang einer Pressenlinie10	
	Staub- und TOC-Emissionen in Abgasen, die bei Presselinien gesammelt werden	
	Emissionen von Formaldehyd in Abgasen, die bei Presselinien gesammelt werden	
Tabelle3.34:	Emissionswerte für Staub, NO <sub>X</sub> , SO <sub>X</sub> und CO in Rauchgasen von Feuerungsanlagen1	10
	NO <sub>X</sub> -, SO <sub>X</sub> -, CO- und Staubemissionen aus mit schwerem Heizöl befeuerten Motoren zur Erzeugung vo	
	Heißgasen für die direkte Trocknung1	12
	Emissionswerte von Feuerungsanlagen mit geschlossenem Kreislauf	12
Tabelle 3.37:	HCI- und HF-Emissionen aus mit schwerem Heizöl befeuerten Motoren zur Erzeugung von Heißgasen	
	für die direkte Trocknung1	
	Metall-Emissionen von Feuerungsanlagen	
Tabelle 3.39:	Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen und Staubemissionen von Papierimprägnierungslinien	116

	Geruchsemissionen von Schornsteinemissionsquellen	117
Tabelle 3.41:	Aufbereitungsschritte und Abscheidewirkungsgrade in Abwasseraufbereitungsanlagen, in denen	
	Prozesswasser aus der Zerfaserung aufbereitet wird	120
Tabelle 3.42:	Beispiel für die Zusammensetzung separat gesammelten Abwassers von der Anlagenreinigung und	
	Abwassers aus der Produktion eines Standorts, an dem MDF-Platten und Spanplatten hergestell	t
	werden.	
Tabelle 3.43:	Überwachungsdaten von zwei Produktionslinien, die mehrere Jahre erfassen	128
Tabelle 4.1:	Informationen für die einzelnen Techniken	135
Tabelle 4.2:	Emissionsdaten von UTWS-Trocknersystemen	143
Tabelle 4.3:	Emissionswerte von Feuerungsanlagen zur Dampferzeugung	146
Tabelle 4.4:	Emissionswerte von einer Feuerungsanlage, die zu 100 % mit Altholz befeuert wird	146
Tabelle 4.5:	Durchschnitt der periodischen Probenahme von Staub, flüchtigen organischen Verbindungen und	
	Formaldehyd in Trockneremissionen nach der Reinigung in einem Nasselektrofilter	153
Tabelle 4.6:	Emissionswerte für TOC und Formaldehyd in Emissionen von OSB-Trocknern nach der Reinigung in	
	einem Nasselektrofilter	
Tabelle 4.7:	Emissionswerte für Staub, TOC/NMVOC und Formaldehyd in Emissionen von Pressenlinien nach der	
	Behandlung in einem Nasselektrofilter	
Tabelle 4.8:	Staubemissionen in Trocknerabgasen, die in Gewebefiltern entstaubt wurden	
Tabelle 4.9:	Durchschnittswerte regelmäßiger Staubmessungen in Trockneremissionen nach der Entstaubung in ein	
T 1 11 4 10	Zyklon	
	Ergebnis der Pilottests von Trockneremissionen, die mit einem EFB-Filter gereinigt wurden	102
Tabelle 4.11:	Durchschnittswerte der periodischen Messungen, einschließlich Mindest- und Höchstwerte der	1 ( 1
T 1 11 4 12	gemessenen Staubwerte in Trockneremissionen nach der Reinigung in einem Nasswäscher	164
Tabelle 4.12:	Formaldehydemissionen und die entsprechenden spezifischen Massenbelastungen von MDF-	1.65
T 1 11 4 12	Fasertrocknern mit Nasswäschern	165
Tabelle 4.13:	Emissionen von Staub, TVOC/CVOCs und Formaldehyd aus Presseabgasen, die mit Nasswäschern	1.65
T 1 11 4 1 4	gereinigt wurden	165
Tabelle 4.14:	Durchschnittliche Werte periodischer Messungen von Staub, organischen Verbindungen und	1.65
T 1 11 4 1 5	Formaldehyd in Trockneremissionen nach ihrer Reinigung in einem Biowäscher	
Tabelle 4.15:	Emissionen der gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) von Papierimprägnierungslin	
	an einer Anlage für die Produktion von Platten auf Holzbasis ohne Minderungstechniken, aber	nıt
	Verwendung von Harzarten mit einem niedrigen Gehalt an freien flüchtigen organischen	
	Verbindungen	174
Tabelle 4.16:	Emissionen organischer Verbindungen aus mit thermischer Oxidation gereinigten Trocknungsöfen für	. <del></del> -
	Papierimprägnierungslinien	
Tabelle 4.17:	Emissionswerte im Zusammenhang mit der Sedimentation/Ölabscheidung	186

#### **ANWENDUNGSBEREICH**

Im vorliegenden BVT-Merkblatt werden bestimmte industrielle Tätigkeiten innerhalb des Anwendungsbereichs des Anhangs I der Richtlinie 2010/75/EU behandelt, nämlich:

6.1. Herstellung von folgenden Produkten in Industrieanlagen:
(c) eine oder mehrere der folgenden Arten von Platten auf Holzbasis mit einer Produktionskapazität von über 600 m³ pro Tag: Grobspanplatten (OSB-Platten), Spanplatten oder Faserplatten.

Gegenstand dieses BVT-Merkblatts sind insbesondere die folgenden Prozesse und Tätigkeiten:

- die Herstellung von Platten auf Holzbasis durch Trocken- oder Nassverfahren, einschließlich der Herstellung von:
  - Spanplatten (PB-Platten);
  - Grobspanplatten (OSB-Platten);
  - mitteldichte Faserplatten (MDF-Platten), einschließlich leichter Faserplatten (LDF-Platten) und hochdichter Faserplatten (HDF-Platten), die im Trockenverfahren hergestellt wurden;
  - Im Trockenverfahren hergestellte Faserplatten, einschließlich Hartfaserplatten (RB) und Flexboardplatten (FB);
  - Im Nassverfahren hergestellte Faserplatten, einschließlich Weichfaserplatten (SB) und Hartfaserplatten (HB).

Im vorliegenden Dokument werden alle Tätigkeiten behandelt, von der Lagerung der Rohstoffe bis zu den für die Einlagerung bereiten fertigen Rohplatten.

Im vorliegenden Dokument werden außerdem die folgenden Tätigkeiten behandelt, die als mit der in Anhang I, Abschnitt 6.1 Buchstabe c genannten Haupttätigkeit unmittelbar verbunden angesehen werden, auch wenn die unmittelbar verbundene Tätigkeit nicht unbedingt selbst eine der in Anhang I genannten Tätigkeiten ist:

- Feuerungsanlagen vor Ort (einschließlich Motoren) zur Erzeugung von Heißgasen für direkt beheizte Trockner ohne Kapazitätseinschränkung;
- Die Herstellung von mit Leim imprägniertem Papier.

Dieses BVT-Merkblatt gilt nicht für die folgenden Tätigkeiten:

• Feuerungsanlagen vor Ort (einschließlich Motoren), die keine Heißgase für direkt beheizte Trockner erzeugen, einschließlich Anlagen, in denen die Energie nur zur Dampferzeugung, zur indirekten Heizung oder zur Stromerzeugung genutzt wird. Feuerungsanlagen, die nicht prozessintegriert sind und > 50 MW aggregiert, sind Gegenstand des BVT-Merkblatts für Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006]. Feuerungsanlagen, die nicht prozessintegriert sind, sind Gegenstand des BVT-Merkblatts über Abfallverbrennung [26, COM 2006].

Das vorliegende Dokument enthält konkrete Informationen über den Holzwerkstoffsektor, um eine Verdoppelung der Informationen in den BVT-Merkblättern zu vermeiden. Das bedeutet vor allem Folgendes:

- Allgemeingültige Informationen über die Lagerung von Chemikalien und Gefahrstoffen, Kühlanlagen, Energieeffizienz, Überwachung und Wirtschaftlichkeit oder medienübergreifende Effekte gehören zu anderen maßgeblichen BVT-Merkblättern oder GFS-Referenzberichten und können dort gefunden werden. Aufgrund der spezifischen Merkmale des Holzwerkstoffsektors werden einige allgemeine Fragen im vorliegenden Dokument geklärt.
- Allgemeingültige Informationen und konkrete Informationen über bestimmte Prozesse oder Einheiten, die Gegenstand von anderen BVT-Branchenmerkblättern sind, wurden im vorliegenden Dokument nicht behandelt, wie zum Beispiel:

- Die gelegentliche primäre Produktion von Melamin und Formaldehydharz am Standort. Dieses Thema ist Gegenstand des BVT-Merkblatts über die Herstellung von organischen Grundchemikalien (LVOC)
   [5, EC 2003],
- Grundlegende Energieerzeugungstechniken (d. h. Kessel, KWK-Anlagen, Feuerungsanlagen, Verbrennung). Diese Themen sind Gegenstand des BVT-Merkblatts über Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006] bzw. im Fall der Verbrennung des BVT-Merkblatts über Abfallverbrennung [26, COM 2006].

Andere Merkblätter, die für den im vorliegenden Merkblatt behandelten Sektor relevant sind:

Merkblatt	Gegenstand
Überwachung der Emissionen aus IE-Anlagen (ROM)	Überwachung der Luftemissionen und der Emissionen in das Wasser
Großfeuerungsanlagen (LCP)	Verbrennungstechniken
Abfallverbrennung (WI)	Abfallverbrennung
Energieeffizienz (ENE)	Energieeffizienz
Abfallbehandlung (WT)	Abfallbehandlung
Emissionen aus der Lagerung (EFS)	Lagerung und Umschlag von Material
Ökonomische und medienübergreifende Effekte (ECM)	Wirtschaftliche und medienübergreifende Auswirkungen von Verfahren
Herstellung von organischen Grundchemikalien (LVOC)	Produktion von Melamin, Harnstoff-Formaldehydharzen und Methylendiphenyldiisocyanat

Der Anwendungsbereich des BVT-Merkblatts umfasst keine Angelegenheiten, die folgende Themen betreffen:

- den Transport von Rohstoffen oder fertigen Produkten außerhalb des Standorts;
- die Qualitätssicherung der Produkte;
- die Vermarktung und den Vertrieb der Produkte;

Der Anwendungsbereich des vorliegenden Dokuments umfasst keine Angelegenheiten, die lediglich die Sicherheit am Arbeitsplatz oder die Sicherheit von Produkten betreffen, weil diese Angelegenheiten nicht Gegenstand der Richtlinie sind. Sie werden lediglich angesprochen, wenn sie Angelegenheiten im Anwendungsbereich der Richtlinie betreffen.

#### 1 GENERAL INFORMATION

## 1.1 Products covered by this document

The wood-based panel products described in this document all relate to Section 6.1(c) of Annex I to the Industrial Emissions Directive (IED). The production capacity threshold in the definition given therein is 600 m<sup>3</sup>/day of wood-based panels. The installations which are considered in this document have an aggregated capacity of individual production lines exceeding this threshold.

#### 1.1.1 Main products and their manufacture

#### Particleboard (PB)

Particleboard, also called chipboard, constitutes dried wood chips which are glued together with a resin which cures under the influence of high pressure and heat. Wood chips are derived from wood raw materials, such as roundwood, sawdust, shavings, flakes, and wood recovered from various sources. Other lignocellulos material, e.g. from flax shaves, hemp shaves and bagasse fragments, can also be used, but this is not yet an important raw material. The wood chips are dried in heated rotating dryers. Resins and other additives are mixed with the dried wood chips and a mat of the resinated chips is formed and cured in a hot press applying high pressure. The mat is usually formed of at least three layers, with finer outer layers and a coarser core.

Particleboards are produced in various thicknesses from 3 mm to > 40 mm and in various densities, see Table 1.1. Examples of particleboard are shown in Figure 1.1.



Figure 1.1: Particleboard (PB)

#### Oriented strand board (OSB)

Oriented strand board constitutes dried wood strands which are glued together with a resin which cures under the influence of high pressure and heat. An example of the product is shown in Figure 1.2. The manufacturing process is similar to that of particleboard. The strands are layered, or oriented, in at least three perpendicular layers during the forming of the mat. Wood flakes are derived exclusively from roundwood.

Oriented strand board is produced in a smaller range of densities than particleboard and in thicknesses from 6 mm to 40 mm, see Table 1.1.



Figure 1.2: Oriented strand board (OSB)

#### Fibreboard (HDF, MDF, LDF)

MDF (medium density fibreboard) is the common name for fibreboards. Unless otherwise stated, the term MDF also covers LDF (low density fibreboard) and HDF (high density fibreboard).

This fibreboard is produced from dry wood fibres. The fibres are glued together with a resin which cures under the influence of high pressure and heat. The standard panel is a one-layer structure. Wood fibres are mainly derived from roundwood, which is chipped or flaked and refined in a thermo-mechanical pulping process. The refined wet fibres are dosed with resin and additives and dried in tube dryers. The forming of the mat and the pressing process are essentially identical to in the production of particleboard and oriented strand board. Three examples are shown in Figure 1.3.

Fibreboards are produced in various thicknesses from 4 mm to 60 mm and in various densities, see Table 1.1.



Figure 1.3: Fibreboard (MDF)

#### Rigidboard and flexboard

Rigidboard is produced from refined and dried wood fibres derived from wood chips. Wood fibre preparation by refining is comparable to that of other fibreboards, including MDF. The resin is applied after drying and the mat is formed in similar processes to in MDF lines. The panel is pressed in a pre-press and cured in the main press. Curing takes place by adding enough steam through the mat to slightly heat it up. The press is not a high-pressure and heated press, as for the aforementioned other panels produced in a dry process. The slight rise in temperature and the small amount of water present cure the resin. The resin used is exclusively pMDI (polymeric methylene diphenyl diisocyanate).

Rigidboard is produced in various thicknesses from 18 mm to 240 mm and in densities from 100 kg/m³ to 220 kg/m³. Rigidboard is mainly used for insulation purposes and the raw boards are passed through a profiler line in order to produce products with a tongue-and-groove finish.

Flexboard is a novel insulation product recently introduced on the market. Flexboard is a bendable board with a low density (50 kg/m³). Alternative fibres or materials from non-wood species and bi-component fibres (often PP/PE) can be used to enhance the flexibility and strength of the panel. Flexboard is produced from dried fibres mixed with the alternative fibres and either formed and pressed in a similar process to in rigidboard production or alternatively the mat is formed by an aerodynamic fleece-folding machine similar to equipment used in the manufacture of non-woven textiles. The mat is cured in an oven heated by recirculating air, e.g. from a gas burner. The bi-component fibres act as a bonding agent. The panel is produced in thicknesses from 100 mm to 240 mm. Figure 1.4 shows examples of the two products.



Figure 1.4: Flexboard and rigidboards with a tongue-and-groove finish

For the production processes of particleboard, OSB, MDF, rigidboard and flexboard described above, which are all produced by the dry process, a thermosetting resin or heat-curing resin is used. The most commonly used resin systems include urea-formaldehyde, phenol-formaldehyde and melamine-formaldehyde. pMDI is currently only applied as a main resin in OSB production and for the production of rigidboard and flexboard.

#### Softboard (SB)

This fibreboard is produced by a wet process very similar to papermaking. The wet wood fibres are obtained by refining green wood chips. Water is added to the wet wood fibres to obtain the pulp. The pulp is pumped out on a sieve to form the mat, which is dewatered by a calender press to a dry content of around 40 %. The board is subsequently dried through a multiple daylight belt or roller dryer and cooled on racks or a starboard cooler. Paraffin and latex are used as additives, but the addition of resins is not necessary as the lignin acts as the glue. Two examples of the panel are shown in Figure 1.5.

Softboard is produced in various thicknesses from 4 mm to 32 mm and densities from 140 kg/m<sup>3</sup> to 300 kg/m<sup>3</sup>, see Table 1.1.



Figure 1.5: Layered softboard (SB), and thin green softboard for underfloor insulation

#### Hardboard (HB)

This fibreboard is produced from wood fibres by a wet process similar to softboard production. After dewatering the mat formed from the wet fibre pulp, the panel is cured by applying high pressure and elevated temperatures in a multi-opening press. The appearance of the board comes from applying a high pressure, which gives the characteristic sieve pattern of the Fourdrinier sieve on the back and a smooth glossy top. Figure 1.6 shows an example of hardboard. Hardboard is produced in several value-added varieties, e.g. tempered hardboard. Hardboard was the first panel variety to be produced on an industrial scale. It was invented in the early 1930s and patented under the name Masonite.

Hardboard is produced in a small range of thicknesses up to 5.5 mm, see Table 1.1.



Figure 1.6: Hardboard (HB)

#### Particleboard pallets and pallet blocks

Particleboard pallets are produced from wood particles in a process almost identical to that of particleboard. The raw material is often recycled solid wood pallets. The mat forming and press step differs, since each pallet needs to be formed and pressed individually in a single-opening press. The pallet blocks have a thickness that requires additional heat transfer, which is obtained, for example, by steam injection in special presses. The resins used are similar to those applied in particleboard production. Figure 1.7 shows examples of pallet-related products.



Figure 1.7: Particleboard pallet and pallet blocks

Table 1.1 summarises the panel products mentioned, their range of densities and whether they are produced in a dry process or a wet process. The majority of panel types are produced using a dry process.

Table 1.1: Densities and process types for different wood-based panel products

Panel	Panel Production process	
Particleboard (PB)	Dry	$500 - 800^{(1)}$
Oriented strand board (OSB)	Dry	580 - 680
High density fibreboard (HDF)	Dry	> 800
Medium density fibreboard (MDF)	Dry	700 - 800
Low density fibreboard (LDF)	Dry	< 650
Hardboard (HB)	Wet	900 - 1100
Mediumboard (MB)	Wet	400 - 900
Softboard (SB)	Wet	140 - 400
Rigidboard	Dry	100 - 240
Flexboard	Dry	50
Pallets and pallet blocks	Dry	-
(1) The particleboard variety flaxboard is produce: [30, EPF 2011], [34, WPIF 2002]	aced in densities of 350–600 kg/m <sup>3</sup> .	

Also, the European market includes producers manufacturing speciality products with distinct production techniques, such as thin particleboards, extruded boards, honeycomb boards and moulded products from wood chips. The production techniques for these special boards and moulded parts, like door skins and moulded pallets, are comparable with the standard particleboard or MDF production processes and the emissions are of a comparable composition during production. A few installations have provided emissions data on extruded panels and the information is included in the following chapters.

## 1.2 Production processes addressed by this document

The main manufacturing processes are the drying of wood and the pressing of dried wood particles or fibres into panels.

In addition to the core manufacturing processes, this document also covers upstream activities from the storage of wood raw material in the log yard and downstream activities up to the storage of finished raw or value-added panels.

The manufacturing steps included in the production processes covered by this document are shown below. For convenience, production is divided into four main parts.

- I. Storage of wood raw materials and preparation of wood particles:
  - receipt and storage of wood raw material, including roundwood, virgin wood material, and waste wood/recycled wood, and others;
  - on-site transport of wood material in general;
  - debarking of roundwood;
  - cleaning of wood waste/recycled wood raw materials prior to chipping;
  - flaking and chipping of wood to flakes, strands or wood particles;
  - storage of prepared wood particles/flakes/fibres before and after drying.
- II. Drying of wood particles and fibres, including refining of fibres:
  - cooking and refining of chips to fibres (covering wet and dry processes);
  - drying of wood particles, strands and fibres.
- III. Mat forming and pressing:
  - addition of resin and additives, blending;
  - mat forming;
  - pressing;
  - cutting to size;
  - wet process fibreboard mat forming and drying of panels.
- IV. Cooling and finishing:
  - cooling;
  - sanding;
  - cutting to smaller formats;
  - lamination and other value-adding, if applicable;
  - storage of finished panels.

The related abatement systems for emissions to air (often referred to as air abatement systems) and dedicated waste water treatment plants treating process water from the WBP installation are also included.

This document also covers directly associated activities which have an effect on emissions and which are not directly covered in other BREF documents. The activities covered include:

- process-integrated units producing hot gases for directly heated drying by combustion/co-incineration/incineration, as applicable;
- paper impregnation.

During the information exchange in the drafting of this document, information was also collected to determine if potential concerns could arise from directly associated activities such as the lamination of raw board with resinimpregnated paper. The rationale and the collected information are included in Chapter 2 as background information on the sector

.

## 1.3 Environmental issues covered by this document

The wood-based panels sector covers the production of a range of products and, while the production flow differs from product to product, there are some common features in terms of the key environmental issues.

In Chapter 3 the potential environmental issues identified in Chapter 2 related to each process are illustrated through the data collected and other information received. Not all issues are present at every installation and not all issues are equally relevant in terms of potential environmental impact. Below, the key environmental issues identified for the sector are mentioned.

The available primary and secondary techniques for the abatement of these identified key environmental issues are described in Chapter 4.

Emissions of dust, organic compounds and formaldehyde are the main components that are covered in this document.

#### **Dust**

Fine particulate matter emissions contribute to dust emissions from wood-based panel production, where particles below 3  $\mu$ m can constitute up to 50 % of the total dust measured.

In addition, the dust is a contributing factor to the formation of blue haze and odour. Blue haze and odour is an issue which is related to the local area immediately surrounding the site, but the contribution of TOC to the deposition of fine particulate matter is also relevant in terms of environmental impact. The measures to lower emissions of particles below  $10~\mu m$  (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> and PM<sub>1</sub>), due to their potential for causing health and environmental problems, is high on the environmental policy agenda.

Current emission levels and the characterisation of dust are described in Section 3.2.

#### **TVOC**

TVOC emissions from wood-based panel production contribute to the emission of fine particulate matter and the creation of blue haze and odour. The purpose of preventing or reducing the emission of TVOC is to limit blue haze and odour, and to lower the fraction of very fine dust derived from condensable organics and other sources. Volatile organic compounds are considered, according to the UNECE definition, as any organic compound which is emitted from non-natural processes and has a photochemical ozone creation potential (POCP), which means any organic compound released to the atmosphere from an industrial plant or process, excluding methane.

The main constituents of the volatile organic fraction in wood are generally not considered in the literature as possessing toxic properties. An exception is formaldehyde. The environmental impact of formaldehyde is described below.

The composition of the TOC fraction in dryer emissions and emission levels are described in Section 3.2.

#### **Formaldehyde**

Formaldehyde emissions from wood-based panel production contribute to a minor part of the volatile organics. The formaldehyde content is around 5 % compared to that of TOC. Formaldehyde is not condensable and the contribution of formaldehyde to the creation of blue haze and odour is not considered a major issue.

Emissions of formaldehyde are abated because of its properties as a potential precursor for causing ozone depletion in the lower ozone layer. Formaldehyde is marked as an irritant for eyes and the respiratory system and as a possible human carcinogen. The formaldehyde levels in ambient air are relevant, in terms of the toxicological aspects, regarding workplace health and safety and for the end use of the panel in indoor applications [51, CLP ECHA 2013], [50, Program 2011]. Emissions of formaldehyde from industrial processes are regulated in the majority of Member States.

The formaldehyde emission from the finished panel is an important issue in terms of indoor use of the panel products and hence the final products are classified according to strict emission limits. However, the final product's formaldehyde content and formaldehyde emission are not considered in this document.

The current emission levels of formaldehyde are discussed further in Section 3.2.

Other key environmental issues divided by production process are given below.

#### Particleboard, OSB and MDF production

i. Emissions of total particulate matter/dust from dryers, consisting of wood dust and condensable organic compounds and emissions of non-condensable natural VOCs, including formaldehyde. The humid dust emission with aerosols gives rise to blue haze and odour, if not treated. The particulate matter/dust is composed of wood dust measuring between 2  $\mu$ m and 100  $\mu$ m and aerosols of condensable organics of 0.1–3  $\mu$ m.

The composition of air emissions from dryers depends on the natural content of VOCs in the wood raw material and the drying conditions.

For MDF, the resin is generally applied before drying and the composition of organic compounds and the formaldehyde content in the emissions differ from PB and OSB for example.

- ii. Emissions from presses applying high temperature and pressure include volatile organic compounds, including formaldehyde and a low content of wood dust. The volatile organic compounds are partly derived from the wood, while formaldehyde emissions are related to the use of formaldehyde-containing resins. The press emission is humid, sticky, odorous and, depending on the resin type used, prone to ignition when collected and channelled.
- iii. Emissions of  $NO_X$  from directly heated dryers. The  $NO_X$  is mainly created during the combustion of fuel in the combustion plant generating hot gases for drying.

#### MDF and all other fibreboard production processes

- iv. Process water with a high concentration of COD and TSS.
- v. Water consumption.

#### All WBP production sites

- vi. Consumption of energy.
- vii. Surface run-off water from outdoor areas.
- viii. Emissions from combustion plants.
- ix. Noise.

[2, VITO, BIO and IEEP 2007], [27, WBP TWG subgroup 2012], [8, TWG WBP 2012], [67, VITO 2011], [86, DEFRA 2010], [85, EPA 2010], [68, VDI 2013], [58, UBA Austria 2013] [83, Barbu et al. 2014].

#### 1.4 Structure of the sector

The wood-based panels sector is characterised as a part of the wood processing industry, as a consumer of wood as a primary raw material and of leftovers from other sectors in the woodworking industry, such as the residues from sawmills and from furniture manufacture.

The wood-based panels sector sells its goods, mainly for furniture manufacture and for construction and the building industry, through wholesale and to a lesser extent retail, see Table 1.2. The customer range and the magnitude of exports vary widely between companies although, generally, individual sites tend to serve their home or local market first.

Particleboard in particular is often given added value at the production site before being dispatched. Value-added products include raw board laminated with melamine paper, decorative foil or veneer, etc. MDF grades used for producing flooring products, panels for construction or insulation purposes are often cut with a tongue-and-groove finish before being dispatched.

Table 1.2: Panel products of wood-based panel installations in the EU-27 and buyers of panel products in 2010

	Products dispatched		Destination		
	Raw board	Laminated	Furniture	Building/construction	Others (%)
	(%)	(%)	industry (%)	industry (%)	Others (70)
PB	52	48	70	22 <sup>(1)</sup>	8
OSB	100	0	0	82(2)	18(3)
MDF	40	60	45	35 <sup>(4)</sup>	20
SB	100	0	0	100	
HB	90	10 <sup>(5)</sup>	28	25	47 <sup>(6)</sup>
Flexboard	100	0	0	100	
Rigidboard	100	0	0	100	

<sup>(1)</sup> Doors and flooring.

Source: [31, EPF 2011]

#### 1.4.1 Market structure

The European market, together with the rest of the global market, experienced a boom up to the recession in 2008. Several factors led to the recession, such as a production overcapacity, price competition on the consumer market, the competition for raw materials, e.g. for the production of wood pellets from virgin wood, and the use of recycled wood and waste wood for energy production, and the global financial crisis. In response, the sector has been forced to restructure and rationalise. Still, the wood-based panels sector has seemingly been hit less hard than other business sectors.

Smaller companies depend more on local customers and tend to survive in the market by offering flexibility in order size and delivery time and by offering specialised products. These smaller companies often do not participate in a regional market. Regional markets are dominated by the larger companies able to deliver large quantities of bulk products in a short time. Price setting is typically dominated by the global market, but with some flexibility for the regional and local markets to diverge.

Access for new entrants into the western European market would likely be determined by their ability to offer a significantly different product in terms of quality and properties. This would most likely involve new raw materials or innovative production of traditional products, but might also be by establishing production and markets in eastern Europe, thus benefitting from low-cost production and access to primary raw materials.

<sup>(2)</sup> Wall and roof sheeting, subflooring and I-joists.

<sup>(3)</sup> Packing (6 %) and speciality purposes.

<sup>(4)</sup> Flooring is a major product.

<sup>(5)</sup> Hardboard is delivered lacquered or tempered for special purposes.

<sup>(6)</sup> Packing (28 %) and speciality purposes.

While Europe is still the major producer of panel products worldwide, as seen in Figure 1.8, the Asian market, and especially China, is on the rise and is expected to play a major role in the next decade.

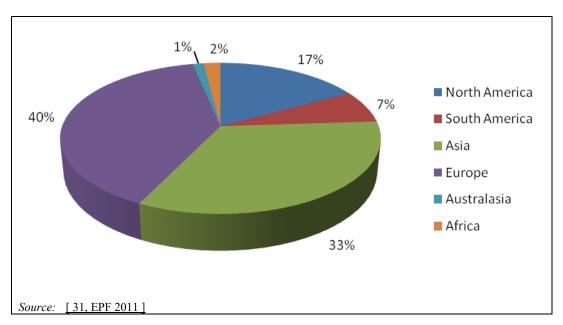


Figure 1.8: Global distribution of PB, OSB and MDF production, 2010

Particleboard is by far the most common product, see Table 1.3. Medium density fibreboard (MDF) was introduced on the market in the mid-1970s and, with the further development of low density fibreboard (LDF) and high density fibreboard (HDF), the range and applicability of fibreboards have helped them take over market shares from solid wood, particleboard and hardboard used in the furniture industry. Softboard production by the wet process may still be further diminished due to the development of insulation boards, like rigidboard, which can replace softboard in some construction applications, e.g. sound insulation. The production capacity shares (EU-27) in 2010 for the main products are shown in Figure 1.9.

Table 1.3: Production figures for wood-based panel products

Product	Yearly production <sup>(1)</sup> (m³/year)	Share of total volume of wood-based panel products (%)	
Particleboard	30 820 000	60.3	
MDF	11 470 000	22.4	
OSB	3 600 000	7.0	
Soft/Hardboard	2 770 000	5.4	

<sup>(1)</sup> All western and eastern European countries, excluding CIS, 2010.

Source: [EPF 2011], [FEROPA, 2011]

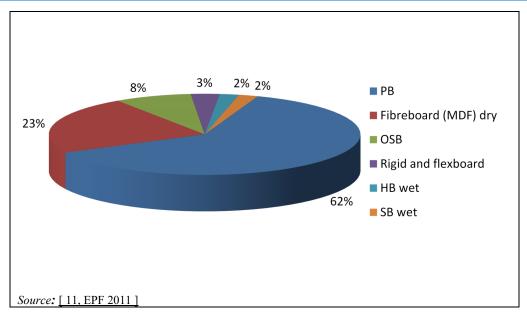


Figure 1.9: Relative production capacity share of wood-based panels in the EU-27

### 1.4.2 Size and number of wood-based panel plants

For this document, data have been collected from installations that have a production capacity of more than 600 m<sup>3</sup> of finished panels/day, as per Annex I to the IED (2010/75/EU).

The nominal capacity of an installation is equal to the equipment production capacity or technical capacity and/or legal capacity given per day or per year.

The total production during a year would most often be lower than the nominal production capacity. A year has been considered as 335 production days, with a total of 30 days of shutdown where cleaning, maintenance and replacement of minor equipment are performed. Installations run continuously all year round, apart from these periods of planned shutdowns. Longer periods of cessation of production due to accidents, major retrofits or reduced market demand for panel products have not been taken into consideration.

Based on the above assumptions, for an installation with a production capacity of 600 m³/day, the yearly production capacity corresponds to 201 000 m³/year.

Figure 1.10 shows the distribution of plants producing the products indicated and which were in operation in 2009. The distribution is based on the nominal production capacity. It should be noted that an installation can represent more than one plant if the installation produces more than one main product.

In Figure 1.10, plants with a production capacity below 200 000 m<sup>3</sup>/year are indicated. The figures for 2009 show a total of 40 particleboard producers below 200 000 m<sup>3</sup>/year. The industry has undergone restructuring during the last years and it is expected that several of the smaller producers no longer operate today (2015).

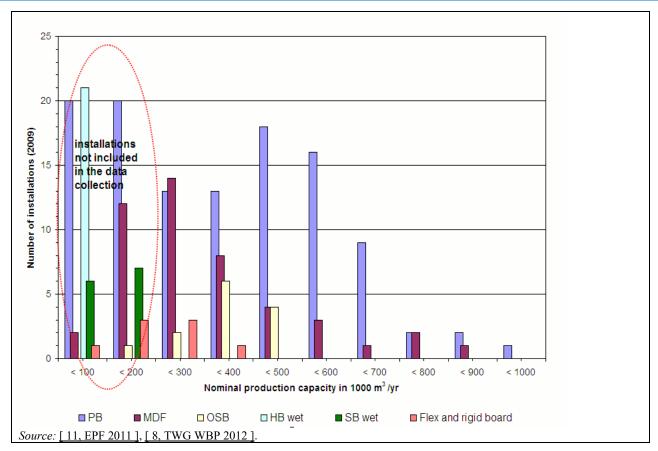


Figure 1.10: Nominal production capacities for the panel products covered in this document, including all plants in the EU-27

The distribution of wood-based panel installations is spread unevenly across the EU-27, with the largest capacity and number of installations found in Germany, Italy, Spain and France.

#### Main panel products

MDF and OSB plants have a fairly even average nominal capacity of 320 000 m<sup>3</sup>/year for MDF and 380 000 m<sup>3</sup>/year for OSB, see Figure 1.10.

The particleboard sector is more uneven, mostly as a consequence of the production lines in most Member States being older than the more recently introduced MDF and OSB plants. New installations tend to be bigger than older ones, and the average capacity of particleboard installations which exceed 200 000 m³/year is 470 000 m³/year, and much higher than for other panel products, see Figure 1.10. Particleboard installations which have a nominal capacity below 200 000 m³/year represented only 9 % of the total nominal production capacity in 2009, but 35 % of the total number of installations. The smaller production installations can be found throughout Europe, but for larger productions ones, the majority are found in Italy, France, Germany and Spain [11, EPF 2011], [10, Popescu 2008].

#### Niche panel products

Fibreboard-based special products including softboard, hardboard, and mediumboard are all produced in a wet process. Hardboard is the oldest panel product, with industrial production in Europe starting as early as the beginning of the 1950s.

Rigidboard and flexboard constitute a niche within the industry and have only been produced in the EU-27 since around 2005, and are produced in a dry process.

The nominal production capacities within this product group are much lower than for the main panel products, see Figure 1.11. The threshold of 600 m³/day in Annex I to the IED is especially challenging for softboard, rigidboard and flexboard, since the densities of these products do not lie within the range of the main panel products, see Table 1.1. Production capacities for these products are commonly, in the sector, expressed in tonnes instead of m³.

Particleboard pallets are produced at around five installations and are still a small niche product on the market. Pallet blocks are produced at more than 20 sites throughout Europe. While several production steps are identical, the products are not panels.

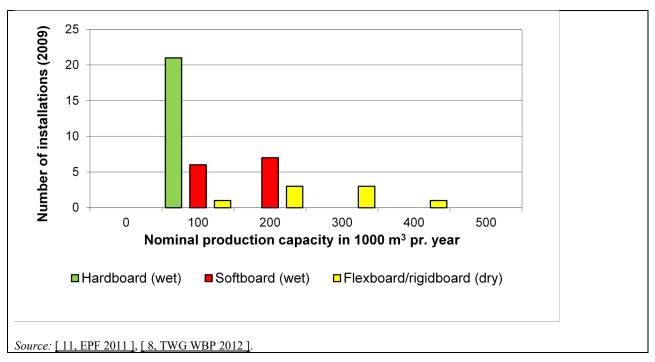


Figure 1.11: Number and nominal capacities of installations producing hardboard and softboard by the wet process and flexboard/rigidboard by the dry process

#### 1.4.3 Raw material costs for panel manufacture

Raw materials used in panel manufacture comprise principally wood inputs and a thermosetting resin mix. The average percentage cost shares for the three main raw panel products, PB, OSB and fibreboard, are shown in Table 1.4 together with the relative cost share of energy consumption necessary for the core production of the panels.

The figures indicate that the resins (including additives) play a determining role in the cost of the finished panel. The distribution is based on information from 2009.

Table 1.4: Breakdown of direct material costs in 2009 for PB, OSB and MDF raw panels

Material	Percentage cost share	Percentage of finished product		
Wood	31 %	90 %		
Resin	43 %	10 %		
Energy	26 %	-		
Source: [43, EU economics 2010], [31, EPF 2011]				

Wood raw materials have, since 2009, experienced a rise in costs, due to the competition from pellet producers and biomass energy production. The accessibility and competition for raw materials depend on the local market and vary throughout Europe. It is estimated that the cost share for wood raw material could be considerably higher in the future. Resins have also experienced a rise in price, which is connected to the fact that resin production is based on by-products from the oil refining industry and will follow the general prices on the oil market. The cost evolution from 2007 to 2010 of expenses for production input materials is shown in Table 1.5.

Table 1.5: Increase of production input costs in the wood-based panel sector from 2007 to 2010

Material	Cost increase (%) 2007 – 2010		
Wood	8		
Roundwood	6		
Post-consumer wood	8		
Resins	15		
Energy	10		
Transport	5		
Source: [11, EPF 2011]			

#### 1.4.4 Environmental cost for panel manufacture

While the overall investment for a new medium-sized plant on a greenfield site is over EUR 150 million, around 20 % of the cost is related to emission reduction equipment. The operating and maintenance costs of the emission reduction equipment can be more than EUR 3 million per year.

Emission reduction schemes also play a role in the sector as all sites operate combustion plants [81, AEA 2009].

#### 1.4.5 Technical characteristics of wood-based panel installations

The layout of different wood-based panel installations contains the same main features, but has very different footprints according to the age, directly associated activities, and the extent of retrofitting. While new production lines can be accommodated at a greenfield site to obtain optimum conditions for a logical production flow, this can sometimes be a difficult task at an existing site.

Key areas include the dryer and combustion units, followed by the press complex, which contains the mat forming station, press line and cooling station. For directly heated dryers especially, combustion units are conveniently placed close to the dryers. The cooking and refining of fibres for fibreboard production is closely linked to the fibre dryer and is directly connected to the dryer.

The press has an operating lifetime of at least 30 years. In the past 20 years, older plants have installed continuous presses instead of multi-opening presses (daylight presses), and continuous presses are, at the time of writing the norm in most plants. Presses are often retrofitted, e.g. to increase production capacities by adding more length to a continuous press or installing better suction systems in the mat forming, trimming or press section.

Dryers have a rather long lifetime, but the energy efficiency and quality of the dried product can be improved through various choices of retrofits, such as improved dryer configuration, choice of energy source, management of waste gases and by taking advantage of the heat energy in waste gases.

For all equipment, continuous cleaning, maintenance and repairs are necessary and are performed on a regular basis.

Few installations produce raw panels alone. In all installations, the raw board is cut to size, according to the dimensions determined by the market and the actual order placed. Several larger producers operating multiple production sites offer a wide range of value-added products, e.g. flooring, door skins, worktops, kitchen furniture and self-assembly furniture.

## 1.4.6 Location trends for wood-based panel sites

The location of a production site can be influenced by a tendency to agglomerate in regions with sawmills or with direct access to virgin wood. Some companies own forests and harvest their own raw material. This was common before 1990, but is less prevalent at the time of writing. The transport possibilities for raw materials play an important role, since the daily turnover of received wood raw material is over 350 tonnes. Easy access to the main road network or to waterways is therefore an advantage. Potential noise, dust and odour nuisances are additional elements to consider when planning the location and layout of a production site.

#### 1.4.7 Challenges and trends for the wood-based panel sector

Several factors influence the quality and price of panel products, which challenges the industry in the search for new raw materials and new production patterns.

#### Wood raw material

The wood-based panel sector is influenced by the availability of wood raw materials. In competition for raw materials, both fresh virgin wood and recycled wood are increasingly used for producing fuels for biomass-fired combustion plants. Pellet producers use either virgin wood or production residues from the furniture industry and have become an increasingly fierce competitor on the raw material market. Post-consumer waste wood or recovered wood is also increasingly used as biomass-based fuel. There is a tendency for the more uniform and clean fractions of recovered wood to be directed to energy production, while recovered wood of a lower quality and hence the cheaper fractions are economically available for particleboard producers.

The European Panel Federation has published a charter for the use of waste wood in particleboard production, which prescribes a voluntary standard for the quality and handling of wood waste for its members.

For the sector, it has been important to give out a clear message that it supports sustainable production, in terms of using recovered wood as a raw material and as a fuel. Virgin wood used as a raw material is increasingly being harvested from certified forests, where harvest and growth are sustainable. For the latter, certification schemes such as the Forest Stewardship Council certification (FSC) and the Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) are widely applied.

#### Resins and formaldehyde in the final product

The majority of resins used are based on urea-formaldehyde. The raw panels adhere to EN standards, which not only prescribe the physical characteristics of the panel such as bending strength, stability, load bearings and swelling properties, but also classification according to the amount of free formaldehyde in the finished board. For indoor and furniture applications, a lower formaldehyde content is required, if classified under the E1 emission class.

Formaldehyde emission classes in finished panels, defined in Annex B of EN 13986 are as follows:

- Class E1:  $\leq 8 \text{mg}/100 \text{g}$  dry board or  $< 0.124 \text{ mg/m}^3$  according to EN 717-1;
- Class E2: > 8 to < 30 mg/100 g dry board or  $> 0.124 < 0.3 \text{ mg/m}^3$  according to EN 717-1.

Besides EN product standards, the production of panels is increasingly influenced by product emission quality standards applied outside Europe, most importantly CARB standards, originating from Californian legislation [ 95, ATCM 2007 ] The emission limit values in panels used for furniture applications are at levels much lower than the corresponding lowest emitting standard in the EN standards.

Formaldehyde emission classes defined by ATCM 93120 are as follows:

- CARB phase 2 standard for MDF: 0.11 ppm;
- CARB phase 2 standard for Particleboard: 0.09 ppm.

In order to be able to act on a global scale, several producers in the EU-27 are producing low-formaldehyde-emitting panels for interior applications adhering to CARB standards. This can be achieved by using a non-formaldehyde-based resin. The amount of free formaldehyde in the final panel could be limited by using a resin where the formaldehyde versus urea proportion is balanced with an excess of urea, typically by adding urea, more hardening agent and adjusting the press time and temperature.

Research is focused on identifying alternatives to the formaldehyde-based resin, and one resin group especially used in OSB, flexboard and rigidboard production is isocyanate resins, primarily pMDI. The potential of the resin is strongly limited by the global production, which is not sufficient to cover the demand from the wood-based panels sector. In order to use pMDI, major changes in the set-up and operation of wood-resin blending, mat forming and presses will be needed.

Despite the obstacle of using a formaldehyde-based resin, an alternative is not foreseen in the near future. In the longer term, other factors could force the development of alternatives, mainly due to limitations in the supply of petrochemicals, which are the raw material for resin production.

The range of final products should adhere to the requirements in EN standards, EU Ecolabel criteria and national ecolabel criteria, which this document does not take further into account, although it is clear that developments in new production methods with new raw materials are influenced by demands set in certification schemes.

The following standards are examples specifying the physical properties of wood-based panels applicable for different classes of wood-based panel products; defining panels according to use in interior, exterior, humid and load-bearing applications:

- EN 309 Particleboards Definition and classification;
- EN 312 Particleboards defining P1-P7 types for particleboard;
- EN 300 OSB defining OSB/1-OSB/4 types for OSB;
- EN 316 Wood fibre boards Definition, classification and symbols;
- EN 622-3 defines three classes of low density mediumboard and seven classes of high density mediumboard derived from wet processes;
- EN 622-2 concerns the specifications and requirements for hardboard in six technical classes;
- EN 622-4 concerns the specifications and requirements for softboards, of which there are five technical classes;
- EN 662-5 concerns the specifications of and requirements for six technical classes of MDF dry process fibreboards;
- EN 14755 determines the qualities of extruded particleboards;
- EN 15197 determines four technical classes of flaxboard (particleboard using flax as a raw material).

Product quality and product standardisation are not discussed further in this document.

## 2 APPLIED PROCESSES AND TECHNIQUES

All the main process steps, from the storage of raw material to the storage of finished product, take place at the wood-based panel installation. More than 50 % of the raw boards are further processed, to give them added value, at the installation prior to dispatch.

The production of wood-based panels is a continuous process, where the core processes, drying and pressing, are especially interlinked. The production depends on the functionality of all the intermediary steps. While the preparation of wood particles can run with an overproduction and intermediary storage of prepared chips before the drying step, there are generally only a few hours of storage capacity for dried wood particles, to keep the mat forming station and panel press running continuously.

For convenience, the production process is divided into the following main steps:

- I. The storage of wood raw materials and the preparation of wood particles.
- II. Drying of wood particles and fibres, including refining of fibres.
- III. Mat forming and pressing.
- IV. Cooling and finishing.

Figure 2.1 shows a schematic production flow for the different products covered in this document, and also the main common processes.

In the first four sections of this chapter, the main process steps are described. If necessary, they are linked to the relevant products, if there are significant changes in the production process which could especially affect the related environmental issues.

The range of possible environmental impacts is mentioned for each process along with the measures currently applied to prevent or reduce these impacts.

It is important to recognise that not all the possible environmental issues mentioned in this chapter will arise at all sites with the same impact, since they will depend on the applied production methods, consumption patterns, raw material selection, local conditions, the age of the installation and the measures applied to prevent or reduce the emissions. In Chapter 3, related data for the environmental issues currently monitored in the EU are presented.

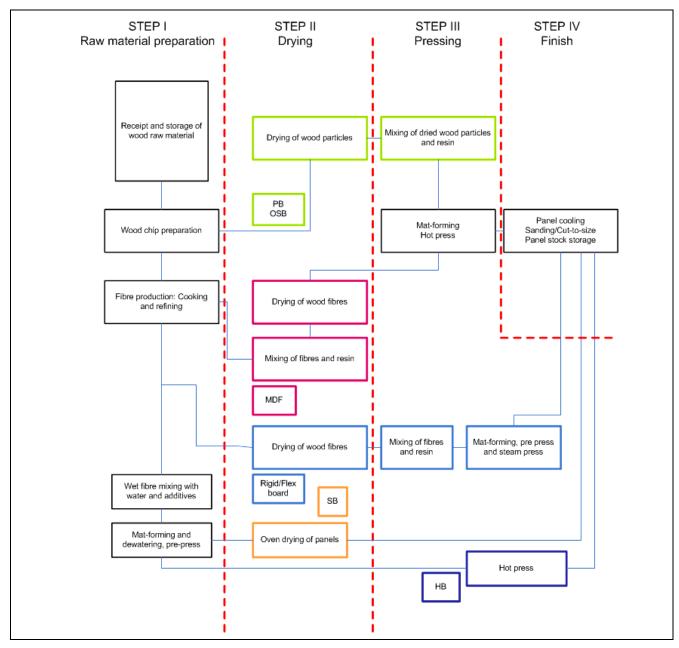


Figure 2.1: Production flow for particleboard (PB), oriented strand board (OSB), dry process fibreboard (MDF), rigid and flexboard, softboard (SB) and hardboard (HB)

# 2.1 The storage of wood raw materials and the preparation of wood particles

# 2.1.1 Origin of raw materials

The wood raw material comes from a large variety of sources depending on price, local supply and the product, see Table 2.1.

Table 2.1: Origin of raw materials and related products

	PB	OSB	MDF	Flex/ Rigidboard	SB/HB
Roundwood	X	X	X	X	X
Green wood forest residues	X				
Sawdust	X				
Externally delivered production residues	X				
Externally collected recyclable wood/waste wood	X				
Non-wood plant material	X			X	X
Source: [ 8, TWG WBP 2012 ]	•	•		•	

Particleboard can be produced from the most varied sources, including, besides roundwood, also sawdust, shavings, production rejects from own production or from furniture producers and a variety of different waste wood suppliers. Speciality products such as flaxboard utilise flax shives from the stalk of the flax plant.

For OSB, the raw material is always roundwood, due to the character of the flakes that need to be used to obtain the OSB characteristics.

To obtain fibres of a long, strong and uniform quality, MDF and other fibreboard producers traditionally use roundwood although novel methods of cleaning and sorting waste wood or production residue from other woodworking industries have made it possible to use alternative sources of wood materials in some dedicated production lines.

For flexboard and rigidboard, a range of alternative materials is used on a smaller scale. For flexboard, hemp fibres or coconut fibres can be used as a substitute for part of the wood fibres, to give additional properties to the final product.

## 2.1.2 Receipt and storage of raw wood material

# 2.1.2.1 Log yard operations

The majority of wood-based panel installations prepare wood chips from raw materials and have an open log yard on site for the handling and storage of raw materials. The log yard usually has dedicated areas for the different wood raw materials, which are laid in piles or dykes, see example in Figure 2.2. The log yard may be paved, to prevent soil and grit contaminating the wood materials and to ease the collection of surface run-off water. Roundwood, however, is most often stored in areas where the log yard has not been paved. Waste wood or recycled wood is normally stored in paved areas, with the surface run-off water being collected.

Shredded wood, wood chips, sawdust, shavings and even recovered wood can be delivered on site either to a dedicated spot in the log yard or to semi-enclosed or enclosed areas with moving floors for directly transporting the wood raw materials to the chip preparation area.

Sawdust does not always need further preparation and can be received and transported to wet storage silos directly.

Material stored in the open log yard and which is prone to wind drift is protected by walls, e.g. of roundwood or concrete, or is sprinkled with water as a preventive measure.

After preliminary shredding or chipping, the log yard can also be used as a temporary storage area until the material is directed to drying.

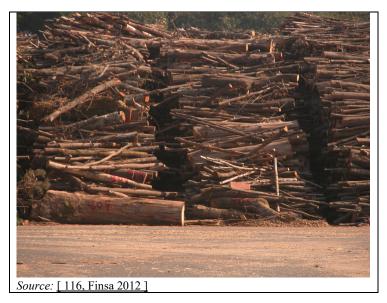


Figure 2.2: Storage of roundwood in a log yard

# 2.1.2.2 Environmental issues related to storage of raw wood material

#### Surface run-off water

Surface run-off water in the log yard is managed at most sites. When areas are paved, rainwater is directed away from the paved area, either by means of drainage systems or via channels on the surface of the pavement. Water which is directed away from the log yard area has to be discharged. However, the quality of the collected water may not allow its discharge to the environment without treatment, as it may include high loads of wood material from the storage of sawdust and especially from recovered wood, as well as plastics and metal pieces. For recovered wood or waste wood, each Member State has separate regulations for the management and storage of non-hazardous waste, which are also applicable for WBP sites receiving and managing wood waste or recovered wood to be used either as a raw material or as a fuel.

Since the quantity of surface run-off water is directly related to rainfall, it may be necessary to store the collected water if the stream or infiltration area cannot handle a very unsteady flow of water and also to protect against peak flows. Retention ponds, basins or lagoons are employed to prohibit a sudden high flow. The basins also act as a sedimentation basin for sand, grit and wood materials. Before entering the retention basin, the surface run-off water can be treated in an oil separator, and coarse material can be collected by sieves and grates. Depending on the quality of the collected and sedimented material, it may be used as a fuel in an on-site biomass-fired combustion unit. Sand beds employed after sedimentation filter the water before final discharge. Reed-planted basins can act as both filtration and sedimentation units. If treated water is to be allowed to infiltrate the soil through an activated bed (such as wood chips), microorganisms can help to clean the water further before infiltration.

Depending on its quality, the collected water can be reused in production or for maintenance cleaning, although this will largely depend on the actual production and the need for water. Cleaning water uses include the washdown of dryers or in the glue kitchen. Reuse in production includes water addition for resin or additive preparation or chip washing and cooking before refining. If there is no possibility of reuse in production, it is discharged to a stream or infiltrated, or, if local conditions dictate further treatment, it is directed to an on-site or off-site waste water treatment plant.

Surface run-off water can have high TSS values. TSS and COD values are interlinked since both are directly related to the wood debris.

Directive 2008/15/EC on environmental quality standards in the field of water policy includes in its Annex I a list of priority substances. None of the listed substances are used directly in the production process. It is however possible for some of the priority substances, e.g. nickel, cadmium and lead, to be present in the collected surface run-off water, due for example to storage of recovered wood. Surveys indicate that there could also be a potential release of cadmium, copper, lead and zinc.

See Section 3.3.1 for current emission levels in surface run-off water discharges.

#### Diffuse dust emissions

Diffuse dust emissions from stored wood raw material in the log yard are common when handling all materials and under the influence of wind drift. Diffuse emissions are higher in dry climates and on windy days. The sprinkling of wood raw materials is not common, since it is not an advantage that the wood raw material is wet. In order to reduce the spread of dust, transport routes, storage areas and vehicles are cleaned regularly on most sites. Cleaning also reduces the amount of dispersed wood material washed away by surface run-off water.

#### **Noise**

Noise arises from the transport and handling of raw wood materials, mainly from lorries arriving at and leaving the site and internal transport by trucks. The unloading and handling of roundwood is a point source of noise and is most pronounced when the roundwood is unloaded for debarking or flaking. Noise can be diminished by unloading in semi-enclosed areas and by limiting the fall height of the roundwood. On sites where the proximity to neighbours could result in a noise nuisance, barriers of soil or other materials often enclose the site borders. This is relevant for diminishing the noise both from log yard operations and also from the site in general. The walls also act as a windshield for finer raw materials. Often it is possible to reduce the noise at night by not receiving raw material from outside, and by limiting the handling to the minimum necessary to keep production running.

## Odour

Odour nuisance from the storage of fresh green wood and roundwood is occasionally registered. It depends on local conditions and the sensitivity of the immediate surroundings. It can be limited by storing less wood raw material or by changing the location of the most odorous material. However, odour nuisance is normally more directly related to the emissions to air from the drying of wood material, see Section 2.2.

# 2.1.3 Cleaning of recovered wood raw materials

Recovered wood contains a variety of non-wood materials that cannot be accepted in the finished panel and hence it must be cleaned prior to entering the production line. Metals are especially damaging to the production equipment, e.g. for the chippers and mills that prepare the wood particles before drying, since metal grit will blunt and destroy the knives. Plastics and metals in the press will cause blisters and burn the surface of the panels during pressing. Dedicated cleaning plants for recovered wood are operated at sites where recovered wood is used as a raw material. Recovered wood is not a uniform product and comes from various suppliers. The most clean recovered wood is mainly wood residue from the furniture industry which can frequently be used directly without further cleaning. Recovered wood from very diverse sources will need cleaning, such as post-consumer wood from public collection systems, and special care should be taken in the cleaning of this material. Cleaning consists of the following main steps in a typical cleaning plant, also shown in Figure 2.3:

- shredding of material;
- mechanical screening, e.g. vibrating, shaking, cascades;
- removal of ferrous metals with detectors and magnets;
- removal of non-ferrous metals with detectors and magnets;
- removal of plastics, paper, etc. by air shifting;
- shifting and sorting of wood particles for further reduction or transfer to wet raw storage.

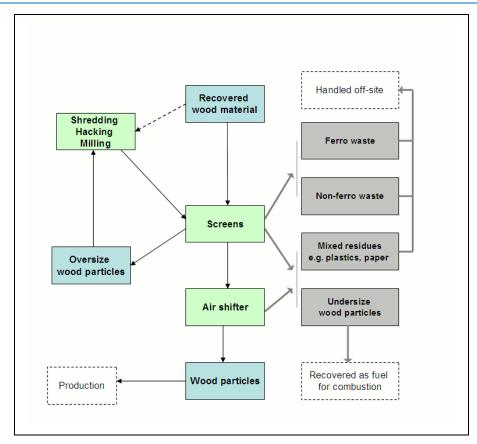


Figure 2.3: Example of standard steps in a cleaning plant for recovered wood

On most sites, the cleaning plant for recovered wood was introduced after recovered wood and especially post-consumer wood became relevant and accessible raw materials and after the panel production plant was established on site. The cleaning plant is often a separate construction on the site and not an integrated part of the building complex of the production line. This is an advantage since the storage location for the recovered wood, noise abatement and transport of collected dust to on-site combustion plants from the cleaning plant can be taken into consideration in the planning of the site layout.

Recovered wood and especially post-consumer wood are controlled prior to cleaning. Recovered wood is potentially contaminated and typical indicator pollutants can be identified. Depending on the source of the recovered wood, sites have control programmes in place [90, EA UK 2007], [73, UBA AT 2010], [64, EPF 2002].

## 2.1.3.1 Environmental issues related to the cleaning of recovered wood materials

#### **Emissions to air**

Recovered wood has a moisture content of around 15–40 %, and is drier than other wood raw materials. When the recovered wood, especially reclaimed wood fractions, is shredded, hacked, chipped, and sorted over mechanical sieves, dust emissions will likely arise. Dust will not only contain wood particles, but also particulate matter, like metals, plastics, paint and laminates.

Dust emissions from the cleaning plant are commonly collected at the various points of operation and treated, e.g. by bag filters.

In order to avoid diffuse dust emissions, the equipment, indoor and outdoor premises, transport routes and storage areas are cleaned regularly.

# Waste handling

During the cleaning and sorting of the wood, the different waste fractions are collected individually in hoppers. All oversize wood fractions are reintroduced for further chipping. Undersized material collected in hoppers and dust collected in bag filters are used as a fuel on site. The sorted fractions of metals and plastics and debris are dispatched off site.

#### Noise

Noise from the processing machines is pronounced and it will normally be necessary to enclose or shield equipment in order to diminish it. The cleaning plant could have a production overcapacity, which would make it possible to halt the operation of the plant in the most sensitive hours during the night.

# 2.1.4 Debarking

Debarking is applied for roundwood if the final product needs a certain quality, and is always performed in OSB production. Bark in fibreboard production is generally unwanted. For lower qualities of MDF panel, a certain amount of bark is acceptable. The debarking operation will also depend on the species of wood, so while pine and fir are often debarked, poplar or beech often do not need debarking. For particleboard production, a specific debarking step is not necessary and therefore not used. During the preparation of the chips for particleboard production by chipping and milling, bark particles are sorted during one of several sorting steps to remove fines and unwanted material.

Debarking can be achieved in rotating drums, where the friction between logs and the abrasive surfaces removes the bark efficiently. Removed bark and waste wood fractions are collected from the drum in hoppers or chutes. A drum debarker can process up to 50 tonnes per hour on a dry basis and is typically connected directly to the flaker or strander for further processing without intermediary storage of the debarked roundwood.

Wet debarking is not known to be used regularly in the sector today (2014), but was formerly more widespread. In wet debarking, roundwood is sprinkled with hot water or steam in the debarking drum. The purpose is to ease the bark off the log and to rinse the log before chipping. During winter, the application of water or steam additionally thaws snow and ice off.

Bark is used as a valuable fuel. Bark derived from the debarking of roundwood is further shredded before it is fed to the burning chamber. If too humid, the bark can be screw-pressed to remove excess liquid. In dedicated large combustion plants, the bark is further dried before it is fed to the furnace. Pre-drying is not known to be regularly used in the sector.

## 2.1.4.1 Environmental issues related to debarking

#### Air emissions

Even though dust is generated during debarking, it is only rarely necessary to abate the emissions. The drums are semi-closed, and dust and coarser material are collected from the drum as the material falls to the bottom.

#### Water

Wet debarking generates waste water that contains high loads of tannins which are difficult to remove from waste waters. Tannins contribute to the COD load and discolour the waste water.

Wet debarking has a high consumption of water and if steam is needed this also adds to higher energy consumption.

#### Noise

Debarking is considered one of the noisier operations and the debarking unit is usually totally enclosed and situated in the log yard, separate from the main production buildings.

#### Waste

The bark resulting from debarking is a residue which can be fully used as a fuel in the on-site combustion plants. The bark is further shredded before use as a fuel. The bark from dry debarking is not subjected to drying before firing. Bark can also be used as soil cover or for other off-site uses.

Sludge also results from wet debarking after a filtration step, and this can also be used as a fuel if sufficiently dewatered before use.

# 2.1.5 Breakdown of wood to produce flakes, strands or wood particles

Wood raw materials are reduced to the required size and shape by chipping equipment, using one or two steps, depending on the size or shape at delivery and the desired end product quality. Figure 2.4 shows the chip preparation process for solid wood, raw chips, shavings and sawdust.

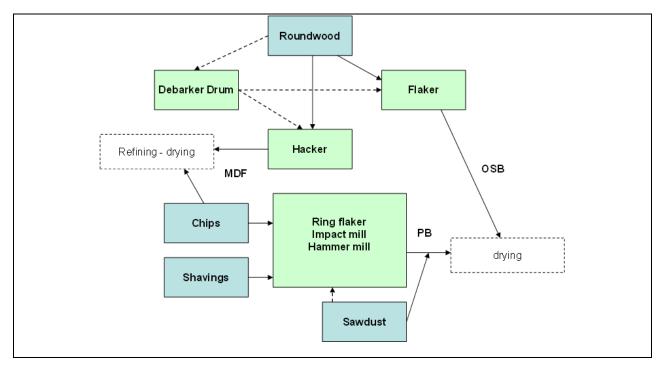


Figure 2.4: Flow sheet for chipping and milling for PB, OSB and MDF

Installations can apply both a primary breakdown and a secondary chipping of the wood material. Equipment used includes hackers, flakers and different types of attrition mills. The electrical energy demand per tonne of dry wood is higher for the primary breakdown of roundwood than for the milling of smaller particles.

For primary breakdown, hackers with drum diameters of up to 2.4 m can be used for roundwoods of random lengths and diameters. Hackers cut the wood with two to five knives, holding back large particles with a breaker screen. They produce long, thick particles of < 10 mm thickness and < 40–80 mm in length, with a wide size distribution. Particle surfaces tend to be rough and fractured since they are produced more by splitting than by cutting. A hacker with a 1000 kW motor can convert logs with a diameter of up to 1 m, producing about 150 tonnes/h of wet chips (70 tonnes/h of dry chips). Chips for the production of fibres are produced mainly from a single primary breakdown with hackers.

Flakes for OSB production are made in a one-step primary flaking operation, directly from debarked roundwood. Current drum flakers and vertical disc flakers use random length logs. Knives are set at an oblique angle to the axis of the drum, to reduce vibration and strain on the drum. A 2 m diameter 500 kW flaker with six knives produces 50 dry tonnes/h. Smaller particles are collected in hoppers and used as fuel, or as raw material if particleboard is produced at the installation.

For secondary breakdown, knife ring flakers are used with ring diameters of up to 2000 mm, including 28 to 92 knives. The inner ring forces the wood particles against the outer ring. They either work with a static outer ring or with a counter-rotating ring, the latter being more appropriate for wet material and allowing higher capacities. Capacities are between 2 tonnes/h and 14 tonnes/h of dry chips. The outer ring consumes about 10–55 kW, and the inner impeller about 100–630 kW. The air circulated by the impeller varies between 4000 m³/h and 18 000 m³/h.

Impact mills are characterised by a solid anvil in the centre of the outer ring, breaking larger particles accumulating at the inner spinning propeller. Impact mills are preferred for the preparation of surface particles for particleboard. They have a diameter of 0.8–1.8 m and are powered by motors of 100–1000 kW, producing 1–7 tonnes/h of dry chips.

Hammer mills are attached to a central shaft, allowing the hammers to swing back if they collide with large particles. Particles are broken by a series of blows. Particle size depends on the holes of the screen installed. Rotor diameters vary from 230 mm to 1800 mm, rotor lengths from 250 mm to 2000 mm, and motor sizes from 160 kW to 500 kW, producing 1–10 tonnes/h of dry chips [8, TWG WBP 2012], [1, Thoemen 2010].

Particleboard production often applies both a primary and secondary step. If recovered wood is used, a primary and even a secondary breakdown are included in the cleaning plant configuration.

The choice of equipment for chip preparation depends on the size, shape and evenness of the particles required for the product being produced at the specific installation. Energy consumption, stable chip production in terms of quality and reliability, and cost of maintenance are the main driving forces when selecting the combination of chipping equipment.

# 2.1.5.1 Environmental issues related to the breakdown of wood to produce flakes, strands or wood particles

#### **Dust emissions**

Raw wood typically has a moisture content of around 20–140 % depending on the source of the wood. Chips and flakes are less humid than roundwood, and roundwood during winter periods holds more moisture than in summer. Hardwood creates more fine dust than softwood. Recovered wood is drier than fresh wood. Dust emissions therefore depend on the actual raw material and can vary widely. Dust emissions from chipping and milling operations are captured by bag filters or cyclones and used as fuel in dust burners and combustion plants.

When roundwood is hacked and flaked in a primary breakdown, there are less dust emissions than when milled and chipped. When the final chips are sorted over mechanical sieves or pneumatically sorted, dust emissions will also arise and need to be captured. The emissions from the chipping operations are commonly collected at the various points of operation and treated, e.g. by bag filters.

In order to avoid spreading diffuse dust emissions, the equipment, indoor and outdoor premises, transport routes and storage areas are cleaned regularly.

### Waste handling

All oversize wood fractions that are collected are reintroduced for further chipping. Undersized material collected in hoppers and dust collected in bag filters are generally used as a fuel on site.

During hacking, flaking or chipping, any waste fractions are sorted from the wood chips and collected in hoppers. The sorted and collected fractions containing metals, plastics and debris are dispatched off site.

#### Noise

Noise from the processing machines is pronounced and it will normally be necessary to enclose or shield equipment in order to diminish it. The flakers which process roundwood to flakes for OSB production are contained entirely indoors, due to the high noise levels of the flaking operation.

## **Energy consumption**

The equipment used for chipping operations and the related abatement equipment for emissions to air have high electrical consumption. Energy consumption is carefully monitored since a rise in energy demand would indicate that knives need changing. Energy savings are achieved by replacing older equipment and applying a formal maintenance programme.

# 2.1.6 Storage of wood particles and flakes before drying

## Wet storage of prepared chips and flakes

Prepared chips for particleboard production are commonly stored in wet silos before drying. Dedicated silos for each type of raw material can be applied and, depending on the panel quality produced, the raw materials are mixed when conveyed to the dryer. In installations using one single source of raw material, there might only be one wet storage silo. In some installations, dryers for particleboards can be dedicated to drying either outer or core layers and a first sorting of the chips takes place before wet storage. For OSB and for fibreboard, only one type of raw material is stored. The filling levels of bunkers and silos are monitored to prevent overfilling.

Since sawdust does not need further milling and chipping, it is stored as received, until it is sorted and mixed with other raw materials before drying. Closed silos and self-contained storage areas (where no excessive dust emissions result) are used for the unloading and storage of sawdust.

Between a primary and secondary chipping, the intermediate raw chips are stored in the log yard if necessary. Otherwise, the process is continuous and there is no intermediary storage of chips before the last milling step and wet product silos.

## 2.1.6.1 Environmental issues related to storage of wood particles

When the storage of wet particles takes place in the log yard before the last milling step, the same issues could arise as for other log yard operations, see Section 2.1.2.2.

#### Air emissions

Dust emissions are not directly related to the storage of the wood material in silos. The dust emissions from the wet silos arise when transport to and from the silos takes place. But as most operations are continuous the wet silo is constantly being loaded and material taken from the silo to the dryer line. The internal transport of wood is described in Section 2.1.7.

#### Noise

Noise arises from abatement equipment such as bag filters and cyclones, and from the transport of wood particles to and from storage. Noise levels can be kept down by the use of standard silencers.

# 2.1.7 Internal transport of wood materials in general

The internal transport of wet and dry wood material is performed with either pneumatic or mechanical systems.

Closed or covered mechanical conveyors are used for transport of both wet and dry particles and flakes. Pneumatic transport is widely applied for both wet and dry particles and flakes and for dry fibres.

Air discharged from pneumatic transport is treated for dust in bag filters, cyclofilters or cyclones.

# 2.2 Drying of wood particles and fibres

The drying of the prepared wood material, in the form of chips, flakes, strands or fibres, is the core element of the dry manufacturing process for panels, in the sense that the wood particles need a prescribed moisture content to obtain the desired level of curing of added resin and the desired properties of the panel in the press. This is achieved by an active drying process that is similar to drying processes in other industrial sectors. The drying process is also the process with the highest energy demand in panel production, and the reason why combustion plants of different configurations can be found on almost all sites.

The choice and configuration of dryers depends on the heat sources available, the available space, the required throughput, the emissions generated and their abatement as well as the overall cost of investment, operation and maintenance.

The drying of fibres for dry process fibreboards takes place under different conditions and with different equipment. Drying of fibres is described separately in Section 2.2.2.

# 2.2.1 Drying of wood particles for particleboard and OSB production

Raw wood particles have a moisture content of between 20 % and 140 % depending on the source and conditions of the wood. Humidity can be as high as 140 % in very fresh wood and during wet periods. Chips, slabs and sawdust are less humid than roundwood. Roundwood and other virgin wood stored and used during winter periods holds more moisture than in summer. Recycled wood is the driest material, but its moisture content can also vary depending on the composition and prior conditions.

The desired moisture content is balanced to match the resin system used. For particleboard, the main resin systems are based on urea-formaldehyde and the desired final moisture content of the wood particles after drying is from 2 % to 3 %. The moisture content should not be too high since high moisture will cause an uneven pressing of the panel. Steam pressure from moisture builds up in the panel and if it is released instantaneously at the outlet of the press, it can cause blistering and delamination of the panel.

The moisture content should not drop too low either during drying, as the drier the material becomes, the more resin is consumed. Drying to a low humidity is also avoided because of the fire risk of hot, dry wood dust in the dryer, in the sorting of particles after the dryer and of collected dust in a bag filter for example. The higher the drying temperature applied and the drier the wood particles, the higher the potential for burnt fines. Any burnt fines cause a rise in the condensable dust emissions and a rise in emissions of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).

A final moisture content of 5 % to 10 % in the dried wood strands is optimal for the formaldehyde-free resin, polymeric methylene diphenyl diisocyanate (pMDI) used in OSB production.

# **Dryer types**

Dryers used in the sector are rotary bundle or drum dryers, which are heated directly by hot gas or indirectly by radiation heat. Other dryer types include directly heated flash dryers or jet dryers, which are mainly added as a pre-dryer before the main rotating dryer. Figure 2.5 shows a rotary dryer.



Figure 2.5: Rotary dryer

An efficient mixing and movement of the particles is necessary in order to dry the material well and to prevent fires. In harsh drying conditions with high temperatures, the edges and smaller particles are prone to smoulder and catch fire. The mixing and movement of the wood particles is achieved by rotation of the dryer and movement of air through the dryer, driven by a fan at the outlet of the dryer.

The most common dryer is a directly heated dryer, where the wood particles are heated directly with a hot gas generated on site in different types of combustion plants or hot gas generators. The temperature of the hot gas when exiting the hot gas generator has a temperature of more than 800 °C and needs to be regulated down to the desired inlet temperature. This is achieved by adding ambient or hot air before the dryer in a mixing chamber.

The hot gas can be mixed with hot recirculated waste gas from the dryer or another hot airstream, e.g. air collected from the press. Depending on the mixing point, the VOC content in recirculated hot waste gas, e.g. from the dryer, could be incinerated by the hot gases. Adding hot air to the hot gas additionally saves energy.

Dryers can be single-pass or triple-pass; in a single-pass dryer, the wood particles travel from the entrance of the dryer to the outlet in one pass. In a triple-pass dryer, the wood particles are dried subsequently in three different chambers of the dryer, each with a temperature lower than the previous one. Single-pass dryers are only applied for directly heated dryers, according to the data collection. Single-pass and triple-pass dryers apply hot gas temperatures from 200 °C to more than 370 °C at the inlet of the dryer.

Other types of rotary dryers are drum dryers and tubular dryers. The temperature applied in a drum dryer can be as high as 500 °C at the inlet of the dryer. In Figure 2.6, a selection of dryer types is shown.

The drying time or residence time varies from 5 to 30 minutes. Short drying residence times are achieved when applying two drying stages, where the first stage is a directly heated flash dryer, and the second stage a traditional rotary dryer. Between the two stages, cyclones can be applied to distribute and feed the second dryer. The temperature in the first dryer stage is higher than in the second dryer stage. In theory, the main dust and VOC emissions arise from the first dryer stage.

The outlet temperature of the waste gas lies between  $100~^{\circ}\text{C}$  and  $130~^{\circ}\text{C}$  for directly heated dryers and between  $80~^{\circ}\text{C}$  and  $120~^{\circ}\text{C}$  for indirectly heated dryers.

Dryers generally have evaporation capacities of up to 40 tonnes of water per hour and dry between 10 and 50 tonnes of wood material on a dry basis per hour. Even larger dryers are available on the market.

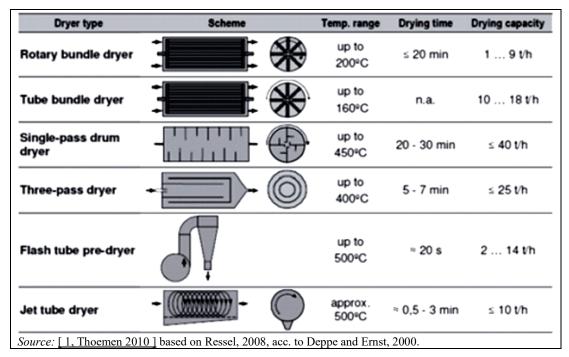


Figure 2.6: Example of chip dryer characteristics (indicative values)

In an indirectly heated dryer, the wood particles are heated by radiation heat, e.g. from steam coils. Steam is generated on site in steam boilers served by on-site combustion plants or gas engines. The recirculation of dryer exhaust air or addition of hot gas is possible in some indirectly heated dryers, which are referred to as combination dryers.

A recently developed direct dryer is a closed loop dryer, where the dryer and combustion plant operate in a slightly different mode to normal. The dryer waste gases are recirculated and thermally treated in a hot mixing chamber before being reused as dryer hot air. The waste gases which are released originate from the combustion plant only.

Dryers operate continuously but are shut down for regular maintenance at planned intervals. During regular maintenance, the dryer is cleaned to remove tar and dust build-up. Cleaning is done with water and often manually with a sweeper. The regular maintenance period is less than one working shift every 4–8 weeks. The related combustion plant and the abatement systems for emissions to air continue to run during this short period. When the dryer is ready to operate, all abatement systems for emissions to air are operational at the same time.

After drying, the wood particles leave the dryer unit and are recovered through a primary cyclone. The wood particles are sorted according to size before entering the mat forming station, see Section 2.3.1.

# 2.2.2 Drying of wood fibres

When the fibres leave the refiner unit, they enter a blowline of 20–30 m in length and with a small diameter, where the fibre mix is uniformed and wetted. The blowline also serves the purpose of adding resins, hardening agents and additives. All are added as aqueous solutions into the blowline. Only in a few MDF production lines are the resins added after drying. The drying of fibres for dry process rigidboard and flexboard is identical, but while hardening agents and additives are added in the blowline, the resin is added after drying.

From the blowline, the fibres enter the dryer, where they are dried and thereafter continuously fed to the mat forming station. The fibre dryers applied are mainly directly heated tube dryers of 150-180 m in length. The tube dryers can also be indirectly heated by steam coils or by a combination of indirect heating and additional hot gas. The fibres remain in the tube for 3-10 seconds and the drying inlet temperature is between  $120\,^{\circ}\text{C}$  and  $140\,^{\circ}\text{C}$ , occasionally up to  $220\,^{\circ}\text{C}$ , which is generally slightly lower than that applied for PB chips and OSB strands. The outlet temperature is also lower and lies between  $60\,^{\circ}\text{C}$  and around  $100\,^{\circ}\text{C}$ .

The heat energy for drying comes from similar sources to those mentioned for drying wood particles and strands for PB and OSB.

After the mat forming station, the production process is similar to the production of PB and OSB.

# 2.2.2.1 Environmental issues related to drying

Waste gases from drying are collected and generally conducted into a dust abatement system. In this document the waste gases from dryers are considered as the resulting emission, after the product has been separated by cyclones.

#### Air emissions

The emission from a dryer after product separation contains water vapour, since this is the main constituent that is removed from the wood particles and indeed its removal is the purpose of the dryer. The humid and hot emission contains wood dust and VOC compounds, including formaldehyde, all of which contribute to total particulate matter content, since the condensable part of the VOCs will tend to create aerosols or droplets. Depending on the fuel used, the firing technique, and the combustion conditions, the hot gases will also contain other particles and compounds which will be present in the waste gases from directly heated dryers, see Section 2.6.

Diffuse emissions are not an issue in the drying process itself, since it is a closed system. Diffuse emissions could arise later after the product is separated in cyclones during sorting and shifting, and before being directed to dry storage bins at the mat forming station.

#### VOCs and formaldehyde in air emissions from dryers

During drying, volatile natural organic compounds are released from the wood raw material. The most abundant species are  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinenes. Formaldehyde, other aldehydes and organic acids are found in much lower levels. The levels of formaldehyde emitted from different wood species are reported in studies to range from 2 ppb to 9 ppb, which corresponds to less than 1 % of the total organic compounds emitted [9, Roffael 2006] [7, Meyer et al. 1997], [38, Risholm-Sundman 1998].

The  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinenes can theoretically undergo oxidation to hydroxyls, aldehydes and ketones during drying, but only a minor amount of these compounds, e.g. myrtenal, has been recorded. It is expected that major oxidation reactions do not take place during the drying performed in the sector, which could be because of either the temperature applied or the lack of oxygen. When the individual volatile organic compounds are determined, the  $\alpha$ - and  $\beta$ -pinene content represents more than 80 % of the total VOC content in softwood species, such as pine.

Some of the natural organic compounds are condensable compounds and these are released as condensed particles (aerosols), together with the wood dust and water vapour present, in the hot air emission.

Air emissions released into the atmosphere, which contain a combination of water vapour, aerosols of condensed volatile organics and wood dust, create the phenomenon 'blue haze'.

The range of organic compounds and the properties of these, together with the water vapour, make the wood dust particles sticky. The wood dust is also prone to catch fire and it is therefore better to apply a wet abatement system for the abatement of the dust fraction. A range of abatement techniques are applied, such as wet electrostatic precipitators, high efficiency cyclones, wet bioscrubbers, and Venturi scrubbers, individually or in combination. The electrostatic precipitator (ESP), a common dry dust abatement technique for flue-gases from combustion plants, is not used after the dryer because of the fire risk. As one of the few dry abatement methods, bag filters are applied at plants operating indirectly heated dryers. Common to most of the above-mentioned abatement techniques is that the content of volatile organic compounds in the dryer emissions is not reduced with the same efficiency. An effective technique for the removal of the volatile organic compounds is regenerative thermal oxidation, which is applied at one PB plant in Austria. Cyclones or bag filters alone have no efficiency for organic compounds [67, VITO 2011], [58, UBA Austria 2013], [68, VDI 2013], [83, Barbu et al. 2014].

#### Waste

The dryer is cleaned regularly to remove tar and dust build-up. Cleaning is done with water and often manually with a sweeper. The waste water needs to be dealt with [62, Swedspan 2013].

#### Noise

Drying and cyclone systems may give rise to duct and fan noise. Housing and/or suitable silencers are used on relevant ducts and fans, where necessary, to minimise noise emissions.

### **Energy consumption**

Drying is the most energy-intensive process in the production of panels. Drying demands primarily thermal heat, but also power for the dryer and equipment related to fans and product transport.

The theoretical energy demand for drying can be expressed as the latent heat of evaporation, which for wood is around 2260 kJ/kg. Drying one tonne of wood with 60 % moisture down to 3 % moisture requires 1.3 GJ. Correspondingly, the same amount of recycled wood demands less than half of the energy, due to the lower moisture content of the recovered wood.

# 2.2.2.1.1 Environmental issues related to drying of fibres

The drying of fibres is considered to be a more gentle drying process than the drying of chips and flakes for PB and OSB. It is expected that with the lower drying temperature, less volatile organic compounds are released. Formaldehyde will also be mobilised at low temperatures and should therefore be present at the same magnitude in the emissions from fibres or particles. It should be mentioned that formaldehyde does not make up the majority of the emission of volatile organic compounds.

However, since the majority of MDF lines add resin in the blowline before drying, the organic part of the emissions will be affected and release a higher total VOC content during fibre drying. Hence, in the case of formaldehyde-rich resins like urea-formaldehyde, the formaldehyde content in the dryer emission could be higher than for particleboard and OSB drying.

Other additives such as wax and aqueous solutions of ammonium sulphate or ammonium nitrate could, in theory, contribute to the total organic content, ammonia,  $NO_X$  or  $SO_X$  in the emission.  $SO_2$  is formed when sulphate in ammonium sulphate is converted to  $SO_2$  during combustion. The conversion of sulphate to  $SO_2$  is relevant when production residues are used as a fuel and hot gases are used for direct drying. Conversion of sulphate at the drying temperatures applied most probably does not take place.

Dust emissions from the drying of fibres are expected to be lower than for the drying of particles and strands, but will depend on the quality of the fibres obtained during refining.

## 2.2.3 Refining of fibres for MDF and other fibreboards

Wood fibres are the raw material used for the production of fibreboards. Wood fibres are produced from wood chips by crushing the chips between metal discs in a refiner. The refining process is similar to thermo-mechanical pulping for paper production [36, COM 2001]. Refining by thermo-mechanical pulping gives a long and intact fibre, which is suitable for producing fibreboard. Normally, chemicals are not added during refining. The production steps at the refining plant level are illustrated Figure 2.7.

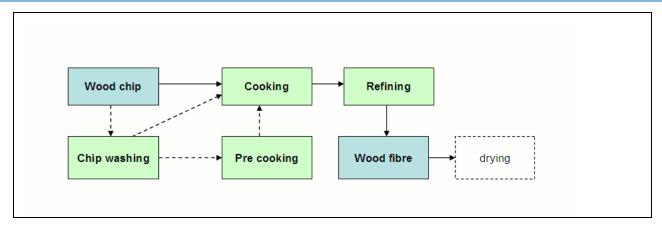


Figure 2.7: Standard process steps in a refiner plant with optional washing and pre-cooking of wood chips

The refining process consists of two main steps where the raw chips are preheated and cooked by applying steam and pressure to the wood chips. Excess water is removed from the cooked wood chips before they enter the refiner. The refiner discs defiberise the wood chips and the fibres are injected directly into a blowline for drying. The refiner discs can be pressurised or can operate at atmospheric pressure. Water is added in the refiner step, both for cleaning and cooling of the refiner discs, aiding the refining process and to create a sufficient pulp flow in the blowline. The humidity of the fibres when entering the blowline and dryer is between 50 % and 95 %, depending on the refiner and dryer equipment [8, TWG WBP 2012].

Prior to the steam cooking stage, a pre-cooking stage is frequently applied. In the pre-cooking stage, the wood chips are moistened and saturated with hot water under atmospheric conditions or preheated with steam. Applying this step preheats the chips, and therefore less energy is used later to raise the temperature in the chips in the cooking step.

Depending on the quality of the wood chips, a cleaning step is performed, where wood chips are washed before entering the one-step process of cooking and refining. If the raw material chips contain sand and dust from outdoor storage or are received at the installation in already chipped form or as uneven material with wood fines or are very dry, a chip washing step is applied. The impurities of sand, metal and stones can wear refiner discs and shorten the period between changes of the discs. Wear of refiner discs also raises the energy consumption. The washing of chips also softens the chips and adds humidity before the chips are cooked and refined. A chip washing step could replace a pre-cooking step, especially when hot water is used for washing.

The process water from each of the steps of chip washing, pre-cooking, cooking and from the refiner is either recycled or treated in a waste water treatment plant. In chip washing, the wash water needs to be treated in order to remove the wood fines plus sand and other impurities that have not previously been captured in gravitation vessels if present during washing. The chip washer is therefore combined with dewatering screws, decanters, hydrocyclones, rotary screens and/or settling chambers. The fines can be reused in a particleboard production line if present at the installation or used as fuel, if sufficiently dewatered. Sand and grit are removed and disposed of.

Process water is recycled at the refiner plant level and also reused for other purposes at the site. The amount of refiner process water recycling ranges from 0 % to 100 %. Internal process water recycling focuses on removing suspended solids (SS) and COD and is achieved by primarily mechanical and physical methods such as simple filtration, decanting, sedimentation, coagulation/flocculation, and microfiltration, while the resulting sludge is removed by filter presses and screw feeders. The quality of the treated water is determined by the intended use for the recycled water. The sludge derived is generally used as a fuel on site.

The refining of fibres for the production of wet process fibreboards uses the same equipment and process but, as the fibres are not dried, the resulting pulp fibres are mixed with water in storage tanks to make a pulp slurry. The slurry of water-suspended fibres can be gently heated and pumped to the mat forming station. The temperature rise in the slurry further activates the natural lignin and hemicellulose, which bind the wood fibres together in the following step in which the mats are drained and dried in ovens. All water which is used for washing, pre-cooking, cooking, and refining and drained pulp slurry water are recycled in a semi-closed or closed loop by simple filtration, decanting and sedimentation, while the sludge is removed and dewatered as already described. Sawdust

is used as a secondary raw material for wet process fibreboard. The sawdust is refined separately and added as a surface layer during mat forming, on the sieve and press.

When process water is directed to a central waste water treatment plant (WWTP) on site, the quality and quantity of the resulting waste water stream from the preparation of the fibres vary depending on the amount of recycling. The waste water which leaves the refiner plant to be treated at a central WWTP is treated by different classical treatment methods. Primary treatment methods using physical separation prevail and remove the major part of the fibres and wood particles. Also, coagulation, flocculation, sedimentation and secondary aerobic biological treatment steps are applied. Sludge from the different treatment steps can be used as a fuel on site, for agricultural purposes or may be disposed of.

# 2.2.3.1 Environmental issues related to the refining of fibres

# **Energy consumption**

The refiner plant has a high energy demand, e.g. for the generation of steam for the cooking stage and electrical energy for the refiner. The system of dewatering screws and pumps in the system demands electrical energy, in the range of 20–40 kW, with a throughput of up to 400 m<sup>3</sup>/h.

Examples of energy savings include replacing older equipment and reusing excess heat in the steam.

## Water consumption and waste water generation

Water is consumed in chip washing, in pre-cooking and for the generation of steam used in the cooking step.

Water for chip washing can be of a lower quality than can be accepted for steam generation. Secondary water sources include recycled chip washing water, rainwater collected from roofs and recycled water from the cooking stage.

Water consumption savings can be obtained by closing water circuits and recycling process water in integrated treatment plants at the washing plant unit or at the cooking and refiner unit.

Waste water from the overall refining process needs to be treated before discharge, if it is not recycled in the refiner plant. The process waste water has a high TSS, COD and BOD load. Also, nitrogen and phosphorus could be relevant parameters to take into account.

Directive 2008/15/EC on environmental quality standards in the field of water policy includes in its Annex I a list of priority substances. None of the listed substances are used directly in the refining process or arise from other types of waste water generated in a WBP plant. It is however possible for some of the priority substances, e.g. nickel, cadmium and lead, to be present in the emissions from waste water treatment plants, either due to the use of recovered wood (in PB production) or from surface run-off water via storage of recovered wood. Surveys indicate that there could be a potential release of cadmium, copper, lead and zinc.

### Waste

Sludge is generated from the treatment of process water. Depending on the quality of the sludge, it is either used as a fuel in an on-site biomass combustion plant or handled off site. The sludge generated from the initial screening of chip washer water can occasionally be used in the production of particleboard, if such a product line is in operation at the installation.

# 2.2.4 Storage of wood particles/flakes/fibres after drying

## 2.2.4.1 Sorting and dry storage of dried chips and flakes

The dry material from the dryers is collected and separated in cyclones and shifted by mechanical or pneumatic means to sort the dry particles into the required sizes.

In order to prevent fires in the dry, hot wood material, a fire-suppressant silo designed to suppress any glows and prevent the self-ignition of the dried chips and flakes can be applied immediately after the dryer and cyclones.

After passing the fire-suppressant silo, the dried chips for particleboard production are mechanically sorted or air-shifted before entering dry silos. Shifting sorts the finer chips for the outer layer from the coarser chips for the core layer. Any oversize chips are recirculated back into the chipping station, while small chips and dust are collected and used as fuel in dust burners or combustion plants. The shifting stations and dry silos are mounted with bag filters or closed cyclones. It is preferable to remove the finest dust efficiently from the product, since dust absorbs more resin, resulting in higher resin consumption.

Odd-sized material separated from the dried flakes from OSB production is collected and used as fuel. If there is a particleboard production line at the same installation, this material can be used as raw material and is then directed to the chipping station.

Chips from dry storage feed directly into the mat forming station without further steps. The dry storage capacity usually represents only a few production hours for the press. Chips or strands from dry storage silos are transported to the mat forming station mechanically or in closed pneumatic systems.

## 2.2.4.2 Sorting and dry storage of fibres

Dried fibres are collected from the dryers and separated in cyclones, where they are air-shifted to sort larger fibres, lumps of pre-cured resin, clogged fibres and fines from the final fibres.

The fibres are directed to the mat forming line directly into a 20–50 m³ bunker or bin with a moving floor, from where the fibres are continuously fed.

## 2.2.4.3 Environmental issues related to sorting and dry storage

#### **Dust emissions**

Dry wood materials generate dust emissions. After the smaller fines, particles and dust are removed, the resulting chips are less prone to create dust emissions. Any handling of the dry and sorted chips is performed in closed systems, and shifting stations and dry silos are mounted with bag filters or closed cyclones. The product separation is closely connected to the dust abatement in the drying process, see Section 2.2.

## Fire risk

During drying and the handling of the dried material immediately afterwards, fire-suppressant silos are used and, during mechanical or pneumatic shifting of the chips, fire detectors and fire-suppressant intermediary steps, such as possible isolation, help lower the risk of self-ignition and fire outbreak. The inlet area of the dryer to the inlet of the mat forming station would rate as areas with a potentially explosive atmosphere (ATEX). Sprinkler systems and explosion venting, together with good housekeeping and maintenance, are employed as minimum requirements.

#### Noise

Noise arises from both mechanical sorting of air shifters and from cyclones. These operations often take place inside a building or an enclosed area. Noise may also be related to the dust abatement equipment employed and, as a standard solution, silencers are employed at such locations on roofs.

# 2.3 Panel manufacture

# 2.3.1 Blending and mat forming

## 2.3.1.1 Mixing of resins and additives in the glue kitchen

Resins are commonly delivered as aqueous solutions to the site and stored in above-ground storage tanks with a capacity of 10–100 m³. Additives can be delivered as solutions in smaller batch tanks or as powder. A resin mix is often prepared from one or two resin types by simple pumping to dosing tanks in the glue kitchen, where prepared additives diluted in water are added to the resin mix. Resin preparation can be continuous or batchwise. Resin, additives and wax can be dosed directly, without prior mixing, from storage tanks to the blowline, before the drying of fibres or after the drying of chips. The pumping and mixing system is generally closed, so diffuse emissions do not result under normal operating conditions. The resin mix is dosed by mass flow meters and pumped from the glue kitchen to the mat forming station.

Water for resin mixing can be from a secondary source, such as recycled water from refining.

# 2.3.1.2 Blending of resin mix with wood and mat forming

In OSB and particleboard production, the resination is performed in the blender after drying. Blending is a continuous operation but can take place in batches. Application is performed with spray nozzles or atomisers.

In particleboard production, the dried chips are separated after drying according to size, into core and surface layers. Each product stream is conveyed to a dedicated blender, where they are mixed with resin, wax and other additives as required. The resin-coated particles are metered out from dedicated mat forming machines each laying out one layer. The particles are distributed mechanically or by air current to create a gradation of particles, which is used to obtain the most even surface layer made of the finest particles. Particleboards consist of a thin surface layer, with the core layer representing the main part of the panel. The core layer can consist of several layers, although one core layer and the two surface layers is the most common configuration.

In OSB production, the dried flakes are conveyed to the blender, where they are mixed with resin, wax and other additives, as required. From the blender, the resinated flakes are metered out on a continuously moving screen. The flakes are oriented, either by electrostatic forces or mechanically, into a single direction as they fall to the screen below. The next layer of flakes is oriented perpendicular to the previous layer. Three to five layers is the most common thickness. The sides of the formed panel are trimmed, illustrated in Figure 2.8, and sent to the hot press where curing of the resin takes place.



Figure 2.8: OSB mat after forming and trimming

In MDF production, the fibres are mainly resinated in the blowline, immediately after the refining and before the drying of the fibres. As discussed in Section 2.2.2.1.1, this affects the composition of the organic components in the air emissions from the dryer.

Resin in rigidboard and flexboard production is applied after the drying of the fibres, although some additives like wax and hardeners are still added in the blowline before drying. In rigidboard production, the resin used is solely pMDI and is added after drying, either by spraying the fibres when they are deposited on the conveyer before entering a pre-press or by spray nozzles before entering an intermediary bunker at the mat forming station.

In softboard and hardboard production by the wet process, resins are not applied although some wax and other additives are added to the additional water added after the refiner.

# 2.3.2 Pressing

The raw panel is produced in the press by applying high pressure and high temperature for a sufficient amount of time to compress the mat to the required thickness and to densify and fixate the particles or fibres by resin curing. The temperature at the core of the panel needs to reach a certain level depending on the resin, normally above 100 °C, in order for water to evaporate.

Before entering the press, the mat leaving the mat forming station is normally pre-pressed at ambient temperature in a roller press to remove air from the mat, and the sides of the panel are trimmed. Pre-pressing is not necessary in OSB production. If the main press is a multi-opening press, the pre-pressed panel is cut to fit and be loaded individually to the press.

The press belts in a continuous press or the press plates in a multi-opening press are heated with thermal oil with a contact temperature normally not exceeding 260 °C. Press plates in a multi-opening press generally operate with a lower temperature.

The majority of presses in Europe for the production of particleboard, OSB and MDF are continuous presses, with lengths of 20 m to 60 m. The press process is divided into three phases which are distinct for each type of panel

variety produced. The temperature applied is highest in the first part of the press, but generally only slightly reduced along the press line. In the first phase, the highest pressure is applied and the panel obtains its nominal thickness. In the second phase, the pressure is reduced and the panel is cured at the high temperature now present in the core of the panel. In the last phase, the pressure is relieved gradually before the panel leaves the continuous press. The specific pressure applied in the press is 3–5 N/mm<sup>2</sup>.

The press operates with three main controls: the temperature, the pressure and the press time. For continuous presses the time is varied by the speed of the press. The operating conditions are varied by the pressure that is applied and the time, while the temperature is generally constant. The heat is achieved by hot oil-heated plates and is not varied from batch to batch.

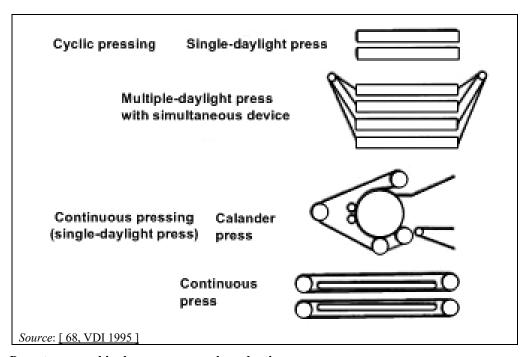


Figure 2.9: Press types used in dry process panel production

The continuous press was introduced in the 1970s and today (2014) has almost completely replaced the single-opening daylight press and the multi-opening press; see Figure 2.9 for a schematic presentation of the main press types. The daylight press runs in cycles, in which the pre-pressed panels are loaded and the press closes. During pressing and when the press opens, water vapour and emissions to air are released over the whole extension of the press. Figure 2.10 shows a daylight press. When the press closes, the plates are pressed together towards the top of the press and the suction hood captures some of the released press gases.



Figure 2.10: Multi-opening press

The major release point of press gases in a continuous press line is at the end of the press, where the press releases the pressed panel. At the press release, it is possible to collect the majority of press gases by use of an efficient enclosure and suction system. Along the press line, it is also common to have suction and collection systems. In practice, the collection and handling of press gases shows a wide variation, and depends mostly on the regulatory regime applied and available abatement techniques.

When press gases are collected, the abatement focuses on the TVOC content and dust. The collected gases are quenched by spraying in the collector tubing immediately after the press, in order to prevent fires in the hot air containing fine dust and organic compounds. The following techniques are currently applied:

- Direct discharge over the roof.
- Wet ESP.
- Venturi-type scrubbers.
- Stack scrubber, including filtration of water for wood dust.
- Bioscrubber.
- Incineration in a combustion plant using waste gas as combustion air or mixing the waste gas with hot gas before the direct PB or OSB dryer inlet. Press waste gases are often pretreated by wet scrubbing to remove dust and to diminish the risk of fire.

For multi-opening presses, the collection of press gases is not as straightforward as for continuous presses. The press release area is, by nature, not well defined and efficient collection of press gases is more difficult. Room ventilation with non-channelled direct discharge over the roof is commonly applied. Door skins are also produced in special multi-opening presses.

Extruded or moulded pallets are produced in a single-opening press, where chips are dosed directly into the hot form which is pressed, producing one or more pallets in one press round. It has been reported that emissions are easily collected from a single-opening pallet press. Extruded panels, e.g. for doors, are made using special presses that produce one panel at a time, by dosing the chips directly to the press, where the panel is pressed and extruded at the same time.

## 2.3.2.1 Environmental issues related to pressing

Dust, water vapour and organic compounds are released during pressing. The organic fraction of the emission comes primarily from the resin system used, see Section 2.5.1.

Dust develops along the press line and consists of both coarser dust from trimming the sides of the panel before entering the main press and of finer dust. Suction points along the press line, including the distance from the mat forming station and the pre-press to the entrance of the main press, will ensure a sufficient abatement of diffuse dust emissions.

#### Air emissions

The composition of air emissions from presses depends on the resin used. While the majority of the volatile organic compounds in the wood are released during drying, the contribution of formaldehyde in press emissions is more related to the resin used. Data collected show that the amount of TVOC is still significant, but is less than for dryers. Some of the organic compounds could be related to wax, which is applied as a release agent, but there are no concrete data to confirm the amount derived from wax and whether it is a major part of the TVOC emission.

The amount of formaldehyde emitted during drying is much higher than from the press if the wood material is resinated before drying with a formaldehyde-based resin. This is the case for the majority of MDF production lines, which use urea-formaldehyde.

Emissions of  $NH_3$ ,  $NO_X$  or  $SO_X$  in the press exhaust are theoretically possible. Additives such as ammonium nitrate or ammonium sulphate are used as standard in most production processes, either added with the resin at the blending stage or earlier, i.e. before drying, in the case of fibres. No data have been collected so far that could confirm substantial emissions of the mentioned parameters in the production lines in Europe.

Other organic compounds, such as tetrahydrofuran and acetic acid, could arise in air emissions from presses when producing MDF, because of the high temperature reached at the panel surface. Tetrahydrofuran is a degradation product of cellulose, which could be created when the panel is pressed at temperatures over 200 °C [37, He Z, et al. 2011]. Acetic acid is created during pressing as a by-product of the degradation of hemicellulose, which takes place at temperatures even lower than 200 °C, which according to studies corresponds to a higher amount of acetic acid detected compared to tetrahydrofuran. [39, Jiang T, et al. 2002]. No data are yet available to support the studies mentioned concerning the production lines in Europe. While tetrahydrofuran is not monitored, acetic acid has been included in some surveys under the organic acids parameter. The registered amount of organic acids is negligible [22, TWG 2012].

Formaldehyde-free resins such as pMDI, used widely in OSB production, result in no formaldehyde or TVOC emissions related to the resin. Emissions from the wax release agents and from the wood itself are still relevant.

#### **Energy consumption**

The hydraulic press is a major consumer of electrical energy, but it is the heat energy used for heating the thermal oil that is the second most energy-intensive activity, after drying, at particleboard and OSB production lines.

#### **Accidental spills**

Hydraulic systems for pressing may leak oil and emulsions during repairs and maintenance. Taking preventive measures and applying quality assurance of maintenance is part of an environmental management system, which could help minimise the risk of spills.

## Consumption of thermal oil

Thermal oil is circulated in a closed ring system and only a very small amount is further added or replaced when necessary.

The closed thermal ring system can experience leakages at the seals in the press cylinders, especially when operating speed and fluid pressure are increased, which can be the case when optimising production capacity.

#### Waste

Dust and wood particles from trimming and along the press line are collected and used as a fuel or reintroduced as raw material.

## 2.3.2.2 Pressing of rigidboard and flexboard

After the mat is formed by the same methods as for MDF production, the mat is pressed in a pre-press similar to MDF lines, which compresses and forms the panel at ambient temperature. The resulting mat is transferred to a press unit, where only slight additional pressure is added while the curing of the resin is activated by steam. Figure 2.11 shows an example of the production flow for rigidboards.

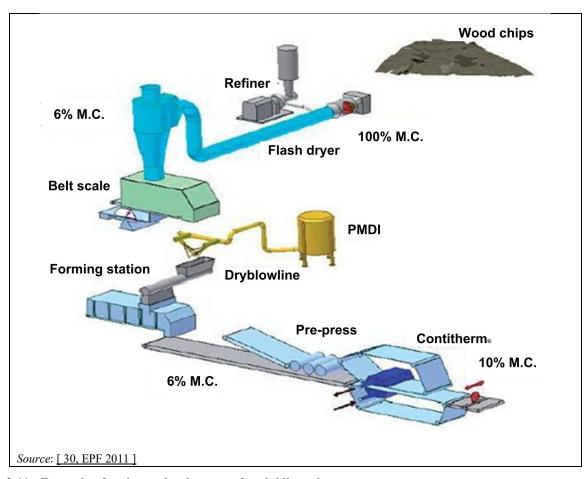


Figure 2.11: Example of main production steps for rigidboards

#### Environmental issues related to pressing of rigidboard and flexboard

Air emissions from the press, but mainly from the mat forming and the resination step, can be collected and discharged, often through a dedusting device, such as a bag filter or high efficiency cyclone. An ESP can be applied as well, if there is one on site for abating emissions from the combustion plant. The air emissions do not contain formaldehyde or VOCs, since pMDI is used as the resin system and the pressing takes place without high temperatures being applied.

## 2.3.2.3 Mat forming and the pressing of softboards

The water suspension of wood fibres after refining is the raw material for the panel. When the fibres leave the refiner, the fibres are resuspended in hot water. The suspension is pumped out on a moving sieve, where water is drained off by gravitation and by a calender press. The drained water is recycled in a closed loop for the resuspension of the refined fibres. The panels are cut to the required size for entering the drying oven and the sides are trimmed. All collected trimmings are recycled to the fibre suspension. The drying ovens can have several levels which are loaded continuously. The ovens are heated by recirculating hot air generated by a gas-fired hot gas generator for example, and can be preheated by heat exchange of the heat created during refining. No controlled stack emissions from the drying oven have been registered. Resins are not added or used in the production of softboard panels. Wax, such as paraffin, and natural starch are added to the water suspension to improve the surface and properties of the softboard panel, and additives may be added to enhance moisture resistance.

Figure 2.12 illustrates the production flow for softboards.

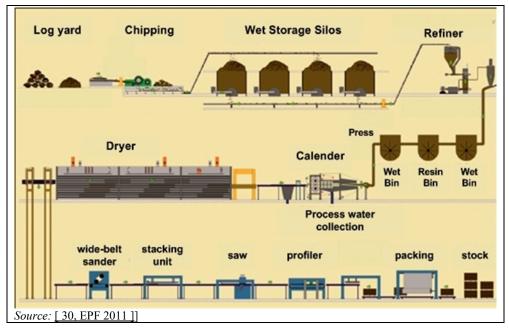


Figure 2.12: Production flow for wet process softboards

#### 2.3.2.4 Mat forming and pressing of hardboards

The manufacture of hardboards uses, as for softboards, a fibre suspension as the raw material, which is layered and dewatered. Instead of drying the dewatered mat, the cut-to-size panels are pressed at a high pressure and temperature in a multi-opening press. The panels are stacked and dried/tempered in an oven to cure the lignin bonds. Water is recycled from the dewatering step and from the press, where water, which is being squeezed out, is recycled back to the suspension of fibres. The production flow for hardboards is shown in Figure 2.13.

The manufacture of hardboard is not described further in this document.

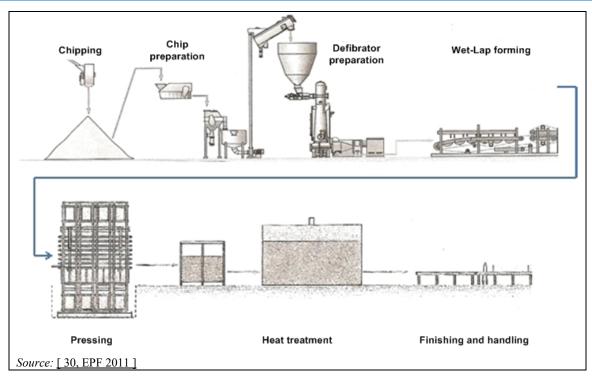


Figure 2.13: Production steps in the manufacture of wet process hardboards

# 2.3.3 Cutting and cooling of panels

After the pressed panel leaves the continuous press, it is immediately cut into individual panels. The panels are cut, e.g. with a transversal saw, and transferred to cooling racks or a starboard cooler. If a daylight press is used the pressed panels are transferred directly to cool, since cutting is not necessary.

The core temperature of a panel when leaving the hot press is more than 100 °C and the surface has an even higher temperature. The panel needs to be cooled down before further handling, and the cooling stabilises the panel and stops the curing process. The initial cooling of the pressed panel takes place entirely in starboard coolers, where the panels are cooled to less than 50 °C on the surface mainly by natural cooling rather than active ventilation.

Further cooling of the panel takes place after the starboard coolers where the panels are hot stacked, which has the primary purpose of stabilising the panel further. From the matured and stabilised panel, the raw finished products are made by sanding and then cutting to size, see Section 2.4.1.

Cooling is also necessary for softboard and hardboard. A separate cooling step is not necessary and is not applied in the production of rigidboard and flexboard.

Panel products with pMDI or other non-urea-based resins are not susceptible to hydrolysis and the curing of the panel takes place in the press. Cooling of OSB for example still takes place in starboard coolers, to ease further handling.

#### 2.3.3.1 Environmental issues related to cutting and cooling of panels

## Air emissions

Air emissions from cutting the panel immediately after the continuous press not only generate dust but also release a minor amount of organic compounds from the cuts in hot unstabilised panels. The saw is often entirely enclosed and air emissions are collected. It is enclosed in order both to abate the high-pitched noise and to efficiently collect and channel dust emissions. Dust is collected in bag filters and used as a fuel. The development of dust is no different from in other woodworking processes.

The room where starboard coolers are placed has been surveyed at some installations as part of occupational health campaigns. If formaldehyde is detected, this would normally be caused by an inefficient closure of the press and cutting station, and not from the cooling. Data on emissions of formaldehyde and other VOC-related compounds during the cooling of the panels have not yet become available.

When a starboard cooler is equipped with active ventilation it is claimed that it helps the cooling efficiency and shortens the cooling time. Other producers claim that forced ventilation in cooling equipment can cause deformation in the planarity of boards. Only a few installations have active ventilation directed at the starboard cooler, though it is common for the space for panel cooling to be well ventilated through roof openings or doors to the outside or by a semi-enclosure of the starboard cooler with passive ventilation through the roof.

#### Noise

The noise from the cutting of the panel after the continuous press is pronounced, so normally an enclosure is applied to abate the high-pitched noise.

Noise issues are generally not significant in the operational steps immediately after the press, except for the cutting of the panel. The main noise sources are compressors and conveyor belts that transport raw panels to cooling and further finishing.

# 2.4 Finishing of raw board

# 2.4.1 Sanding and cutting to size

Sanding smoothes the surface of the raw board and is a common operation for particleboard and most MDF grades. Sanding operations use standard sanding equipment with built-in suction hoods to channel any dust emission arising during sanding.

The cooled panels are sanded before dispatch or an additional on-site value-adding process. Belt sanders have a high sanding speed of up to 1500 metres per minute to obtain a high quality sanding.

Raw panels are often sold in sizes depending on the customer's needs, and cutting to size and applying a tongueand-groove finish are performed at most sites.

Cutting and sanding are performed with machinery that is used throughout the wood processing sector in general. Equipment is delivered with the necessary means of noise and dust protection. Its operation in relation to dust extraction and safety is described in EN 12779:2004 [33, EN 2004].

For OSB, sanding is generally not performed, except for special purposes. Other products like rigidboards, flexboards and softboards are cut and manipulated into specific sizes, but not normally sanded.

# 2.4.1.1 Environmental issues related to sanding and cutting to size

#### Air emissions

Dust arises from cutting operations and is generally handled by enclosing the equipment or directing the suction at the point of release of the dust from the saw. Diffuse dust emissions are generally not a problem if the equipment supplier's instructions are followed, since all wood processing equipment has built-in suction systems. The channelled air from sanding operations and cutting operations is primarily filtered in bag filters or cyclofilters to remove wood dust.

#### Noise

All woodworking machines generate noise and sanding and cutting operations are no exception.

#### Waste

The wood dust which is collected is generally used as a fuel directly from the collection point. The collected dust makes an important contribution to the fuel needed in the combustion plants.

Used sanding belts are waste and are dispatched off site for disposal. The format of the used sanding belts makes them unsuitable to be used as a fuel in the combustion installations on site.

#### Energy

The energy consumption for the running of all the equipment and the related dust abatement systems in the finishing of the raw panel can contribute to a significant part of the site's overall energy consumption.

## 2.4.2 Storage

The storage of finished product, whether raw panels or value-added products, takes place in dry covered storage facilities in order to protect them from moisture and dust before dispatch. Storage facilities can be highly automated, requiring very little labour input. No related potential environmental issues have been identified and the finished product storage is not mentioned further.

# 2.5 Auxiliary substances and materials

#### 2.5.1 Resins

The resins which are used to glue wood particles, flakes and fibres together to form panels belong to a group of formaldehyde resins and act as thermoplastic resins activated by heat and pressure. Resins are bought and delivered as solutions, from external suppliers, since only a few installations produce resin internally. Resin production is not covered by this document.

Formaldehyde resins cover a larger group of derivatives and the main resin grades used in wood-based panels are indicated in Table 2.2.

**Table 2.2:** Main resin types

Resin	Abbreviation	Used in product
Urea-formaldehyde resin	UF	PB, MDF
Phenol-formaldehyde resin	PF	OSB
Phenol-urea-formaldehyde resin	PUF	OSB
Melanine-urea-formaldehyde resin	MUF	PB, MDF
Melanine-urea-phenol-formaldehyde resin	MUPF	PB, OSB, MDF
Polymeric methylene diisocyanate	pMDI	OSB
Source: [ 8, TWG WBP 2012 ]	•	

Urea-formaldehyde (UF) resins are primarily used in particleboard and MDF production, for interior applications where dimensional uniformity and surface smoothness are required. UF resins do not colour the final panel and are preferred when light-coloured products are required. UF resins can be cured at varying temperatures and press times, which make the operating conditions of the press more versatile.

Phenol-formaldehyde (PF) resins are used for exterior products, giving some degree of exterior exposure durability to the panel. The resin gives the finished panel a darker colour, which may limit its use. PF resins cure at higher press temperatures than UF resins, which mean a longer press time, lower production rate and higher energy consumption per unit of panel produced.

Melanine-containing resins are used for paper impregnation, but are also mixed with UF resins for particleboard and MDF production and in OSB production. The melanine-urea-formaldehyde (MUF) resin, or melanine-urea-phenol-formaldehyde (MUPF) resin, is used in the ratio 1:10 to the UF resin and is applied to give the finished panel water resistance and aid in curing the panel during pressing.

The formaldehyde-free resin, polymeric methylene diphenyl diisocyanate (pMDI), is applied in the production of OSB, rigidboard and flexboard. One producer has used pMDI as the resin for production of PB since 2011. The pMDI resin can be more difficult to use in production since its sticky nature easily creates build-up on the surfaces in the press. In order to allow a smooth production, a larger quantity of release agent needs to be used. The use of pMDI is regulated in some Member States due to health and safety risks for the workers. This could result in strict measures being taken to protect workers' health from exposure to the diffuse emissions from the blending and mat forming station. The use of pMDI is considered to result in a faster processing time and a higher moisture resistance in the final panel, which, together with the benefit of having no formaldehyde in the emissions from the resin in the finished panel, makes it an attractive alternative.

In OSB production, phenol-formaldehyde (PF) resin and melamine-urea-formaldehyde (MUF) resins may also be used.

Wood fibres have a certain self-adhesion due to hemicelluloses and especially lignin, which are activated under wet conditions and at elevated temperatures. In hardboard production, the lignin is cured during pressing with high pressure. In softboard production, the lignin bond is cured during the drying of the pre-pressed panel. [49, Pizzi et al. 2003]

# 2.5.2 Hardening agents

Hardening agents or curing catalysts are used for accelerating the curing of the resin, thus reducing the press time. The curing depends among other factors on the temperature of the press and acidity of the wood particles, where lower values result in slower curing; the hardening agent also compensates for this.

The most common hardening agents used are ammonium nitrate and ammonium sulphate. The ammonium salt is either delivered as a crystalline salt or in an aqueous solution. An aqueous solution of the hardening agent is added to the resin in the glue kitchen, before blending with the wood particles. For wood fibres, the salt solution is more commonly added directly in the blowline before fibre drying.

The agents also act to enhance the fire resistance of the finished panel.

## 2.5.3 Release agents and other additives

Release agents or mould agents serve the purpose of preventing the build-up of resin on the panel surface in the press. Especially for fibreboard and OSB the release agent is vital. The release agent is mixed with the resin before blending with the wood particles. For wood fibres, the release agent is added in the blowline.

The especially sticky nature of the resinated mat when using pMDI demands a rigorous use of the release agent, which must be applied, by rolling or spraying, directly on the press belt.

Wax or paraffin emulsions are most commonly used and also add to the water-resistant properties of the finished panel.

To add fire resistance to the panel, the most common agent is ammonium sulphate, which is also used as a hardening agent.

Colouring agents are added to panels in order to distinguish between panels which have added properties in terms of moisture resistance (green) and fire resistance (red).

# 2.6 Energy production

All WBP sites operate energy-producing units to serve primarily the dryer and the thermal oil system for the press. Depending on the character of the wood-based fuel and the relation to waste regulation, the energy-producing units can be regulated as combustion plants, co-incineration plants or incineration plants. The firing techniques applied do not vary between combustion and incineration plants in the sector. The monitoring requirements will differ according to the classification of the combustion plant.

The combustion plants differ in size from 10 MW to over 50 MW, and are used for producing hot gases for directly heated dryers and for heating thermal oil. The larger combustion units can be combined heat and power (CHP) plants, with the generation of steam and electricity, where steam is used for indirectly heated dryers and for cooking and refining and electricity is either for internal use or sold off site. The cogeneration of heat and electrical energy in larger gas engines or liquid fuel-fired engines is also carried out.

The individual set-up of the installations differs depending on the accessibility of fuels, the production size and the age of the installation. Combustion units which produce only hot gas for direct drying are called hot gas generators (HGG) in the sector. When drying is direct, smaller dust burners of 6–15 MW for each dryer are often used and the thermal oil is heated separately by a gas-fired engine of 3–10 MW.

Larger combustion plants producing heat, power or steam for multiple processes are commonly operated in the sector. Spreader firing is widely used with a moving grate, where coarser and heavier wood-derived fuels are distributed by a stoker or other equipment. The combustion units are preferably designed to be fired with different sizes of biomass. Sawdust or wood dust are fed into the over-fire air and ignited in suspension, creating a fluidised bed. Grate systems distribute the biomass across the grate and move it forward. Biomass is burnt with excess air and primary air is fed through the grate with a secondary air supply above it. The secondary air supply can constitute not only ambient air, but also waste gas from the press and the drying and other waste gas streams can be added and post-combusted above the grate. Fluidised, bubbling and circulating fluidised bed combustion systems use collected wood dust and prepared pulverised solid wood as fuel. Preheated air from other waste gas sources, e.g. the press fumes or from the heat exchange with dryer waste gases, can be used for preheating the air to fluidise the bed or to preheat the air in the mixing chamber for dryer air in direct drying.

The main fuels used are wood-derived fuels and secondarily natural gas and liquid fuel. These are further described in the following list:

#### Production residues:

- collected wood dust from sanding lines and cutting operations;
- collected trimmings at the mat forming station and after the press;
- rejected panels;
- wood sludge material from the abatement systems, such as from the WESP and waste water treatment plants;
- wood residues from the cleaning plant for recycled wood;
- wood residues from chipping and milling;
- bark derived from debarking;
- impregnated paper.

#### Externally delivered wood material:

- sawdust;
- post-consumer wood materials;
- roots and stubs.

#### Conventional fuels:

- natural gas;
- light or heavy fuel oil;

Bark is often pretreated before firing, by shredding it together with larger rejects from the production. Roots and stubs contain soil and stones and need a separate crushing, shredding and cleaning step. Bark and sludge can be dewatered by filters and screens or presses to improve the overall energy efficiency.

Small utility boilers and burners producing steam or heat for heating, e.g. thermal oil for heating the press, are widely applied. Gas-fired burners and/or liquid fuel-fired burners are common throughout a site.

## 2.6.1 Environmental issues related to energy production

Combustion and incineration processes generate air emissions; dust, NO<sub>X</sub>, CO, SO<sub>X</sub> and greenhouse gases are the most important, but other substances, such as metals and organic compounds, are also emitted in smaller quantities.

For general information on combustion and related environmental issues, it is advised to consult the LCP BREF and the WI BREF [24, COM 2006], [3, COM 2006].

#### Air emissions

The flue-gases from biomass combustion used for direct drying and also for steam generation for indirect drying are sometimes treated before entering the dryer. This will depend on the fuel, the combustion unit and the combustion process.

The formation of nitrogen oxides  $(NO_X)$  depends on the fuel-bound nitrogen content and the combustion temperature. The combustion temperatures for biomass are lower than for gaseous or liquid fuels, so the conditions for creation of thermal  $NO_X$  are not so favourable. The fuel-bound nitrogen content in wood-based biomass varies between 0.2 % and 0.5 %, depending on the wood source, which is lower than for liquid fuels.

The staged combustion obtained in fluidised bed combustion or by air staging in moving grate furnaces is widely applied and can minimise NO<sub>X</sub> and CO levels. Reduction of NO<sub>X</sub> is applied at some biomass-fired combustion plants, using selective non catalytic reduction (SNCR) in the combustion chamber. When using SNCR the potential related emissions of ammonia (NH<sub>3</sub>) would be subject to control. The combustion plants are mainly stand-alone plants and few examples have been identified for hot gas production for directly heated dryers.

Emissions of sulphur oxides  $(SO_X)$  depend on the fuel-bound sulphur content and liquid fossil fuels can contain sulphur, which gives high  $SO_X$  emissions. The majority of sulphur oxides are produced as sulphur dioxide  $(SO_2)$ . High  $SO_X$  emissions are generally not an issue when using biomass as a fuel, but there are examples of dry sorbent injection to prevent elevated  $SO_X$  emissions. The design of the combustion unit is decisive for the use of specific  $SO_X$  abatement techniques.

The dust emitted during the burning of the biomass arises almost entirely from the mineral fraction of the fuel. A small proportion of the dust may consist of very small particles formed by the condensation of compounds volatilised during combustion. Moving grate boilers, which are the most commonly applied type in the sector, produce a relatively small amount of fly ash (20–40 % of total ash). The combustion of liquid fuels is also a source of particulate emissions, in the form of soot particles, and is related to poor combustion conditions.

The abatement of dust emissions in the hot gases before they are used for direct drying is carried out at a few combustion plants that use biomass as a fuel, where fabric filters and ESP applications are the most common abatement techniques. These are generally only used in combustion plants/units over 20 MW.

Bark fuel has a high mineral content (2–3 %) and a tannin content of more than 20 %. If the combustion is not complete, the flue-gases will contain resinous tar and contribute to the dust emissions in the dryer waste gas. In order to complete the combustion and thermal decomposition of the tannins, temperatures above 1200 °C are needed together with an efficient recirculation of the flue-gases for post-combustion.

Certain fuels, such as recovered wood or fossil fuels, could be a source of metals, dioxins, HCl, HF and other unwanted compounds in the flue-gases. Using recovered wood as a fuel would often qualify as co-incineration or as waste incineration. Potential emissions of the metals copper, chromium and arsenic are related to the presence

of wood preservatives in chemically treated wood. Chemically treated wood is rarely accepted as a fuel without strict measures on combustion control and abatement of emissions.

#### Waste

Large amounts of bottom ash are produced when firing with biomass and this needs to be managed. The amount and quality will depend on the composition and quality of the biomass fuel, the firing technique and the efficiency of the combustion process. The heavy metal content is generally not a limiting factor for the further use of the bottom ash in off-site applications. The PAH content can be high if combustion is not complete. The bottom ash can contain considerable amounts of oxides of alkali metals [44, Pels et al. 2011]. Calcium and potassium oxides could, with special care, be used as a fertiliser after further treatment off site [16, Pitman 2006]. Bottom ash is also used for construction purposes, but the amount of PAHs can be a limiting factor. The use of bottom ash in cement production has been studied and tested, but has not yet been successfully implemented.

The use of bottom ash in off-site applications is largely steered by national rulings on the allowable content in waste to be used for specific purposes.

The bottom ash is collected from the furnace as a dry ash or wet ash. The purpose of adding water to the ash is to ease the handling of the bottom ash during transport and further treatment and to minimise fire risks, which is relevant for grid firing. Secondary water sources are used for wetting the ash.

In biomass firing, the amount of fly ash is considerably less than the amount of bottom ash produced. The fly ash is collected with dust reduction systems, if in place, or after the drying stage in the general emissions abatement system.

#### Water

Emissions to water from combustion plants are related to cooling water and certain waste water streams, such as alkaline water from slag/bottom ash flushing or wetting, and acidic water from boiler cleaning and wet abatement systems.

Cooling water represents by far the highest quantity of treated and discharged water. Depending on the raw water source and the applied treatment, the cooling water contains various pollutants. The environmental impact of cooling and the cooling techniques used in combustion plants are described in the ICS BREF [28, COM 2001].

# 2.7 Impregnation of paper

Impregnated decorative papers are laminated and bonded (thermally fused) to the raw panels in cyclic hot presses. The production of impregnated decorative paper takes place on wood-based panel sites, as well as on dedicated production sites outside the wood-based panel sector. The following information has been collected at wood-based panel installations and this document does not take into consideration whether the production process applied in the dedicated decorative paper sector differs in terms of the processes, emissions or the abatement techniques applied.

The raw decorative papers are delivered from papermakers. The paper is saturated with resins mixed with additives such as hardeners and anti-blocking agents, which are then partially cured, to aid the storage and handling of the paper. Full curing is achieved in the laminating cyclic hot press, when the resin forms hard, permanent bonds between the paper and the panel, see Section 1.1.

Melamine-based resins are the most used and versatile type of resin. Urea-formaldehyde resin is not used alone, but in applications where two subsequent layers of resin are applied in a double-stage impregnation, e.g. saturating the core of the paper with urea-formaldehyde resin and adding a melamine resin layer on top. This reduces the amount spent on the more expensive melamine resin. Melamine resin impregnation alone is used for speciality products.

The storage and mixing of resins and additives takes place in closed systems, where each batch of resin is dosed from above-ground storage tanks to a mixing tank, from where it is pumped to the resin bath or the coating roller. The composition of the resin gives the unique features of the finished laminated panel. The decorative paper is saturated and coated by dipping it in a bath of resin. If two applications of resin are performed, the second application is generally performed by coating rollers and not in a bath. The paper is transported on rollers and dried in a belt drying oven for each resin bath stage. The drying does not cure the resin fully since it will need a higher temperature and pressure to cure. Full curing is performed in the lamination step of the raw panels. The drying ovens are primarily heated by natural gas-fired engines producing hot air for the drying process, by infrared (IR) heating or by thermal oil or steam heating systems.

The process is continuous and is only stopped during the changing of the rolls of raw decorative paper. Lamination lines run at speeds from 5 m/min to 80 m/min, with capacities from 10 000 m²/day up to 120 000 m²/day. After drying, the paper is either cut to individual sheets of the size that is needed at the installation for further lamination of its products, or rolled for shipment for further sale. The impregnated paper has a short shelf life and the storage of the paper is controlled in order to avoid both high and low humidity.

The impregnated paper has a resin content of between 50 % and 65 %. The raw decorative paper used ranges from  $60 \text{ g/m}^2$  to  $130 \text{ g/m}^2$  and the resin content in the paper after impregnation varies between  $40 \text{ g/m}^2$  and  $200 \text{ g/m}^2$ .

Impregnation of paper is common at sites where the majority of the production is laminated and when finished flooring products are produced.

# 2.7.1 Environmental issues related to impregnation of paper

#### Air emissions

The emission from the dryer oven contains VOC compounds and formaldehyde, but very little dust.

The composition of the VOCs and the amount of formaldehyde will depend on the resin system used. In general, all resin compositions are based on aqueous solutions and solvents are not used. Phenolic resins are not used in the sector for impregnation of decorative paper. Phenolic resins are, however, used when producing high pressure laminates (HPL) on dedicated production sites for example, which is not covered by this document.

The dryer emissions are collected and channelled, while treatment before discharge depends on the resin system, drying oven temperature and the resulting load of VOC compounds and formaldehyde. Waste gas treatment systems, if implemented, include regenerative thermal oxidisers, catalytic thermal oxidisers, wet scrubbers, wet biofilters and post-combustion chambers.

The resin baths are open and there are no emissions registered to air from the aqueous resin solutions. No use of solvent-based resins has been recorded. Phenol-based resins are not used either, but are applied for other non-wood-based panel products such as high pressure laminates, which are not covered in this document.

## Handling of chemicals

Storage and transport of chemicals and mixing of resins are performed in closed systems and should not be an issue as long as the system is tight. Resin mixes are water-based and if spilled they do not evaporate. The storage of chemicals takes place in above-ground storage tanks in dedicated impermeable areas designed to hold possible spills.

#### Waste

There will always be some paper that ends up as waste when loading new paper rolls or with a break in the paper flow. Paper could be burnt in the on-site combustion plant if the combustion plant accepts the format of the fuel. Under other circumstances, the paper waste is dispatched off site.

A small amount of water mixed with resin is collected discontinuously when cleaning the rolls and resin baths.

# 2.8 Lamination and other value-adding operations

Depending on the customers' requirements, the raw panels are often given an added finish. This includes delivering panels in specific sizes, with specific features. The cutting of tongue-and-groove is common for all panels used for construction purposes: walls, flooring, under-roof plates and insulation. Flooring production includes lamination of the raw panel, cutting to size, tongue-and-groove cutting and edge sealing, see also Section 2.4.

Almost 50 % of the raw panels are laminated at the wood-based panel site where they are produced to give an added value. The variety in the overlays to panels reflects the different final products and desired stability, e.g. with regards to wear, abrasion, heat resistance and moisture sensitivity.

Lamination is the process in which a layer of resin-saturated decorative paper or foil is thermally fused to the raw panel by adding pressure and heat. Melamine-impregnated decor paper or foil is the most commonly used overlay. It is often produced at the wood-based panel site and the raw panel is laminated there too, see Section 1.1. The resin-saturated decorative paper is self-bonding and no adhesives are added to the panel.

Lamination is often connected to the panel production plant in terms of sharing energy sources for heating thermal oil for the cyclic presses. Thermal oil rings are used at some plants to serve both panel presses and lamination presses. Lamination lines are often situated next to the storage areas for the finished product. The cyclic press laminates one panel at a time, either on one face only or on both sides. A cyclic tandem press laminates two panels for each cycle and continuous presses are also available. As indicated, the most commonly used paper is melamine-impregnated paper. The melamine thermosetting resin in the paper becomes liquid upon heating and sets and cures onto the panel and creates a thin cured layer of resin on the surface. The press time is between 15 and 40 seconds. The presses are often heated with thermal oil. The curing and lamination takes place at temperatures between 130 °C and 200 °C, which is lower than in presses used in panel production. The pressure is also lower than that used in panel production.

Other products, such as high pressure laminates (HPL), decorative foils, vinyl and wood veneer, are used for overlays and are more commonly applied to the panels at furniture production sites. These are added with an adhesive and not fused with the panel by the lamination process described. High pressure laminates consist of specially produced laminates where several layers of Kraft paper, impregnated with a phenolic resin, are layered and finished with a top layer of melamine-impregnated decorative paper. The sandwich formed by the layers of paper is pressed in cyclic presses and laminated to a panel using an adhesive. The production of HPL takes place at dedicated sites and not normally on WBP sites. Decor foils are impregnated and fully cured decorative papers that are roll- or stamp-laminated to the panel using an adhesive. The uses for and processes related to HPL, foils, vinyl and veneer will not be described further in this document.

The edges of MDF for example are more absorbent than the surfaces and, depending on the final use of the panels, may require sealing with shellac, polyurethane, diluted PVAC, or specially formulated high solid content sealers when producing grades for specific purposes. The actual processes performed are highly diverse and will not be described further. The use of shellac or other solvent-based sealers are not included in this document and the reader is advised to consult the BREF for Surface Treatment Using Organic Solvents (STS BREF) [29, European Commission 2007].

# 2.8.1 Environmental issues related to lamination and other value-adding operations

#### Air emissions

Dust arises from cutting operations and is generally handled by enclosing the equipment or directing the suction at the point of release of the dust from the saw.

Dust emissions or emissions of TOC from cyclic presses for lamination are not monitored according to the collection of data and the information exchange.

#### Noise

Noise arises from the cyclic presses used for lamination, but they are rarely the most pronounced noise source on a site.

#### Waste

Reject laminated panels and paper waste are generated from the lamination line when a batch is rejected. The paper waste is collected and used as fuel. Reject laminated panels can be chipped and used as raw material or as fuel.

# 2.9 Waste water treatment plants

A waste water treatment plant may be present on a WBP site and they are mentioned separately in this section as they can be an independent entity at the WBP site. Waste water treatment plants are operated where process water, especially from the refining of fibres, occurs. If there is a treatment plant other minor waste water streams are also treated; otherwise they would be discharged either to an off-site urban waste water treatment plant or handled by other means. If the refiner plant recycles water completely by treating the process water in an integrated way inline, only a little waste water is generated and a further independent waste water treatment plant is usually not necessary. Waste water treatment includes filtration and sedimentation, coagulation and floculation. Further treatment is sometimes necessary and could include a biological treatment, sludge treatment and aeration before discharge or recycling. On-site waste water treatment plants can discharge both to receiving water bodies and to an off-site downstream urban waste water treatment plant (UWWTP). See Section 3.3.2 for further details.

Simple waste water treatment plants for treating surface run-off water from log yards and other outdoor areas are common. The main techniques used are a first stage screen filtration to remove stones, larger pieces of wood and other larger items. The waste water is then led to retention basins or settlement ponds for a simple sedimentation and discharged. The discharge is mainly released directly to a receiving water body, but infiltration to soil is used at a few installations and, depending on local conditions, the discharge could be further treated at an urban waste water treatment plant. See Section 3.3.1 for further details.

The internal treatment of process water is carried out as mentioned, to recycle water in the refining of fibres and for water used in wet abatement systems. Wet electrostatic precipitators and bioscrubbers have built-in systems to remove precipitated wood dust from the water by simple sedimentation and screw pumps, decantation or by coagulation/flocculation.

#### 2.9.1 Environmental issues related to waste water treatment

Environmental issues related to the discharge of water from refining are described in Section 2.2.3.

Environmental issues related to the collection and treatment of surface run-off water are described in Section 2.1.2.2.

#### **Energy consumption**

Waste water treatment plants require electrical energy for pumps, filter presses and other equipment.

#### Chemicals

Coagulators, flocculating agents and pH regulators are used in general in the treatment of process-related waste water. The addition of nutrients in biological treatment steps is sometimes necessary.

### 3 AKTUELLE EMISSIONS- UND VERBRAUCHSWERTE

Dieses Kapitel enthält Informationen über die aktuellen Bereiche der Verbrauchs- und Emissionswerte auf dem Holzwerkstoffsektor, die den Anwendungsbereich der in Kapitel 2 beschriebenen Prozesse abdecken und die jeweils wichtigsten Produkte berücksichtigen. In diesem Kapitel werden die bereits in Kapitel 2 beschriebenen Umweltaspekte durch Daten weiter gestützt und es werden die wichtigsten Umweltschutzbelange identifiziert.

Die wichtigsten Umweltschutzbelange im Sektor bestehen in den Luftemissionen und im Energieverbrauch. Emissionen ins Wasser stellen ein weniger ausgeprägtes Problem dar, der Unterschied zwischen dem hergestellten Produkt und den eingesetzten Reinigungsanlagen führt jedoch zu einer unterschiedlichen Bedeutung der Umweltschutzbelange. Prozessabwasser findet sich in den meisten Produktionsprozessen für Faserplatten, jedoch nicht in der Produktion von Spanplatten und Grobspanplatten (OSB-Platten). Trocknen und Pressen sind Vorbedingungen für alle im Trockenverfahren hergestellten Platten und die Trocknung ist ganz besonders energieintensiv. Das Kochen und Zerfasern der Holzhackschnitzel ist ebenfalls höchst energieintensiv und findet in der Produktion von Spanplatten jedweder Art sowohl für Spanplatten, die im Nassverfahren hergestellt werden, als auch für Faserplatten, die im Trockenverfahren hergestellt werden, statt.

Die spezifische Umweltbelastung und die spezifischen Umweltschutzbelange können von Standort zu Standort unterschiedlich sein und der Zweck dieses Kapitels besteht nicht darin, sämtliche Punkte für sämtliche Standorte und sämtliche möglichen Produktionsprozesse zu behandeln, sondern die allgemeinen Fragen, die für alle Standorte gelten sowie spezifische Probleme, die sich aus der Herstellung bestimmter Produkte ergeben zu beleuchten.

Folglich können Emissionsquellen und/oder Parameter, die im vorliegenden Dokument nicht berücksichtigt wurden, als standortspezifische Probleme auftreten und es liegt im Ermessen des betroffenen Standorts und der zuständigen Behörde etwaige zusätzliche Umweltschutzbelange in Betracht zu ziehen.

Die Emissions- und Verbrauchsdaten in diesem Kapitel sind hauptsächlich von den allgemeinen Daten abgeleitet, die von einzelnen Standorten aus 15 Mitgliedstaaten erhoben und zur Unterstützung des vorliegenden Dokuments zur Verfügung gestellt wurden. Von den Mitgliedstaaten und der Industrie sind auch andere aggregierte Datenquellen und standortspezifische Daten eingegangen, die ebenfalls in dieses Kapitel aufgenommen wurden. Die Daten, die aus den für dieses Dokument zusammengetragenen Daten entnommen wurden, sind von vergleichbarem Standard und Hintergrund, die Daten von anderen Quellen können dagegen im Vorfeld für eine Vielzahl unterschiedlicher Zwecke gesammelt worden sein und sind aus diesem Grund vielleicht nicht unmittelbar vergleichbar. Soweit relevant, sind auch Daten aus anderen Quellen aufgenommen worden. Die Daten, die in diesem Kapitel präsentiert werden, sollen die festgestellten aktuellen Emissionswerte im Sektor mit den entsprechenden Verbrauchswerten für Energie und Wasser darstellen, und enthalten darüber hinaus auch Angaben und Einzelheiten zu den Rohstoffen, die für die Herstellung der verschiedenen Plattenprodukte verwendet werden.

Bestehende Produktionsanlagen und Standorte, von denen die Daten erhoben worden sind, verkörpern sowohl neuere Anlagen als auch Anlagen, die bereits seit einer Reihe von Jahren in Betrieb sind, bei einer in Abbildung 3.1 gezeigten Altersverteilung. Die wenigsten älteren Anlagen in der Abbildung haben noch dieselbe Ausrüstung wie bei ihrer Erstinbetriebnahme; einige haben nachgerüstet oder bestehende Anlagen aufgerüstet und die Produktionskapazitäten und die Produktpalette vergrößert.

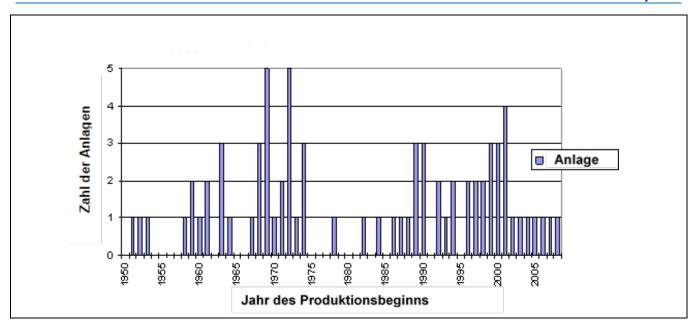


Abbildung 3.1: Jahr des Produktionsstarts für in der Datenerhebung enthaltene Produktionsanlagen für Spanplatten, Grobspanplatten und MDF-Platten

#### Die Datenerhebung stellt normale Betriebsbedingungen dar

Die meisten Anlagen werden je nach Genehmigungsbedingungen von vier Mal im Jahr bis zu einmal alle drei Jahre diskontinuierlich überwacht. Eine der Voraussetzungen bei der Durchführung einer Probenahmekampagne besteht darin, dass die Probenahme bei genau festgelegten Betriebsbedingungen durchgeführt wird. Repräsentative Messungen sollten im Betriebszustand mit den höchsten Emissionen unter normalen Betriebsbedingungen gemessen werden.

Eine Produktionslinie wird nur selten unterhalb ihrer vollen Kapazität gefahren. Unter "voller Kapazität" wird hier die Kapazität verstanden, bei der die Produktionslinie unter normalen Betriebsbedingungen gefahren wird. Das muss nicht unbedingt mit der Auslegungskapazität übereinstimmen. Im Vereinigten Königreich wird die volle Kapazität von den Regulierungsbehörden als 80 % der Auslegungskapazität ausgelegt.

Daher herrscht allgemein die Ansicht, dass die erhobenen Daten die Emissionen bei normalen Betriebsbedingungen wiedergeben.

### 3.1 Rohstoffe für die Produktion

### 3.1.1 Holzrohstoffe

Rohstoffe für die Herstellung von Platten decken einen breiten Bereich an Quellen ab. Ursprünglich wurde in der Spanplattenherstellung Frischholz, wie zum Beispiel Baumstämme und Produktionsreste aus Sägewerken (vor allem Sägemehl und Sägespäne), verwendet.

Später wurden andere Grünholzrohstoffe dazu genommen, beispielsweise aus der Durchforstung. Die Marktbedingungen und neue Rechtsvorschriften ebneten dann den Weg für die Verwendung von Altholz. Mit einem stärkeren Schwerpunkt auf Wiederverwertungs- und Sammelsystemen für Nachgebrauchsprodukte und Produktionsrückständen aus der holzverarbeitenden Industrie und aus der Möbelindustrie wurde eine Vielzahl ganz neuer Holzrohstoffe für den Sektor verfügbar. Die Verwendung von Altholz erfordert einen zusätzlichen vorherigen Reinigungsschritt, um aus den Holzrohstoffen Kunststoffe, Metalle und anderen Schmutz zu entfernen.

Nach der Entwicklung des Markts für Pellets für mit Biomasse befeuerte Feuerungsanlagen und für den Einzelhandel, ist Grünholz aus Wäldern und aus der holzverarbeitenden Industrie, vor allem Sägemehl, für die Branche der Platten auf Holzbasis im Hinblick auf Preis und Quantität inzwischen weniger zugänglich geworden.

Die Auswahl des Rohstoffs ist zwar abhängig von dem herzustellenden Produkt, die Rohstoffauswahl wird aber stetig weiterentwickelt. Bis vor kurzem ist Altholz lediglich bei der Herstellung von Spanplatten als Rohstoff eingesetzt worden, durch die sorgfältige Auswahl der Quelle und der Qualität des Altholzes und durch eine effiziente Reinigung wird Altholz inzwischen aber auch für die Herstellung von MDF-Platten verwendet, auch wenn reine Fraktionen von Nachgebrauchsholz immer noch nur bei der Herstellung von Spanplatten verwendet werden.

In Abbildung 3.2 ist die Zusammensetzung der Holzrohstoffe für die drei wichtigsten Produkte dargestellt. Die Angaben beruhen auf Daten, die für ein Produktionsjahr von 38 Produktionsanlagen für Spanplatten, 14 Anlagen für MDF-Platten und 6 Anlagen für Grobspanplatten erhoben worden sind.

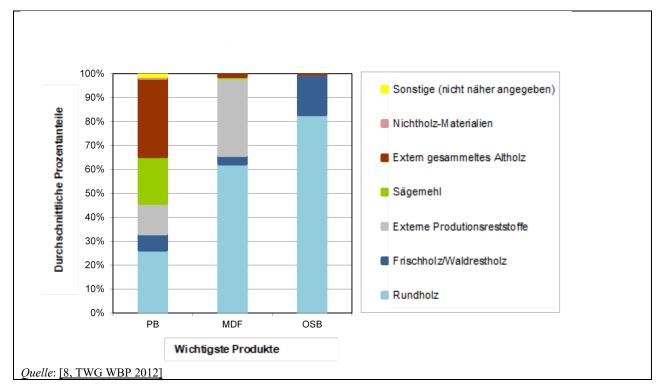


Abbildung 3.2: Verteilung der in den verschiedenen Plattenprodukten in der EU-27 verwendeten Holzrohstoffe

Bei der Herstellung von Spanplatten wird eine Vielzahl zugänglicher Holzquellen genutzt, während OSB- und MDF-Platten hauptsächlich aus Rundholz hergestellt werden. In der Abbildung ist angegeben, dass bei der Herstellung von MDF-Platten externe Produktionsrückstände verwendet werden, die sich hauptsächlich auf Holzhackschnitzel und Schwarten aus Sägewerken beziehen. Frischholzrohstoffe können aus Schnittgut aus der Forstwirtschaft bestehen, wobei im Hinblick auf die Homogenität erstklassiges Schnittgut an speziellen Anlagen für die Produktion von MDF- und OSB-Platten verwendet werden.

Um die Transportkosten niedrig zu halten, werden lokale Lieferanten von Holzrohstoffen bevorzugt, wobei die meisten Lieferanten aus einem Umkreis von  $100-300\,\mathrm{km}$  um die Produktionsanlage kommen. Die Zugänglichkeit der lokalen Holzrohstoff-Versorgung kann in einem gewissen Maße von der Zusammensetzung der Rohstoffe abgeleitet werden, die an einzelnen Anlagen verwendet werden. In Abbildung 3.3 ist die Rohstoffzusammensetzung bei der Herstellung von Spanplatten in unterschiedlichen Mitgliedstaaten (in % insgesamt) dargestellt.

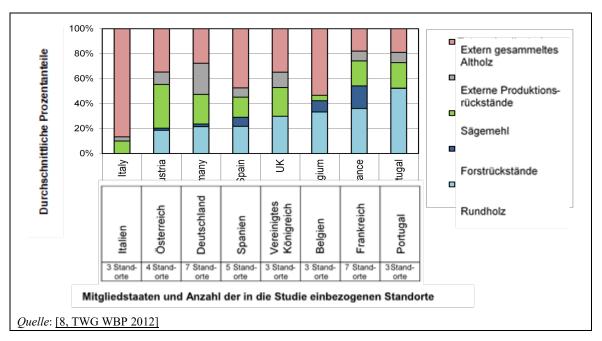


Abbildung 3.3: Verteilung der Rohstoffe, die in der Spanplattenproduktion in unterschiedlichen Mitgliedstaaten verwendet werden

In Frankreich, Portugal und Deutschland ist der wichtigste Rohstoffanbieter der Forstwirtschaftssektor und zwar sowohl im Hinblick auf Rundholz, als auch im Hinblick auf Sägemehl und andere Rückstände aus Sägewerken. Der Anteil an extern gesammeltem Altholz, Nachgebrauchsholz und Holz anderer Qualitäten liegt in Mitgliedstaaten wie Italien, Spanien und Belgien etwa bei 50 % oder darüber. Es wird darauf hingewiesen, dass die in Abbildung 3.3 präsentierten Daten lediglich von einer begrenzten Zahl an Produktionsanlagen für Spanplatten (35) stammen und es daher Unterschiede geben könnte, wenn die Daten sämtliche Produktionslinien enthalten würden. Die Daten von Mitgliedstaaten mit weniger als zwei Produktionsstätten wurden ausgeschlossen.

#### 3.1.2 Brennstoffe

Die bei der Energieerzeugung verwendeten Brennstoffe stützen sich auf die leichte Verfügbarkeit holzbasierter Brennstoffe, die aus dem Produktionsprozess stammen, der an der Anlage ausgeführt wird. Nachstehend werden zusammen mit anderen Brennstoffalternativen, deren Einsatz in der Branche gemeldet wurde, auch spezifische Fraktionen von Rückständen aus dem Produktionsprozess beschrieben.

#### Holzstaub aus der Produktion

Der bei den Arbeitsgängen nach der Presse (zu denen auch das Zuschneiden, Konfektionieren und Schleifen gehören) gesammelte Holzstaub wird in der Regel in Gewebefiltern oder ähnlichen Filtern gesammelt und als Brennstoff in Staubbrennern verwendet oder über ein Vorschubrost in die Brennkammer eingeführt. Auch wenn der von verschiedenen Quellen gesammelte Staub manchmal einzeln gesammelt und manuell zur Feuerungsanlage transportiert wird, kommt auch ein zentrales Staubsammelsystem mit zentralen Gewebefiltern zum Einsatz.

Vor der Presse gesammelter Holzstaub und Holzverschnitt wird in der Regel in der Produktion wiederverwertet, indem das entsprechende Material entweder nach dem Trocknen zur Verlagerung oder vor dem Trocknen zum Rohmaterial hinzugefügt wird.

Bei der Faserplattenherstellung werden die gesammelten Staubfasern verlagert und dem Trockenfaserlager hinzugefügt.

#### Ausschussplatten

Grobspanplatten und Faserplatten, die in den nachgelagerten Arbeitsschritten nach der Presse als Ausschuss ausgeworfen werden, werden gesammelt und als Brennstoff genutzt. Bei der Spanplattenherstellung können die Ausschussplatten häufig als Holzrohstoff anstelle von Brennstoff verwendet werden. Ausschussplatten aus der Grobspanherstellung können wegen der Beschaffenheit der flachen Späne nicht erneut verarbeitet werden. Grobspanausschussplatten können als Rohstoff für die Herstellung von Spanplatten verwendet werden, was machbar ist, wenn die beiden Produkte an derselben Anlage hergestellt werden. Ist das nicht der Fall, werden die Grobspanausschussplatten als Brennstoff verwendet.

#### Rinde

Bei Anlagen, die Rundholz als Holzrohstoff verwenden, ist Rinde eine wichtige Brennstoffquelle. Die Rinde fällt als Reststoff beim Entrinden und beim Sortieren der Holzhackschnitzel, zuerst nach dem hacken und später beim Zermahlen, an.

#### Schlamm aus Reinigungsanlagen

Nasse Staubabscheider werden zur Reinigung der klebrigen und feuchten Emissionen von Trocknern und Pressen bevorzugt. Mit den Reinigungsanlagen wird Schlamm erzeugt, der gesammelt wird. Der gesammelte Schlamm wird nicht in großen Mengen erzeugt und stellt keine wichtige Brennstoffquelle dar. Der erzeugte Schlamm besteht hauptsächlich aus Holzstaub und hat nach dem Entwässern durch Schneckenpressen oder Dekantieren des sedimentierten Materials einen Feuchtigkeitsgehalt zwischen 15 % und 60 %. Über die Zusammensetzung des Schlamms liegen keine Daten vor.

Schlamm und Klärschlamm von Kläranlagen werden in einigen Anlagen ebenfalls als Brennstoff verwendet, das hängt jedoch von der Qualität des Schlamms und von den Aufbereitungsschritten ab, von denen er stammt.

#### Holzrückstände aus der Reinigungsanlage für Altholz

Altholz aus externen Quellen, das als Holzrohstoff verwendet wird, erzeugt beim Reinigen des Rohstoffs große Mengen an Abfallrückständen. Metalle und Kunststoffe werden separat gesammelt und sind für die Nutzung als Brennstoffe ungeeignet, die auf Holz basierenden Fraktionen werden jedoch ohne weiteres als Brennstoffe verwendet. Die Menge der Brennstoffe auf Holzbasis, die von den Reinigungsanlagen für Altholz gewonnen werden, hängt von der Zusammensetzung der eingehenden Holzrohstoffe, der gewünschten Qualität des Endprodukts und der Effizienz der Reinigungsanlage ab.

#### **Extern gelieferte Holzrohstoffe**

Falls die intern erzeugten Holzrückstände für den Brennstoffbedarf nicht ausreichen, werden extern gelieferte Holzrohstoffe verwendet. Die Holzrohstoffe können in Produktionsrückständen aus der Möbelindustrie bestehen, die in der Regel von einer Qualität sind, dass sie als Rohstoffe im Produktionsprozess verwendet werden können. Die zur Nutzung als Brennstoff erhaltenen Holzrohstoffe sind meistens von geringerer Qualität und beinhalten beim Verbraucher angefallenes Holz, das zusammengenommen als Altholz bezeichnet wird. Dieses Material könnte je nach der Abfallverordnung der einzelnen Mitgliedstaaten als Holzabfall definiert werden. Der Begriff "Altholz" wird verwendet, um zwischen Frischholz, internen oder externen Produktionsrückständen und beim Verbraucher angesammeltem Holz zu unterscheiden. Sägemehl ist zwar ein wichtiger Rohstoff für die

Spanplattenherstellung, dient aber auch als Brennstoff, insbesondere in größeren Feuerungsanlagen, die über einen Vorschubrost befeuert werden.

Wurzeln und Stümpfe von der Holzernte erfordern spezielle Geräte zum Zerkleinern und zur Vorbereitung, bevor sie als Brennstoff genutzt werden können und werden aus diesem Grund selten als Brennstoffe verwendet. Die Wurzeln sind mit Erde verunreinigt und werden bei der Herstellung von Platten auf Holzbasis nicht verwendet.

#### **Erdgas**

Erdgas ist die bevorzugte Alternative für einzelne Feuerungsanlagen, für größere Anlagen, insbesondere aber für kleinere Anlagen, beispielsweise für Mitverbrennungsanlagen für direkt beheizte Trockner und für die Heizung von Ölwärmeringanlagen.

#### Leichtes und schweres Heizöl

Einige Blockheizkraftwerke sind Dieselmotoren, die eine Option darstellen, wenn kein Erdgasnetz verfügbar ist. Sehr wenige Anlagen nutzen Schweröl als Hauptbrennstoff. Flüssige Brennstoffe werden zwar auch in Zündungsbrennern für mit Biomasse befeuerten Feuerungsanlagen eingesetzt, in der Praxis ist der Brennstoffverbrauch aber vernachlässigbar.

Eine allgemeine Liste der als nutzbar gemeldeten Brennstoffe findet sich in Abschnitt 2.6.

#### 3.1.3 Leime und Additive

Die Wahl des Leims wird von der im Endprodukt gewünschten Qualität bestimmt und nach dem Preis für den Leim, und den Möglichkeiten, die Presse unter anderen Bedingungen entsprechend der optimalen Presszeit und Presstemperatur zu betreiben, erwogen. Leimformeln werden von den einzelnen Anlagen im Einklang mit den verschiedenen Produkten entwickelt, die produziert werden und werden als vertrauliche Informationen angesehen. Leime, die in der Herstellung von Platten auf Holzbasis eingesetzt werden, können in fünf Hauptgruppen unterteilt werden: Harnstoff-Formaldehydharz, Melamin-Harnstoffformaldehyd-Harz (MUF), Melamin-Harnstoff-Phenolformaldehyd-Harz (MUPF), Phenol-Formaldehyd- und Phenol-Harnstoff-Formaldehyd-Harz (PF/PUF) und polymerische Methylen-Diphenyldiisocyanat (pMDI) [8, TWG WBP 2012]. Es wurde zwar auch der Einsatz einiger anderer Leime gemeldet, wie zum Beispiel Ligninsulfate, allerdings in kleineren Mengen und bei ganz speziellen Produktionsstätten.

Bei den drei wichtigsten Produkten (Spanplatten, OSB-Platten und MDF-Platten) bestehen einige Unterschiede, die sich auch auf die Emissionen von Trocknern und Pressen auswirken. In Abbildung 3.4 sind die Mischungen der vier Leimgruppen (in Prozent) für 36 Produktionslinien bzw. Anlagen dargestellt, die Spanplatten herstellen [8, TWG WBP 2012]. Die überwiegende Mehrheit der Spanplattenherstellung stützt sich auf UF. Die Verwendung von UF-basierten Leimen macht 84 % und die Verwendung von MUF macht 11 % aus. PF/PUF wird nicht für Spanplatten verwendet. Einige der Leim werden als Additive zum Hauptleim in 5 – 10 %-Mischungen verwendet, während andere Leime für spezielle Produktionsprozesse eingesetzt werden. pMDI ist in einer Anlage als Hauptleim für die Herstellung einer speziellen Spanplatte eingesetzt worden. Die exakte Mischung und Verwendung der Leime ist nicht bekannt. Harnstoff-Formaldehyd gilt als billigstes, aber auch als vielseitigster Leim.

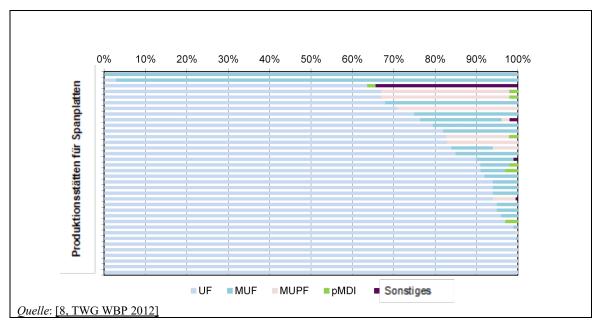


Abbildung 3.4: Leime, die in 35 verschiedenen Produktionslinien oder Anlagen verwendet werden Bei der Herstellung von OSB-Platten ist pMDI den vorherrschenden Leim, der in sechs Produktionslinien als alleiniger Leim verwendet wird. Zwei Produktionslinien nutzen PF/PUF- oder MUPF-Leime für die Herstellung spezieller Varianten von OSB-Platten.

Bei der Herstellung von MDF-Platten wird hauptsächlich UF verwendet, das hier 68 %, ausmacht, an zweiter Stelle steht mit 30 % MUF, wohingegen pMDI nur in kleinen Mengen als Additiv verwendet wird, siehe Abbildung 3.5.

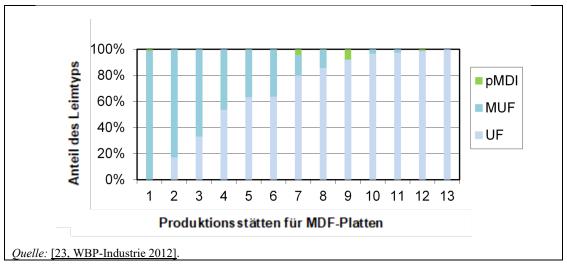


Abbildung 3.5: Leime, die bei der Herstellung von MDF-Platten bei 13 verschiedenen Produktionslinien oder Anlagen verwendet werden. Die Daten stammen aus den Jahren 2010–11

Der Leimverbrauch ist je nach Produkt, Produktqualität und sogar nach Kern- und Oberflächenschichten in Spanplatten unterschiedlich hoch. Die Leimmenge macht zwischen 5 % und 10 % des Endprodukts aus. In Tabelle 3.1 ist die Zusammensetzung der fertigen Platte einschließlich anderer Additive und Restfeuchtigkeit dargestellt.

Tabelle 3.1: Zusammensetzung einer fertigen Rohplatte in Gewichtsprozent

	Leim	Zusatzstoffe	Wachs	Wasser	Holz
PB	6 - 8	1 - 2	1 - 2	5 - 7	83 - 88
MDF	10	< 1	< 1	7	82
OSB <sup>(1)</sup>	2 - 3	1 - 2	1 - 2	5 - 7	86 - 92

<sup>(1)</sup> Bei der Verwendung von pMDI als Leim.

Quelle: [1, Thoemen 2010], [23, WBP Industrie 2012], [35, WPIF 2004]

## 3.1.4 Energieverbrauch

Die Energieverbrauchsdaten konzentrieren sich hauptsächlich auf energieintensive Prozesse, die für alle drei Hauptprodukte, d.h. Spanplatten, OSB-Platten und MDF-Platten im Trocknen und Pressen bestehen. Bei der Herstellung von MDF-Platten ist das Zerfasern von Fasern ebenfalls ein wichtiger Energieverbraucher [78, Forintek 2014].

Die Spannen für den jährlichen Bruttoenergieverbrauch für die meisten energieverbrauchenden Tätigkeiten, d.h. Trocknen, Pressen und Zerfasern, sind in Tabelle 3.2 zusammen mit den Spannen für den Gesamtenergieverbrauch auf Standortebene dargestellt.

Tabelle 3.2: Jährliche Energieverbrauchswerte, dargestellt für die drei wichtigsten energieverbrauchenden Prozesse und für den Gesamtenergieverbrauch auf Standortebene

	Einheit	PB	OSB	MDF <sup>(3)</sup>	
Trocknungs-					
Leistung	MWh	$4\ 000 - 26\ 000$	8 000 - 13 000	6 000 – 32 000	
	MWh/m <sup>3</sup>	$0,01-0,09^{(1)}$	0,03 - 0,04	0,03 - 0,12	
	Fertigplatte		, , ,	0,03 - 0,12	
% des Gesamtstandorts		6 - 50	22 - 36	9 - 28	
Wärme	MWh	$50\ 000 - 407\ 000$	33 000 – 192 000	64 000 – 205 000	
	MWh/m <sup>3</sup>	$0.17 - 0.86^{(2)}$	0,1 - 0,4	0,4 - 1,1	
	Fertigplatte		0,1 - 0,4	0,4 - 1,1	
% des Gesamtstandorts		34 - 90	ND	28 - 58	
Verfeinerungs-					
Leistung	MWh	k. A.	k. A.	14 000 – 43 000	
	MWh/m³	k. A.	k. A.	0,08 - 0,15	
	Fertigplatte	к. А.	к. А.	0,00 - 0,13	
% des Gesamtstandorts		k. A.	k. A.	16 - 45	
Wärme	MWh	k. A.	k. A.	52 000 – 186 000	
	MWh/m <sup>3</sup>	k. A.	k. A.	0,27 -0,79	
	Fertigplatte	K. A.	K. A.	0,27 -0,79	
% des Gesamtstandorts		k. A.	k. A.	10-60	
Druck-					
Leistung	MWh	5 000 - 21 000	5 000 – 19 000	4 000 – 26 000	
	MWh/m <sup>3</sup>	0,02 - 0,06	0,01 - 0,06	0,01 - 0,09	
	Fertigplatte			-	
% des Gesamtstandorts		12 - 38	13 - 50	3 - 22	
Wärme	MWh	$13\ 000 - 50\ 000$	ND	20 000 - 50 000	
	MWh/m <sup>3</sup>	0,05 - 0,14	ND	0,1 - 0,32	
	Fertigplatte	0,03 - 0,14	ND	0,1 - 0,32	
% des Gesamtstandorts		7 - 15	ND	7 - 15	
Standortwert					
Leistung		11 000 - 101 000	35 000 – 49 000	53 000 – 230 000	
	MWh/m³	0,07 - 0,24	0,10 - 0,13	0,25 - 0,76	
	Fertigplatte	0,07 - 0,24	0,10 - 0,13	0,23 - 0,70	
Leistung: Teil des		10 - 46	14 - 54	13 - 64	
Gesamtenergieverbrauchs					
Wärme	MWh	$28\ 000 - 750\ 000$	33 000 – 112 000	231 000 - 887 000	
	MWh/m <sup>3</sup>	0,18 - 1,73	0,11 - 0,69	0,30 - 2,90	
	Fertigplatte	0,10 - 1,/3	0,11 - 0,09	0,30 - 2,90	
Wärme: Teil des		54 - 90	46 - 86	36 - 87	
Gesamtenergieverbrauchs		J <del>4</del> - 90	70 - 00	30 - 07	

NZ: nicht zutreffend.

KA: Keine Angaben verfügbar.

Quelle: [23, WBP-Industrie 2012]

Die nachgelagerten Tätigkeiten, wie zum Beispiel Zerkleinern und Zerspanen und die vorgelagerten Holzverarbeitungstätigkeiten einschließlich der entsprechenden Reinigungssysteme tragen insgesamt zwischen 15 % und bis zur Hälfte des Gesamtenergieverbrauchs bei (hauptsächlich in Form von Stromverbrauch). Der Energieverbrauchsanteil hängt von dem Endprodukt, dem Grad der Zerkleinerung und den Reinigungsschritten vor dem Trocknen ab.

Bei der Herstellung von Spanplatten werden in einigen wenigen Anlagen indirekt beheizte Trockner eingesetzt. Indirekt beheizte Trockner haben angeblich eine hohe Energieeffizienz wegen des Vorteils, den Trocknungsprozess mit einer KWK-Anlage zu kombinieren. Aus der Analyse der Daten hat sich der Unterschied im Energieverbrauch zwischen indirekt beheizten und direkt beheizten Trocknern nicht als signifikant erwiesen.

<sup>(</sup>¹) Der Stromverbrauch für indirekt beheizte Trockner für die Herstellung von Spanplatten wird als 0,01 MWh/m³ fertiger Platte gemeldet.

<sup>(2)</sup> Der Wärmeenergieverbrauch für indirekt beheizte Trockner für die Herstellung von Spanplatten wird als 0,46 - 0,60 MWh/m³ fertiger Platte gemeldet.

<sup>(3)</sup> MDF umfasst lediglich Daten aus der Herstellung von MDF-Sorten im Trockenverfahren. Isolierung und Flexboard-Platten sind nicht in den Daten enthalten.

Die Herstellung von MDF-Platten umfasst einen Zerfaserungsschritt, bei dem die Erzeugung von Dampf für die Kochstufe, die Verwendung von heißem Wasser zum Vorkochen und von Strom für die Refiner alle zum Gesamtenergieverbrauch beitragen.

Das Zerfasern und Trocknen von Fasern kann auch als einzelner Prozess betrachtet werden. In Tabelle 3.3 sind die Energieverbrauchswerte auch pro Tonne Trockenfasern angegeben, was eine angemessene Methode ist, die für die Herstellung von Trockenfasern benötigte Energiemenge anzugeben. Der Energieverbrauch für das Zerfasern liegt in derselben Größenordnung wie der Energieverbrauch für die Trocknung der Fasern.

Tabelle 3.3: Vergleich des Energieverbrauchs pro Produkteinheit bei der Herstellung von MDF-Platten

	Trocknung und Zerfasern	Trocknung	Zerfasern			
Leistung, MWh /Tonnen Trockenfasern	0,19 - 0,52	0,04 - 0,21	0,13 - 0,4			
Leistung, MWh/m³ Fertigplatte	0,12 - 0,26	0,03 - 0,12	0,08 - 0,15			
Wärme, MWh /Tonnen Trockenfasern	1,23 - 2,91	0,74 - 1,45	0,38 - 1,44			
Wärme, MWh/m³ Fertigplatte 0,76 - 1,37 0,4 - 1,1 0,27 - 0,79						
Quelle: D026, D067, D066, D084, D045, D009, D030, D031 [23, WBP-Industrie 2012]						

Die Daten über den Energieverbrauch sind aus mehreren Gründen höchst unterschiedlich, wodurch die einzelnen Datensätze nur schwer miteinander verglichen werden können. Zu den möglichen Gründen für die unterschiedlichen gemeldeten Zahlen zum Energieverbrauch zählen die folgenden Gründe:

- Die Wahl der verwendeten Rohstoffe und des Produkts, einschließlich der Verarbeitung, bestimmt den Umfang der zusätzlichen Prozesse, die am Standort durchgeführt werden.
- Die Rückführung der Heißluft vom Trockner oder anderer Heißluftströme dürfte zwar den Gesamtwärmeenergieeintrag senken, könnte aber gleichzeitig zu einer Erhöhung des Stromverbrauchs führen, um verschiedene Lüfter anzutreiben.
- Die anfängliche Feuchtigkeit des verwendeten Holzrohstoffs bestimmt die Energie, die zum Trocknen des Materials benötigt wird. Aus einer weiteren Analyse der verschiedenen Rohstoffe, die in Produktionslinien für Spanplatten verwendet werden, geht kein direkter Zusammenhang mit dem Anteil an Altholz im Vergleich zu Rundholz, Sägemehl usw. und dem gemeldeten Energieverbrauch hervor.
- Der Energieverbrauch für die einzelnen Produktionsschritte lässt sich bei den einzelnen Anlagen nicht immer eindeutig ermitteln und vergleichen, weil der Energieverbrauch nicht immer auf Teilanlagenebene oder mit der gleichen Unterscheidung zwischen den Prozessschritten gemessen wird.

#### 3.1.5 Wasserverbrauch

Der Holzwerkstoffsektor zeichnet sich nicht durch einen hohen Wasserverbrauch aus, weshalb der Wasserverbrauch selten ein Problem darstellt. Prozesswasser umfasst hauptsächlich Wasser für die Leimzubereitung und Wasser zum Besprühen und Befeuchten nach der Mattenstreuung. Eine Ausnahme besteht in der Herstellung von Fasern, bei der das Zerfasern der Fasern den Gesamtwasserverbrauch erhöht.

Zu Wasser, das für andere Zwecke verwendet wird, die nicht direkt prozessbezogen sind, gehört Wasser zum Kühlen der Motoren, Kühlwasser für Feuerungsanlagen, Wasser, das zum Befeuchten von Biomasse-Asche verwendet wird, Wasser in Nassabscheidern, Löschwasser und Wasser zum Reinigen der Anlage.

Zum Reinigen der Anlage gehört auch das Reinigen des Trockners. Für das Reinigen des Trockners beläuft sich der Wasserverbrauch auf etwa 3.000–5.000 m³ pro Jahr. Auf Anlagenebene kann diese Menge bis zu 240.000 m³ pro Jahr betragen.

Der Gesamtwasserverbrauch auf Anlagenebene im Vergleich zum Prozesswasserverbrauch wird dargestellt in Tabelle 3.4. Der Wasserverbrauch wird angegeben in Volumen, aber auch im genaueren Maß m³/m³ fertiger Platte, mit dem die Anlagenleistungen verglichen werden können.

Tabelle 3.4: Gesamtwasserverbrauch in der Produktion von OSB-Platten, Spanplatten und MDF-Platten

	OSB <sup>(1)</sup>	PB <sup>(2)</sup>	MDF <sup>(3)</sup>
Gesamtwasserverbrauch auf <b>Standortebene</b> in m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> produziertes Produkt	0,1 - 0,6	0,02 - 0,88	0,15 - 1,52
Prozesswasserverbrauch in m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> pro produziertem Produkt	0,04 - 0,57	0,02 - 0,21	0,03 - 1,42
Gesamtwasserverbrauch auf Standortebene in 1.000 m³/Jahr	50 - 164	33 - 390	41 – 592 <sup>(4)</sup>
Prozesswasserverbrauch in 1.000 m³/Jahr	12 - 164	3 - 164	4 - 464

<sup>(1)</sup> Anlagen D010, D013, D029, D032.

Bei der Herstellung von MDF-Platten verlangt der Zerfaserungsschritt Wasser und selbst wenn das Prozesswasser wiederverwertet wird, gibt es nach wie vor einen Bedarf für zusätzliches Frischwasser. Der Wasserverbrauch beruht auf einer Spanne von Refiner-Kapazitäten, die zwischen 20 Tonnen und 40 Tonnen Trockenfasern/Stunde liegen, während die Spannen der auf dem Markt verfügbaren Geräte zwischen 9 Tonnen und 80 Tonnen Trockenfasern/Stunde liegen können. Die Menge des wiederverwerteten Wassers wird zwischen 0 % und 100 % gemeldet.

Der Wasserbedarf für die Zerfaserungsanlage alleine liegt zwischen 0,015 m³/Tonne und 2,0 m³/Tonne Trockenfasern. Dazu gehört auch das Wasser zum Waschen der Holzhackschnitzel, auch wenn der Wasserverbrauch oder die Menge des wiederverwerteten Wassers nicht direkt davon beeinträchtigt wird, ob ein Schritt zum Waschen der Holzhackschnitzel eingesetzt wird oder nicht.

Der Wasserverbrauch für die Herstellung von OSB-Platten ist zwar niedriger als für die Herstellung von MDF-Platten, es gibt jedoch einen erheblichen Unterschied zwischen den Anlagen. Nur vier Anlagen für die Produktion von OSB-Platten sind die Grundlage für das Datenspektrum in Tabelle 3.4. Der Wasserverbrauch für die Herstellung von OSB-Platten auf Anlagenebene hängt außerdem von der Wahl des Minderungssystems ab, so

<sup>(2)</sup> Anlagen D001, D003, D004, D007, D008, D012, D014, D020, D021, D022, D025, D029, D042, D044, D042, D071.

<sup>(3)</sup> Anlagen D005, D09, D011, D026, D028, D040, D067, D081, D085.

<sup>(4)</sup> Drei Anlagen wiesen einen um zwischen 1.500.000 m³/Jahr und 3.000.000 m³/Jahr erheblich höheren Verbrauch auf.

Quelle: [8, TWG WBP 2012]

wird der Verbrauch beispielsweise höher, wenn ein Nassabscheider für die Behandlung der Abgase von Trockner und/oder Pressen verwendet wird.

Der Wasserverbrauch bei der Herstellung von Spanplatten wird nicht als hoch angesehen. Aus der Tabelle geht jedoch ein erheblicher Unterschied zwischen den einzelnen Anlagen hervor. Obwohl der Wasserverbrauch niedriger ist als für die Herstellung von MDF-Platten zeigen die erhobenen Daten, dass es lohnend sein könnte, die Wasserverbrauchsmuster genauer zu untersuchen. Die Daten, auf denen die Tabelle beruht, enthalten nicht genug Informationen, um die Menge des in bestimmten Teilen der Anlage verwendeten Wassers oder die zur Reduzierung des Wasserverbrauchs bereits ergriffenen entsprechenden Maßnahmen vollständig zu klären.

#### 3.2 **Emissionen in Luft**

#### 3.2.1 **Emissionen von Trocknern**

Alle Trockneremissionen im Sektor, für die Daten erhoben wurden, werden in der Regel auf den Gesamtfeinstaubgehalt kontrolliert, der nachstehend als Staub bezeichnet wird. Die Daten repräsentieren die Mehrheit der Mitgliedstaaten und erfassen die wichtigsten Produktionsstätten. Die für die Probenahme und Analyse eingesetzten Verfahren sind unterschiedlich und die Referenzbedingungen, die zur Angabe der analytischen Ergebnisse verwendet werden, sind ebenfalls unterschiedlich.

Zum Vergleich der Daten und zur Bewertung der Leistung der Techniken sind alle eingegangenen Daten mit den notwendigen Kontextinformationen verwendet worden. Einige der Daten zu den Emissionen von Trocknern wurden ohne Korrektur auf einen Standardsauerstoffgehalt erhalten, was normalerweise von den Berichterstattungsbedingungen in ihrer Umweltgenehmigung vorgeschrieben wird. Der gemessene Sauerstoffgehalt bei der Probenahme wurde angegeben und lag in der Regel zwischen 16,5 % und über 20 %. Bei Fasertrocknern und indirekt beheizten Spanplattentrocknern liegt der Sauerstoffgehalt nahe bei 20-21 %, bei direkt beheizten Trocknern von Spanplatten und OSB-Platten ist dagegen ein niedriger Sauerstoffgehalt zwischen 17 % und 19 % üblich. Die Daten sind bezogen auf den trockenen Bezugszustand zu lesen. Jedes Mal, wenn Daten bezogen auf den feuchten Bezugszustand angeführt werden, wird dies ausdrücklich angegeben.

Der Großteil der Trockneremissionen, für die Daten erhoben wurden, wird außerdem auf den Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen kontrolliert. In aller Regel wird der Parameter für den gesamten flüchtigen organischen Kohlenstoff, TVOC, verwendet. Der verwendete Parameter zur Angabe des organischen Gehalts, des Probenahmeverfahrens und auch der analytischen Methode kann unterschiedlich sein, was potenziell zu abweichenden Ergebnissen führen kann. Die Probenahme und Überwachung von Formaldehyd wird separat mithilfe verschiedener Überwachungsstandards durchgeführt.

In Tabelle 3.5 sind die verschiedenen Emissionswerte für Staub, TVOC und Formaldehyd von Trocknerabgasen für verschiedene Produkte dargestellt. Die gesamten flüchtigen organischen Verbindungen werden in der Datenerhebung durch verschiedene Parameter angegeben. In der Tabelle ist der Unterschied zwischen direkt beheizten und indirekt beheizten Trocknern angezeigt. Die Spannen geben die enorme Vielfalt in der Datenerhebung wieder, die von den verwendeten Rohstoffen, den Produktionsmethoden, den eingesetzten Minderungsmaßnahmen und der Wahl des Überwachungssystems abhängen.

Tabelle 3.5: Gemeldete Emissionswerte für Staub, TVOC und Formaldehyd von Trocknern für Spanplatten-, OSB- und MDF-Produktionslinien

Produkt	Trocknertyp	Staub (mg/Nm³)	TVOC (mg/Nm³)	Formaldehyd (mg/Nm³)
Spanplatte	Direkt beheizte Trockner <sup>(1)</sup>	1 - 144	1 - 380	0,2 - 52
<i>Бриприи</i>	Indirekt beheizte Trockner <sup>(2)</sup>	1 - 97	92 - 280	6,2 - 7,7
OGD	Direkt beheizte Trockner <sup>(1)</sup>	1 - 70	29 - 402	0,6 - 15
OSB	Indirekt beheizte Trockner	-	-	-
MDF	Direkt beheizte Blow-Line- Trockner <sup>(2)</sup>	1 - 37	6 - 227	2,6 - 14
	Indirekt beheizte Trockner <sup>(2)</sup>	2 - 16	12 - 42	5 und 10
(1) Bei 18 % O <sub>2</sub> , tro	ckener Bezugszustand.			

(2) Trockener Bezugszustand.

Quelle: [8, TWG WBP 2012].

Eine weitere maßgebliche Emission von Trocknern ist NO<sub>X</sub>, wofür Daten sowohl für direkt beheizte Trockner als auch (zu Vergleichszwecken) für indirekt beheizte Trockner gesammelt worden sind. Der NO<sub>X</sub>-Gehalt schwankt bei direkt beheizten Trocknern zwischen 2 mg/Nm³ und etwa 350 mg/Nm³. Alle Daten werden mit einem Standardsauerstoffgehalt von 18 % angegeben.

Mehrere andere Parameter, wie zum Beispiel CO, SO<sub>X</sub>, Schwermetalle, HCl und Dioxine werden in Abgasen von Trocknern zwar überwacht, allerdings nur ab und zu. Wo solche Daten vorlagen, wurden sie in das vorliegende Dokument aufgenommen.

#### 3.2.1.1 Staub in Trockneremissionen

In Abbildung 3.6 ist die Verteilung der durchschnittlichen Staubemissionen aus allen erhaltenen erhobenen Emissionsdaten von 50 Produktionslinien für Spanplatten zusammen mit der eingesetzten Minderungstechnik angezeigt.

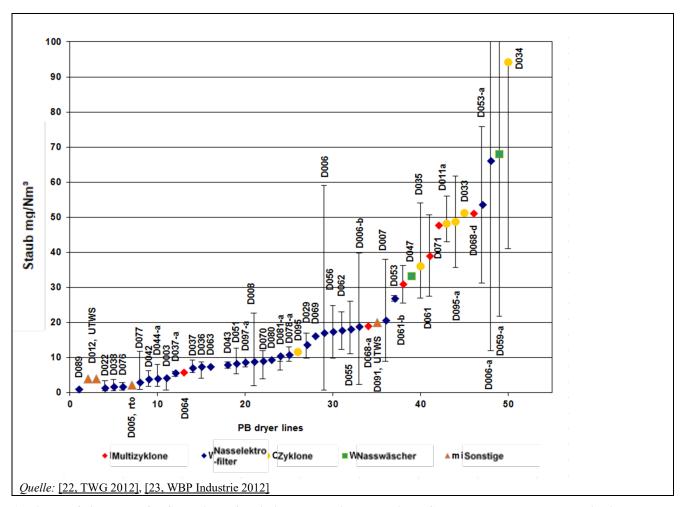


Abbildung 3.6: Werte für Staub in Luftemissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern und die eingesetzten Minderungsmaßnahmen, gestützt auf Daten von 50 Produktionslinien

Der Unterschied in den gemeldeten Emissionswerten zwischen den einzelnen Trocknerlinien nicht nur in Abbildung 3.6, sondern auch in den restlichen Abbildungen in den Abschnitten 3.2.1.1, 3.2.1.2 und 3.2.1.3 spiegelt des gewählten Nassabscheiders und zum Teil auch die Referenzbedingungen wider. Die entsprechenden Informationen über die Referenzbedingungen für die einzelnen Daten Abbildung 3.6 sind in Tabelle 3.6 dargestellt. In mehr als der Hälfte der Produktionslinien wird ein Nasselektrofilter eingesetzt, wobei Multizyklone die andere am häufigsten eingesetzte Technik sind. Obwohl zwischen Zyklonen und Multizyklonen unterschieden wird, können die beiden Techniken auf der Grundlage der erhobenen Daten als die gleiche Entstaubungstechnik angesehen werden.

Mehrere Standorte nicht nur in Abbildung 3.6, sondern auch in den restlichen Abbildungen in den Abschnitten 3.2.1.1, 3.2.1.2 und 3.2.1.3 zeigen sowohl im Hinblick auf den Staubgehalt als auch auf den Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen einschließlich Formaldehyd einen großen Unterschied zwischen den gemeldeten Mindestwerten und Höchstwerten für Emissionen von dem Trockner in die Luft auf. Dies könnte eine Auswirkung des Betriebsmanagements des Trocknungsverfahrens, der getrockneten Rohstoffe und des Betriebsmanagements des Minderungssystems für Luftemissionen usw. sein.

Tabelle 3.6: Gemeldete Details über Referenzbedingungen für die in Abbildung 3.6 dargestellten Daten zu Staubemissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern in die Luft

ID- Nummer der Anlage	Referenz-O <sub>2</sub> - Gehalt (Vol %)	Die Daten werden im feuchten oder trockenen Bezugszustand angegeben	ID- Nummer der Anlage	Referenz-O2- Gehalt (Vol %)	Die Daten werden auf feuchten oder trockenen Bezugszustand angegeben
D089	-	-	D095	15,47	Trocken
D012	11	Feucht	D029	17	-
D012a	11	Feucht	D069	-	-
D022	17	Feucht	D006	17	Trocken
D038	17	-	D056	$(16,64)^{(1)}$	Trocken
D076	17	Feucht	D062	17	Trocken
D005	17	Trocken	D055	$(13,2)^{(1)}$	Trocken
D077	17	-	D006-b	17	Trocken
D042	18	Trocken	D068-a	$(19,4)^{(1),(2)}$	Trocken
D044-a	18	Trocken	D091	ı	-
D003	17	Trocken	D007	17	Trocken
D037-a	$(13,7)^{(1)}$	Trocken	D053	$(18,7)^{(1)}$	Trocken
D064	-	-	D061-b	$(20,85)^{(1)}$	Trocken
D037	17	Trocken	D047	17	Trocken
D036	17	Trocken	D035	-	-
D063	17	-	D061	$(20,85)^{(1)}$	Trocken
D063-b	17	-	D071	$(19,05)^{(1)}$	Trocken
D043	18	Trocken	D011a	$(18,9)^{(1)}$	Feucht
D051	$(20,2)^{(1)}$	Trocken	D095-a	$(18,7)^{(1)}$	Trocken
D097-a	-	-	D033	$(18,7)^{(1)}$	Feucht
D008	17	Trocken	D068-d	$(19,3)^{(1),(2)}$	Trocken
D070	6	Trocken	D053-a	$(18)^{(1)}$	Trocken
D080	$(18)^{(1)}$	Trocken	D006-a	17	Trocken
D081-a	-	-	D059-a	$(19)^{(1)}$	Trocken
D078-a	$(18,25)^{(1)}$	-	D034	18,6	Trocken

Daten zu Staubemissionen sind in Abbildung 3.6 nicht angezeigt

ID- Nummer der	Staub (mg/Nm³)			Referenz-O <sub>2</sub> - Gehalt (Vol	- Regugegustand	
Anlage	Mindestwert	Durchschnittswer t	Höchstwert	%)	Eingesetzte Technik zur Staub- verminderung	
D071-a	-	100	-	$(16,5)^{(1)}$	Trocken/Multizyklone	
D068	-	108	-	$(16)^{(1)}$	Trocken/Multizyklone	
D016	-	108	-	$(15,75)^{(1)}$	Trocken/Multizyklone	
D072	_	108	-	$(19,9)^{(1)}$	Trocken/Multizyklone	
D072-a	-	119	-	$(17,9)^{(1)}$	Trocken/Multizyklone	

D017	130	144	172	(16,6) <sup>(1)</sup>	Trocken/Multizyklone
D015a	116	144	176	$(18)^{(1)}$	Feucht/Multizyklone
D015	128	187	255	17	Feucht/Multizyklone

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Presseabgase können ebenfalls gesammelt und zusammen mit Trocknerabgasen behandelt werden, dieses Verfahren kommt aber hauptsächlich mit einem Nasselektrofilter zur Anwendung. Die zusätzliche Quelle von den Pressenemissionen trägt nicht signifikant zu den Staubwerten Nasselektrofilter bei, im Vergleich zu einem Nasselektrofilter, der nur Trocknerabgase behandelt, bei, siehe Abbildung 3.7.

Dies ist zunächst ein Hinweis auf die Möglichkeiten zur Behandlung unterschiedlicher ähnlicher Quellen mit derselben Technik, allerdings unter der Voraussetzung, dass die Technik so ausgelegt ist, dass sie alle verschiedenen Abgasströme behandeln kann.

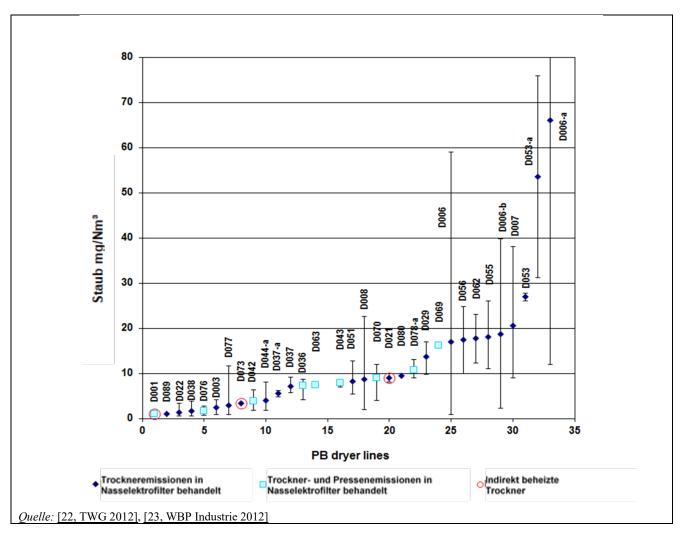


Abbildung 3.7: Werte für Staub in Emissionen von Spanplattentrocknern, die einen Nasselektrofilter einsetzen, in die Luft (einschließlich der gemeinsamen Behandlung von Trocknerabgasen und Presseabgasen)

<sup>(1)</sup> Gemessener Sauerstoffgehalt (in Vol-%) ohne Korrektur.

<sup>(2)</sup> Zweite Stufe PB-Trockner (erster Stufe ist D068).

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

In einigen wenigen Anlagen werden indirekt beheizte Trockner eingesetzt. Die Werte für Staub in Luftemissionen sind dargestellt in Tabelle 3.7. Wie für direkt beheizte Trockner werden Nasselektrofilter und Zyklone eingesetzt. In einigen wenigen Produktionslinien für Spanplatten, d.h. in vier Anlagen, werden Gewebefilter eingesetzt. Die Staubemissionen von den Gewebefiltern werden kontinuierlich fotometrisch mit periodischer Überwachung jedes dritte Jahr gemessen, wie in Tabelle 3.7 dargestellt. Wird ein Gewebefilter eingesetzt, ist die sich ergebende freigesetzte Staub-Massenbelastung pro Tonne getrocknetes Produkt entsprechend niedriger. Gewebefilter sind effiziente Staubsammler, weisen jedoch keine Minderungseffizienz für flüchtige organische Verbindungen auf.

Tabelle 3.7: Emissionsdaten für Staub aus indirekt beheizten Trocknern in der Produktion von Spanplatten, basierend auf Daten aus periodischer Überwachung

ID- Nummer der Anlage	Eingesetzte Technik	Staub (mg/Nm³)		Auslasstemperatur vom Trockner	Spezifische Massenbelastung	
		Min.	Durchschnitt	Max.	° C	g/t getrocknetes Produkt
D004 <sup>(1)</sup>	Gewebefilter	0,9	2,74	11,9	80	-
D018	Gewebefilter	0,5	0,9	1,5	70	3,0
D020	Gewebefilter (11 % O <sub>2</sub> )	1,44	1,66	1,86	100	9,5
D024	Gewebefilter	-	1,3	-	120	3,9
D001	WESP (17 % O <sub>2</sub> )	-	1	-	-	-
D073	WESP	-	3,3	-	-	-
D021	WESP	8	9	10	-	-
D082	Zyklone	=	97	-	- 	-

Hinweis: Falls nicht anders angegeben, werden die Daten ohne Korrektur auf einen Standard-Sauerstoffgehalt angeführt.

Die Daten wurden von 11 Produktionslinien für OSB-Platten erhoben, die von 9 Standorten repräsentiert werden. Alle in den Produktionslinien für OSB-Platten eingesetzte Trockner sind direkt beheizte Trockner. Die durchschnittlichen Staubemissionen sind dargestellt in Abbildung 3.8. Sieben Produktionslinien setzen für die Behandlung der Emissionen von dem Trockner einen Nasselektrofilter ein. Außerdem werden in zwei der Linien die Presseemissionen gesammelt und zusammen mit den Trockneremissionen behandelt. Zwei Anlagen nutzen Zyklone oder Multizyklone als Minderungstechnik.

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

<sup>(</sup>¹) Der Durchschnitt ist ein Tagesdurchschnitt, die Mindestwerte und Höchstwerte sind halbstündliche Durchschnittswerte.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP-Industrie 2012].

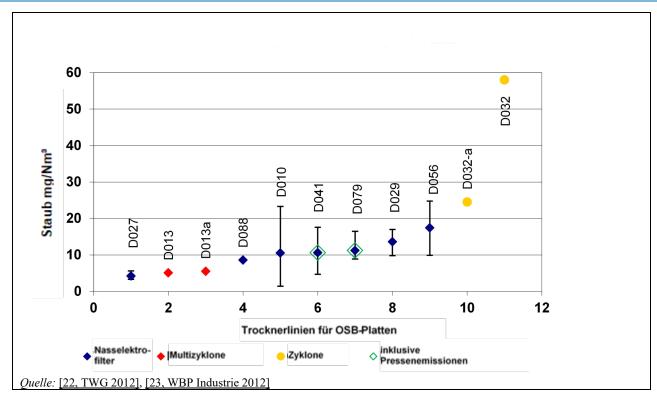


Abbildung 3.8: Werte für Staub in Emissionen von direkt beheizten Trocknern für OSB-Platten in die Luft und die eingesetzten Minderungsmaßnahmen, auf der Grundlage von Daten aus 11 Produktionslinien

Der Staubgehalt in den Trocknerabgasen der 11 Produktionslinien für OSB-Platten ist generell niedriger als bei den Produktionslinien für Spanplatten. Die niedrigeren Werte bei den Produktionslinien für OSB-Platten stehen sehr wahrscheinlich in direktem Zusammenhang mit den Rohstoffen; OSB-Platten werden unter Verwendung von Rundholz-Flocken hergestellt, Spanplatten werden dagegen aus verschiedenen Quellen hergestellt, zu denen auch Altholz gehört.

Die Angaben in Abbildung 3.8 variieren je nach den verwendeten Referenzbedingungen. Die Daten stehen sowohl für einen feuchten als auch für einen trockenen Bezugszustand und weisen unterschiedliche Korrekturen für den Sauerstoffgehalt auf, siehe Tabelle 3.8.

Tabelle 3.8: Gemeldete Details über Referenzbedingungen für die in Abbildung 3.8 dargestellten Daten zu Staubemissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern in die Luft

ID-Nummer der Anlage	Referenz-O2-Gehalt (Vol%)	Die Daten werden im feuchten oder trockenen Bezugszustand angegeben	Feuchtigkeit (Vol %)
D013	11	Feucht	35,8
D013a	11	Feucht	35,8
D027	=	-	=
D010	17	Trocken	24,50
D079	17	-	=
D088	=	-	=
D041	20(1)	Feucht	11
D029	-	Trocken	12
D056	16,64 <sup>(1)</sup>	Trocken	=
D032-a	18(1)	Feucht	21,3
D032	18,5(1)	Feucht	20,8

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

<sup>(1)</sup> Gemessener Sauerstoffgehalt (in Vol-%) ohne Korrektur.

Die gemeldeten Staubwerte für Emissionen von Trocknern für MDF-Platten sind niedriger als für Spanplatten und OSB-Platten. Es wurden Daten von 32 Produktionslinien für MDF-Platten erhoben und die Staubwerte sind in Abbildung 3.9 dargestellt. Als Staubabscheider kommen Multizyklone oder Hochleistungszyklone zum Einsatz, während die Wahl von Nasswäscheranlagen mit oder ohne biologischer Oxidation oder Zersetzung weithin verbreitet ist und nicht nur auf die Entstaubung gerichtet ist, sondern auch auf die Reduzierung des organischen Teils der Trockneremissionen abzielt (einschließlich Formaldehyd). In Abbildung 3.9 werden drei Trocknerlinien als indirekt beheizte Trockner angeführt. Die indirekte Trocknung durch Dampf wird bei Bedarf häufig dadurch verbessert, dass sie direkt mit Heißgas ergänzt wird, das von gasbefeuerten Brennern und anderen Verbrennungsquellen erzeugt wird. Die Unterscheidung zwischen direkter und indirekter Trocknung ist beim Trocknen von Fasern nicht immer eindeutig und wird daher oft als kombinierte Trocknung erwähnt. Wenn eine kombinierte Trocknung stattfindet, werden die Trockner als direkt beheizte Trockner angesehen.

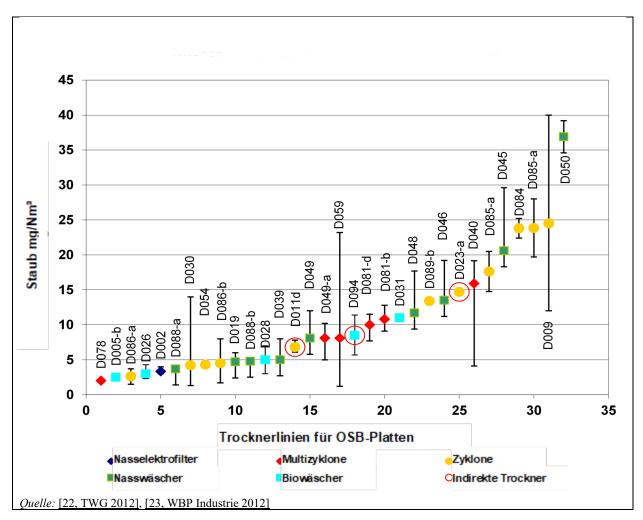


Abbildung 3.9: Werte für Staub in Emissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft und die eingesetzten Minderungsmaßnahmen, gestützt auf Daten von 32 Produktionslinien

Die Angaben in Abbildung 3.9 variieren je nach den verwendeten Referenzbedingungen. Die Daten stehen sowohl für einen feuchten als auch für einen trockenen Bezugszustand und weisen unterschiedliche Korrekturen für den Sauerstoffgehalt auf, siehe Tabelle 3.9.

Tabelle 3.9 Gemeldete Details über Referenzbedingungen für die in Abbildung 3.9 dargestellten Daten zu Staubemissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft

ID- Nummer der Anlage	Gemessen er O <sub>2</sub> - Gehalt (Vol%)	Die Daten werden im feuchten oder trockenen Bezugs- zustand angegeben	Feucht igkeit (Vol %)	ID- Numm er der Anlage	Gemessener O <sub>2</sub> -Gehalt (Vol%)	Die Daten werden im feuchten oder trockenen Be- zugszustand angegeben	Feuchtig- keit (Vol %)
D078	19,4 %	-	-	D059	20,9 %	Trocken	4,25
D005-b	20,2 %	Trocken	-	D046	(angegeben mit Korrektur auf 17 % O <sub>2</sub> )	Trocken	10
D086-a	18,8 %	Feucht	16,5	D081-d	20,9 %	Trocken	6,98
D026	-	-	-	D081-b	20,9 %	Feucht	7,3
D028	(angegeben mit Korrektur auf 18,9 % O2)	Trocken	-	D085	19,8 %	Trocken	2,35
D002	19,2 %	Trocken	-	D031	20,9 %	Feucht	-
D088-a	-	-	-	D048	19,2 %	Trocken	12,8
D030	20,6 %	-	-	D045	(angegeben mit Korrektur auf 17 % O <sub>2</sub> )	Trocken	13
D054 <sup>(1)</sup>	20 %	Trocken	-	D089-b	-	-	-
D086-b	18,94 %	Feucht	16,1	D084	(angegeben mit Korrektur auf 17 % O <sub>2</sub> )	Feucht	2,1
D019	_	-	-	D085-a	19,85 %	Trocken	1,9
D088-b	-	-	-	D023-a	-	Trocken	10,65
D011d	-	Feucht	-	D040	20 %	Feucht	14
D049 (3)	18,6 %	Trocken	12,6	D009 <sup>(2)</sup>	19,75 %	Trocken	-
D049-a (3)	21 %	Trocken	3	D050	19,36 %	Trocken	10,19
D094	20 % ine Angaben yo	Trocken		D039	(angegeben mit Korrektur auf 17 % O <sub>2</sub> )	Feucht	16

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Drei Anlagen, die Hartfaserplatten und Flexboardplatten herstellen, sind in der oben angeführten Tabelle nicht enthalten. Bei der Herstellung von Flexboardplatten und Hartfaserplatten wird der Leim den Fasern nicht vor, sondern nach dem Trocknen beigemengt. Als Entstaubungstechnik werden Zyklone eingesetzt, was ausreicht, um den Staubgehalt unter 5 mg/Nm³ zu halten (bei den Anlagen D074 und D075). In einer Anlage (D090) wird ein Nasswäscher in Verbindung mit Zyklone eingesetzt, um den Staubgehalt auf 6–14 mg/Nm³ zu reduzieren.

In einer Anlage, in der Trocknerabgase von einer Produktionslinie für Spanplatten behandelt werden, wird eine regenerative thermische Oxidationsanlage (RTO-Anlage) für die Minderung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) eingesetzt. Da die RTO-Anlage empfindlich für hohe Staubwerte ist, muss der Staub zuerst aus den Emissionen gefiltert werden, bevor die flüchtigen organischen Verbindungen dann in der RTO-Anlage zerstört werden können. Die gewählte Entstaubungstechnik besteht in einem Kiesbett-Elektrofilter, bei dem es sich außerdem um die einzige Teilanlage in der EU handelt. Die resultierenden Emissionen aus dem Auslass der RTO-Anlage sind 2,2 mg/Nm³ Staub, 0,11 mg/Nm³ Formaldehyd und 1,4 mg/Nm³ NMVOC, basierend auf einer jährlichen Probe. Die auf den Kiesbett-Elektrofilter alleine bezogene Leistung vor dem Einströmen der Abgase in die RTO-Anlage ist nicht bekannt.

<sup>(</sup>¹) Einschließlich der Entstaubung mit Einsatz eines Elektrofilters nach der Feuerungsanlage und vor dem Trocknen.

<sup>(2)</sup> Einschließlich der Entstaubung mit Einsatz von Multizyklonen nach der Feuerungsanlage und vor dem Trocknen.

<sup>(3)</sup> Der D049 ist ein Direkttrockner der ersten Stufe, der D049-a ist dagegen die indirekt beheizte zweite Stufe des Trockners.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

Bei drei Anlagen, die Spanplatten oder OSB-Platten herstellen, wird eine Trockneranlage mit geschlossenem Kreis eingesetzt. Die Überwachungsdaten geben die Zusammensetzung der Trocknerabgase nicht an, da die Abgasemissionsstelle direkt mit der Feuerungsanlage verbunden ist. Die Daten sind daher auch in Abschnitt 3.2.4 enthalten.

#### Staubbeitrag aus dem Heißgase, das für direkte Trocknung verwendet wird

Bei der direkten Trocknung werden die Trocknerabgase mit den Heißgasen aus dem Verbrennungsprozess gemischt und der ursprüngliche Staubgehalt in den heißen Gasen trägt zum Gesamtstaubgehalt bei. Der Staubbeitrag hängt von dem verwendeten Brennstoff, der Verbrennungstechnologie und den Entstaubungsmaßnahmen ab, bevor die Heißgase in den Trockner geleitet werden. Während der Einsatz von Staubabscheidern in Feuerungsanlagen zur Dampf- und Stromerzeugung für indirekt beheizte Trockner gängige Praxis ist, werden Entstaubungssysteme in Feuerungsanlagen zur Erzeugung von Heißgasen für direkte Trocknung nicht immer eingesetzt. Der Staubbeitrag von den Heißgasen ist Gegenstand von Abschnitt 3.2.4.

### 3.2.1.2 Formaldehyd in Trockneremissionen

Formaldehyd wird in den meisten Abgasemissionen von Trocknern überwacht.

Während Staub, wie in Abschnitt 3.2.1.1 angegeben, regelmäßig überwacht wird, werden Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen nicht unbedingt mit der gleichen Häufigkeit überwacht, insbesondere wenn nur ganz spezielle Entstaubungsmaßnahmen, wie zum Beispiel Zyklone, eingesetzt werden.

Alle für Spanplatten gemeldeten Formaldehydemissionen liegen in einem Bereich zwischen der Nachweisgrenze und einem Höchstwert von 74 mg/Nm³; siehe Abbildung 3.10, in der die Daten von 34 Produktionslinien für Spanplatten dargestellt werden.

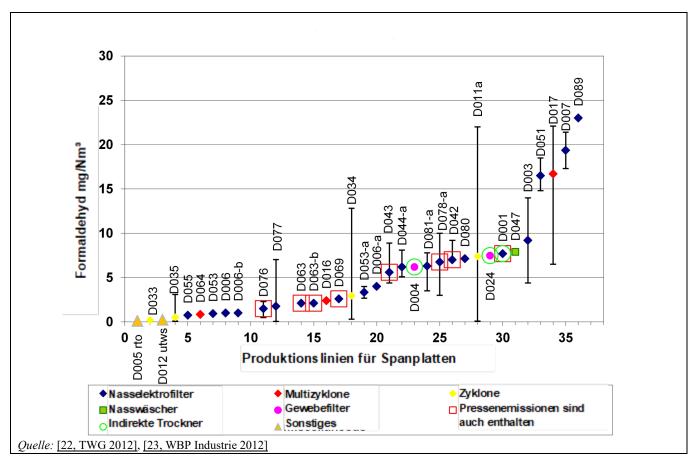


Abbildung 3.10: Werte für Formaldehyd in Emissionen von Trocknern für Spanplatten in die Luft und die eingesetzten Minderungsmaßnahmen, auf der Grundlage von 34 Produktionslinien

Die entsprechenden Informationen zu den Referenzbedingungen und den Messstandards sind in Tabelle 3.10 zusammengefasst.

Es wurde eine Abschätzung durchgeführt, inwieweit das Probenahmeverfahren einen signifikanten Einfluss auf den gemessenen Formaldehydgehalt hat. Es wird gemeldet, dass Daten, die aus Probenahmen mit Adsorptionsrohren oder aus nicht-isokinetischen Probenahmen erhalten wurden, niedrigere Ergebnisse verzeichnen können als Daten, die aus isokinetischen Probenahmen in einer Impinger-Lösung erhalten wurden, siehe dazu auch Abschnitt 3.7.2.2. Da keine Daten aus Stichproben vorliegen, die gleichzeitig mit beiden Vorgehensweisen von derselben Emissionsquelle genommen wurden, kann dies hier nur allgemein vermerkt werden. Aus den Unterschieden in den Datensätzen aus den zwei wichtigsten Probenahmeverfahren kann nicht darauf geschlossen werden, dass sie nur mit dem Probenahmeverfahren zusammenhängen. Aus den Daten der 13 Stichproben von Anlagen für Spanplatten, die mithilfe des trockenen Adsorptionsverfahrens genommen wurden, ergibt sich ein Durchschnittswert von 4,5 mg/Nm³. Aus den Daten der 19 Stichproben von Anlagen für Spanplatten, die mithilfe des isokinetischen Probenahmeverfahrens in einer Impinger-Lösung genommen wurden, ergibt sich ein Durchschnittswert von 6,2 mg/Nm³.

Tabelle 3.10: Gemeldete Details zu den Referenzbedingungen für in Abbildung 3.10 dargestellten Daten bezüglich Formaldehyd-Emissionen aus Trocknern für Spanplatten in die Luft

		Formaldehyd (mg/Nm³)			Zusätzliche Informat	ionen
ID- Nummer der Anlage	Min.	Durch- schnitt	Max.	Referenz-O <sub>2</sub> - Gehalt (Vol %)	Die Daten werden im feuchten oder trockenen Bezugszustand angegeben	Standardverfahren
D005	-	0,11	-	17	Trocken	-
D033	0,2	0,2	0,2	(18,7)(1)	Feucht	2,4 DNPH Impinger-Lösung
D035	0,1	0,5	3,1	-	-	-
D006	1	1	1	17	Trocken	Geänderte US EPA M316
D006-b	1	1	1	17	Trocken	Geänderte US EPA M316
D055	0,8	0,8	0,9	(13,2)(1)	Trocken	PN-Z-040030-7, PN-ISO-10396
D064	-	0,85	-	-	-	Lokale Norm
D076	0,5	1,5	2,3	17	Feucht	BS EN 13649:
D053	0,91	0,93	0,95	(18,7)(1)	Trocken	PN-Z-040030-7, PN-ISO-10396
D077	0,06	1,8	7	17	Feucht	BS EN 13649:
D063	-	2,1	-	(19,2)(1)	-	VDI 3484-B2.2, EN 15259, EN 120
D063-b	-	2,1	-	(19,2)(1)	-	VDI 3484-B2.2, EN 15259, EN 120
D016	-	2,4	-	$(15,75)^{(1)}$	Trocken	NF X43-264
D006-a	4	4	4	17	Trocken	Geänderte US EPA M316.
D069	-	3	-	-	-	NIOSH 3500
D034	0,3	2,8	12,3	18,6	Trocken	Ineris-Methode
D053-a	2,7	3,3	4	(18 %) <sup>(1)</sup>	Trocken	PN-Z-040030-7, PN-ISO-10396
D043	4,4	5,6	8,9	18	Trocken	-
D047	7,5	7,9	8,1	17	Trocken	US EPA-TO11/A
D044-a	5,1	6,2	8,1	18	Trocken	US EPA-TO11/A
D003	4,4	9,2	14	17	Trocken	VDI 3862
D042	7	7	9,2	18	Trocken	US EPA-TO11/A

ID- Nummer Min	in.	(mg/Nm <sup>3</sup> )				1
der Anlage		Durch- schnitt	Max.	Referenz-O2- Gehalt (Vol %)	Die Daten werden im feuchten oder trockenen Bezugszustand angegeben	Standardverfahren
D080 7,	,05	7,1	7,2	(18)(1)	Trocken	Geänderte US EPA M316.
D004 5	5,3	6,2	6,9	-	Trocken	VDI 3862
D081-a 3	3,5	6,3	7,8	-	Feucht	Geänderte US EPA M316.
D078-a	3	6,8	10	(18,25)(1)	-	Geänderte US EPA M316.
D011a 0	),1	7,4	22	$(18,9)^{(1)}$	Feucht	-
D024	-	7,5	-	-	Trocken	VDI 3862
D001	-	7,7	-	17	Trocken	-
D007 17	7,3	19,4	21,4	17	Feucht	Geänderte US EPA M316.
D051 14	4,8	16,5	18,5	(19,5)(1)	Trocken	VDI 3484-2, EN 1911-1
D017 6	5,5	16,7	22,1	$(16,6)^{(1)}$	Trocken	NF X43 264
D089	-	23	-	-	-	-
D008 3	33	52	74	17	Feucht	Geänderte US EPA M316.
D095	-	1,3	-	19	Trocken	NF X43 264
D012	-	0,25	-	11	Feucht	NIOSH 3500

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

Die Daten in Abbildung 3.10 werden in Tabelle 3.11 alternativ als spezifische Formaldehydbelastungen pro Tonne getrockneter Späne dargestellt.

Die niedrigste spezifische Belastung wird verzeichnet, wenn eine RTO-Anlage eingesetzt wird, in der die enthaltenen flüchtigen organischen Verbindungen, einschließlich Formaldehyd thermisch zerstört werden. Die Spanne der spezifischen Belastungen reicht beim Einsatz von Zyklonen, die kein Formaldehyd mindern, von 1,6 g bis zu 58,5 g pro Tonne getrockneter Späne. Diese Spanne ist bei Nasselektrofiltern und integrierter Behandlung der Presseabgase enger als bei Zyklonen und schwankt zwischen 30 g und 80 g pro Tonne getrockneter Späne.

Tabelle 3.11: Spezifische Massenbelastung von Formaldehyd in Emissionen von Spanplattentrocknern in die Luft

ID-Nummer	Spezifische Massenbelastung	Eingesetzte Reinigungstechnik und Bemerkungen
der Anlage	g Formaldehyd/Tonne Getrocknete Späne	
D005	0,3	RTO
D064	1,6	Keine Minderung (Multizyklone)
D035	6,2	Keine Minderung (Zyklone)
D034	8,5	Keine Minderung (Zyklone)
D016	15,6	Keine Minderung (Multizyklone)
D011-a	57,2	Keine Minderung (Zyklone)
D017	58,5	Keine Minderung (Multizyklone)
D024	22,4	Gewebefilter, Indirekt beheizter Trockner
D007	31	WESP
D044-a	38	WESP
D080	52,2	WESP
D081-a	71,6	WESP
D008	82,5	WESP

<sup>(1)</sup> Gemessener Sauerstoffgehalt (in Vol-%) ohne Korrektur.

D043	24,3	WESP, mit Presse		
D001	33,5	WESP, mit Presse		
D078-a	33,6	WESP, mit Presse		
D042	49,7	WESP, mit Presse		
D033	1,8	Nasswäscher (und Zyklone)		
D047	70,1	Venturiwäscher		
Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP-Industrie 2012].				

Die Formaldehydemissionen von Produktionslinien für OSB-Platten liegen im gleichen Bereich wie diejenigen von Produktionslinien für Spanplatten, siehe Tabelle 3.12. Werden nur Zyklone oder Multizyklone eingesetzt, sind die für Formaldehyd gemessenen Werte niedrig. Zyklonanlagen reduzieren zwar den Staubgehalt, wirken sich aber nicht auf Formaldehyd aus. Die niedrigen Werte könnten entweder durch die Schwierigkeiten bei der repräsentativer Probenahmen nach einem Zyklon oder die Durchführung durch Probenahmeverfahren (isokinetisches Verfahren im Vergleich zu nicht-isokinetischem Verfahren oder Probenahme in einer Impinger-Lösung im Vergleich zu einer Probenahme auf Adsorptionsrohren) erklärt werden. Bei den beiden Produktionslinien mit Multizyklonen in Tabelle 3.12 wurden Proben mithilfe von Adsorptionsrohren und unter Verwendung von nicht-isokinetischen Probenahmeverfahren entnommen, während die restlichen Daten durch isokinetische Probenahmeverfahren in einer Impinger-Lösung erhalten wurden, siehe dazu auch Abschnitt 3.7.2.2.

Tabelle 3.12: Formaldehydemissionen von direkt beheizten OSB-Trocknern in die Luft

	]	Formaldehyd (mg/Nm³)		Zusätzliche Informationen					
ID- Nummer der Anlage	Min.	Durch- schnitt	Max.	Referenz-O2- Gehalt (Vol%)	Die Daten werden auf feuchten oder trockenen Bezugszustan d angegeben	Standard- verfahren	Minderungs technik		
D096	0,1	0,2	0,5	-	Trocken	-	UTWS		
D032-a	0,3	0,6	0,8	18 (keine Korrektur)	Feucht (21 %)	2,4 DNPH Impinger-Lösung	Keine VOC- Minderung (Multizyklone)		
D032	0,4	0,8	1,2	18,5 (keine Korrektur)	Feucht (21 %)	2,4 DNPH Impinger-Lösung	Keine VOC- Minderung (Multizyklone)		
D013-a	-	5,6	-	11	Feucht (35 %)	ISO 13649	Keine VOC- Minderung (Zyklone)		
D013	-	5,4	-	11	Feucht (35 %)	ISO 13649	Keine VOC- Minderung (Zyklone)		
D010	5	9,2	12	17	Feucht (26 %)	Geänderte US EPA M316.	WESP		
D079	9	14	18,5	17	-	Geänderte US EPA M316.	WESP		
D088	i	9,6	-	-	-	-	WESP		
D041	0,97	15	27	20	Feucht (11 %)	NCASI/C1/W P98.01	WESP		

'-': Es liegen keine Angaben vor.

*Quelle:* [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

Der Formaldehydgehalt in Trockneremissionen aus Produktionslinien für MDF-Platten wird mit Nasswäschern oder Biowäschern reduziert. Die Formaldehydemissionen von Produktionslinien für MDF-Platten, angegeben in Massenkonzentrationen, liegen innerhalb desselben Bereichs wie die Formaldehydemissionen von Produktionslinien für Spanplatten und OSB-Platten, siehe Abbildung 3.11.

Eine weitere Zersetzung des Formaldehyds kann erreicht werden und wird in einigen Anlagen auch eingesetzt. Formaldehyd kann durch chemische oder katalytisch unterstützte Oxidation bei Nasswäsche oder separat zersetzt werden. Andere einfache Aldehyde und Alkohole werden ebenfalls oxidiert.

Formaldehydemissionen können aufgrund der Wahl des Holzrohstoffs höher als der Durchschnitt liegen [84, Weigl et al. 2009] und in einem geringerem Ausmaß auch durch die Auswahl des Leims, das bei der Herstellung von MDF-Platten vor der Trocknung beigemengt wird und durch die Menge des im Leim vorhandenen freien Formaldehyds, dies kann jedoch gewollt sein, um in der fertigen Platte so wenig Formaldehyd wie möglich zu lassen. Die Betriebsbedingungen für Temperatur und Verweilzeit können angepasst werden, um während des Produktionsprozess höhere Formaldehyd- und TOC-Emissionen zu begünstigen, was bei der Herstellung von Platten mit niedriger Formaldehydausdünstung vorteilhaft ist.

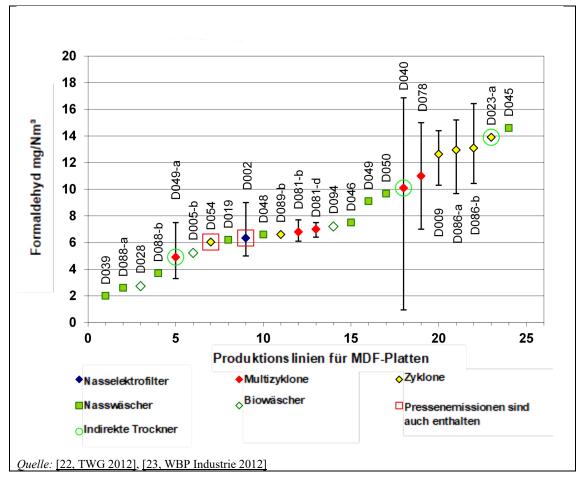


Abbildung 3.11: Werte für Formaldehyd in Emissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft, gestützt auf Daten von 15 Produktionslinien

Die Daten von Emissionen von Trocknern für MDF-Platten werden sowohl für den trockenen als auch für den nassen Bezugszustand angegeben. Die Referenzbedingungen werden entweder mit einer Korrektur auf den Standard-Sauerstoffgehalt oder ohne jegliche Korrektur angegeben und für Probenahme und Untersuchung werden unterschiedliche Standardmethoden eingesetzt. Die Einzelheiten sind in Tabelle 3.13 dargestellt.

Tabelle 3.13: Unterstützende Informationen und Details zu Referenzbedingungen bezüglich Formaldehyd in Emissionen aus Trocknern in Produktionslinien für MDF-Platten in die Luft sind dargestellt in Abbildung 3.11

	Form	aldehyd (mg/	/Nm³)	Sauerstoffgeh alt	Bemerkungen			
Daten- satz	Min.	Durch- schnitt	Max.	Gemessener Sauerstof- fgehalt (Vol%)	Die Daten werden auf feuchten oder trockenen Bezugszustand angegeben	%vol Feuchti- gkeit	Methode	
D039	1	2	4	17 (O <sub>2</sub> -Referenz- gehalt in Vol-%)	Feucht	16	US EPA Methode 5, NCASI Kaltwasserverfahr en	
D088-a	-	2,6	-	-	-	-	-	
D028	2,6	2,7	2,9	18,9 (O2-Referenz- gehalt in Vol-%)	-	-	-	
D088-b	-	3,7	-	-	-	-	-	
D046	4,6	7,5	10,8	17 (O <sub>2</sub> -Referenz- gehalt in Vol-%)	Trocken	10	US EPA-TO11/A	
D049-a	3,3	4,9	7,5	21	Trocken	3	VDI 3484-2, EN1911-1	
D054	-	6	-	20	Trocken	-	-	
D019	6	6,2	6,5	-	-	-	VDI 3862	
D002	5	6,3	9	19,2	Trocken	-	-	
D048	4,2	6,6	13,9	19,2	Trocken	12,8	VDI 3484-2, EN1911-1	
D089-b	-	6,6	-	-	-	-	IIG	
D081-b	6,1	6,8	7,7	20,85	Feucht	7,3	Geänderte US EPA M316.	
D081-d	6,4	7	7,5	20,85	Feucht	6,98	Geänderte US EPA M316.	
D045	13,9	14,6	15,6	17 (O <sub>2</sub> -Referenz- gehalt in Vol-%)	Trocken	13	US EPA-TO11/A	
D049	2,5	9,1	18,4	18,6	Trocken	12,6	VDI 3484-2, EN1911-1	
D050	6,4	9,6	13,2	19,57	Trocken	8,43	VDI 3484-2, EN1911-1	
D040	0,95	10,1	16,9	20	Feucht	14	NCASI/C1/W P98.01	
D078	7	11	15	19,4	-	-	Geänderte US EPA M316.	
D009	10,3	12,6	14,4	19,75	Trocken	-	Geänderte US EPA M316.	
D086-a	9,7	12,9	15,2	18,81	Feucht	16,5	Geänderte US EPA M316.	
D086-b	10,4	13,1	16,4	18,94	Feucht	16,09	Geänderte US EPA M316.	
D005-b	-	5,2	-	20,17	Trocken	-	-	
D094	6,8	7,5	7,8	_	Trocken	_	_	

Die tatsächliche Emission beispielsweise von Formaldehyd könnte durch die spezifische Massenbelastung pro Tonne getrockneter Fasern genauer dargestellt werden als durch Massenkonzentrationen. Zur Darstellung der spezifischen Massenbelastungen sind die Durchschnittswerte der jährlichen Produktion an getrockneten Spänen in Tonnen zusammen mit einem durchschnittlichen Luftdurchsatz und der gemessenen Formaldehydkonzentration verwendet worden. In Tabelle 3.14 sind für eine Reihe von Produktionslinien für MDF-Platten die spezifischen Massenbelastungen zusammen mit den entsprechenden Minderungstechniken angeführt.

Tabelle 3.14: Spezifische Massenbelastung von Formaldehyd von MDF-Fasertrocknern

ID-Nummer der	Spezifische Massenbelastung	Reinigungstechnik und Bemerkungen
Anlage	g Formaldehyd/Tonne getrocknete Fasern	
D049	20	Keine VOC- Minderung (Multizyklone), indirekter Trockner
D078	70	Keine VOC- Minderung(Multizyklone)
D009	100	Keine VOC- Minderung ( <i>Zyklone</i> )
D081	150	Keine VOC- Minderung(Multizyklone)
D040	160	Keine VOC- Minderung ( <i>Zyklone</i> )
D002	70	WESP mit Pressen-Abgasen
D048	105	Nasswäscher Chemische Oxidation
D049	120	Nasswäscher Chemische Oxidation
D050	130	Nasswäscher Chemische Oxidation
D046	170	Nasswäscher
D045	200	Nasswäscher
D028	30	Biowäscher
Quelle: [22, TWG 2012	2], [23, WBP-Industrie 2012].	

Die spezifischen Belastungen sollten lediglich als Richtwerte verwendet werden, da mehrere Schätzungen in die Berechnung aufgenommen werden müssen. Je nach der Genauigkeit der Probenahmen und der Vergleichbarkeit zwischen den gemessenen Konzentrationen, dem Rohstoff und der Menge des zum Zeitpunkt der Probenahme getrockneten Produkts und dem Zeitpunkt der Probenahme während des Jahrs gibt es Unterschiede, die nicht berücksichtigt werden können.

Die spezifischen Massenbelastungen hängen von der in die Abgase eingehenden Last und von dem Wirkungsgrad der Minderungstechnik ab. Bei drei Anlagen wird eine chemische Oxidation durchgeführt, die auf Formaldehyd abzielt, weil die Betriebsbedingungen eine beinahe vollständige Übertragung sämtlichen freien Formaldehyds, das im Rohstoff und im Leim enthalten ist, in die Luft begünstigen. Selbst bei einem hohen Wirkungsgrad des Wäschers und der chemischen Oxidation gibt es dennoch eine Restmenge an emittiertem Formaldehyd.

Beim Einsatz eines Nasswäschers liegen die spezifischen Massenbelastungen zwischen 100 g und 200 g Formaldehyd pro Tonne getrockneter Fasern. Zyklone weisen niedrigere Werte als Nasswäscher auf, obwohl Zyklone den Formaldehydgehalt nicht reduzieren. Dies könnte mit schwierigen Probenahmebedingungen zu tun haben, die eine repräsentative Stichprobe nicht begünstigen.

Die entsprechenden spezifischen Formaldehydbelastungen pro Tonne getrockneter Flocken, die bei der Herstellung von OSB-Platten nach der Behandlung aus dem Trockner emittiert werden, werden für vier Produktionslinien angeführt:

- 33 g Formaldehyd/Tonne getrockneter Flocken (D010, direkter Trockner, WESP);
- 194 g Formaldehyd/Tonne getrockneter Flocken (D041, direkter Trockner, Presseemissionen, WESP);

- 13 g Formaldehyd/Tonne getrockneter Flocken (D013, direkter Trockner 1, keine Minderung (Zyklone));
- 37 g Formaldehyd/Tonne getrockneter Flocken (D013, direkter Trockner 2, keine Minderung (Zyklone)).

Das spezifische Belastung für eine Reihe von Produktionslinien für Spanplatten ist in Tabelle 3.11 dargestellt worden. Die spezifischen Formaldehydbelastungen sind sowohl in den Emissionen von Trocknern für OSB-Platten als auch in den Emissionen von Trocknern für Spanplatten niedriger als in den Emissionen von Produktionsanlagen für MDF-Platten.

## 3.2.1.3 Organische Verbindungen in Trockneremissionen

Organische Verbindungen werden entweder als einzelne Schadstoffe, wie zum Beispiel Formaldehyd oder Essigsäure oder als Summe oder Gruppe von organischen Verbindungen festgelegt. Es gibt eine beträchtliche Vielfalt bei der Wahl der Probenahme- und Analysenormen und bei der Angabe des Gesamtgehalts an organischen Verbindungen. In Abbildung 3.12 sind die Unterschiede in der Menge des organischen Gehalts in Trockneremissionen von Produktionslinien für Spanplatten und bezogen auf die analytischen Parameter dargestellt. Die Werte sind nicht direkt vergleichbar. Die Unterschiede sind hauptsächlich den gemeldeten Bedingungen (trockene oder feuchte Bezugsbasis), den Rohstoffen und der tatsächlichen Leistung der Produktionsanlage und der eingesetzten Minderungstechnik geschuldet, die Wahl der Parameter und der dazugehörenden Norm kann jedoch auch nicht vernachlässigt werden.

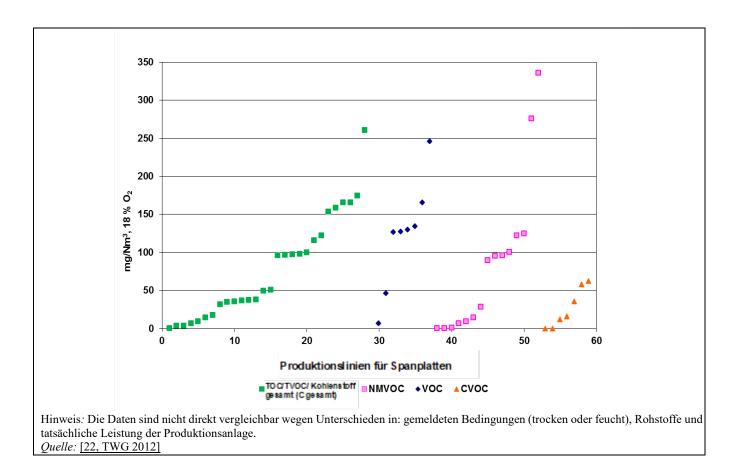


Abbildung 3.12: Darstellung des unterschiedlichen Gehalts an organischen Verbindungen in Emissionen aus Trocknern für Spanplatten in die Luft

Die Parameter, die die in der Datenerhebung gemeldete organische Fraktion erfassen, variieren unter den folgenden Parametern:

- TOC (gesamte organische Verbindungen);
- VOCs/TVOC (flüchtige organische Verbindungen/gesamte flüchtige organische Verbindungen);

- NMVOC (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan)
- TC (gesamter Kohlenstoff, einschließlich anorganischer Kohlenstoffe);
- CVOCs (Kondensierbare flüchtige organische Verbindungen)

Es gibt keine direkte berechenbare Beziehung zwischen den fünf Parametern. TOC, TVOC und VOCs in den Trockneremissionen dürften vergleichbar sein, im Hinblick auf die CVOCs ergeben sich dagegen niedrigere Resultate, siehe dazu auch Abbildung 3.12. CVOCs bestehen aus organischen Verbindungen, die bei Umgebungstemperaturen kondensieren und aus verdampfter Pech- und Holzpyrolyse oder Oxidationsprodukten, beispielsweise von solchen Terpenen wie Carbonsäuren und Carbonyl, bestehen. Terpene sind in einigen Weichholzarten der Hauptbestandteil in flüchtigen organischen Verbindungen, gehören aber nicht zu den CVOCs.

Der Parameter für die gesamten organischen Verbindungen (TOC) sollte theoretisch höher sein als alle anderen Parameter. In der Praxis werden lediglich Stichproben von dem flüchtigen Teil genommen und der Parameter TOC ist daher TVOC, also der flüchtige Teil von TOC. Bei der direkten Trocknung tragen die Rauchgase zum Gesamtwert für den TOC-Parameter bei. TC umfasst alle Kohlenstoffe und kann in Trockneremissionen mit den Parametern TOC oder TVOC zwar verglichen werden, der TC-Parameter könnte potenziell aber auch organische Kohlenstoffe wie CO, CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> enthalten. Methan (CH<sub>4</sub>) könnte einen erheblichen Teil einer TOC/TVOC-Stichprobe ausmachen. Der Beitrag des Methans kann leicht aus dem Gesamtwert für TVOC abgezogen werden, wenn die richtige Norm befolgt wird, mit der der NMVOC-Parameter angegeben werden kann.

Bei Verwendung der Norm EN 12619 werden die Ergebnisse für die Parameter TOC/TVOC/NMVOC/VOCs in mg C angegeben. Das Ergebnis wird manchmal als Hexan, Pentan, Monoterpenen oder Toluen angegeben, was im Vergleich zu C einen Unterschied von bis zu 1,2 ergeben könnte. Die potenziellen Unterschiede gelten für den Vergleich der Überwachungsdaten aus der Datenerhebung nicht als signifikant.

Einige Emissionsdaten sind gleichzeitig auf zwei oder mehr Parameter untersucht worden, wie in Tabelle 3.15 dargestellt ist.

Tabelle 3.15: Beispiele für den Gehalt an organischen Verbindungen in Trockneremissionen, angegeben durch unterschiedliche Parameter

ID-Nummer Anlage	der	O <sub>2</sub> -Referenz	VOC (mg/Nm³)	TOC (mg/Nm³)	NMVOC (mg/Nm³)	CVOC (mg/Nm³)
D012		11 %	-	12	2,5	0,38
D010		17 %, trocken	564(1)	292	564	-
D043		18 %	-	37	29	-
D035		(keine O <sub>2</sub> -Korrektur)	5,5	81	75	-
D017		(keine O <sub>2</sub> -Korrektur)	-	83	80	-
D034		(keine O <sub>2</sub> -Korrektur)	100	-	76	16
D016	•	(keine O <sub>2</sub> -Korrektur)	106	-	104	-

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [22, TWG 2012]

Alle angegebenen Daten werden in der weiteren Darstellung der aktuellen Werte für organische Verbindungen in Emissionen von Produktionslinien für Spanplatten in die Luft verwendet. Wenn beispielsweise die Techniken zur Reduzierung kondensierbarer flüchtiger organischer Verbindungen in Luftemissionen bewertet werden, ist es nützlich, auch den Parameter CVOC einzubeziehen. Daten für CVOC liegen kaum vor, werden aber einbezogen, wenn sie relevant sind. Wenn nötig, wird die verwendete Norm für die Probenahme und Analyse angegeben.

Die Unterschiede in den Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen in die Luft aus 41 Produktionslinien für Spanplatten sind in Abbildung 3.13 dargestellt. Ein Nasselektrofilter wird in mehr als der Hälfte aller Standorte eingesetzt. Die Verteilung reicht von unter 20 mg/Nm³ bis zu mehr als 250 mg/Nm³. Außerdem wird angegeben, ob die Presseemissionen mit derselben Technik behandelt werden.

<sup>(</sup>¹) Die Werte für VOCs sollten nicht höher sein als TOC. Die Differenz wird damit erklärt, dass die Parameter VOC/NMVOC mit einem Flammen-Ionisation Detektor (FID) gemessen und als C angegeben werden, während der TOC-Parameter für diese Analyse durch Probenahmen auf Adsorptionsrohren gemessen und durch GC-MS analysiert wird.

Wirksame Entstaubungsmaßnahmen, wie zum Beispiel Gewebefilter, siehe Abschnitt 3.2.1.1, sollten im Hinblick auf die Reduzierung der in den Trocknerabgasen enthaltenen organischen Bestandteile keinerlei Effizienz aufweisen. Die Werte für organische Verbindungen, die an zwei Produktionsanlagen für Spanplatten mit Gewebefiltern zur Entstaubung gemessen wurden, wiesen für den VOC-Parameter bei einer Anlage (D004) 205 mg/Nm³ und bei einer anderen Anlage (D024) einen Wert von 230 mg/Nm³ für den NMVOC-Parameter auf. Die Messwerte für Formaldehyd lagen bei den beiden Anlagen zwischen 6 mg/Nm³ und 7,5 mg/Nm³.

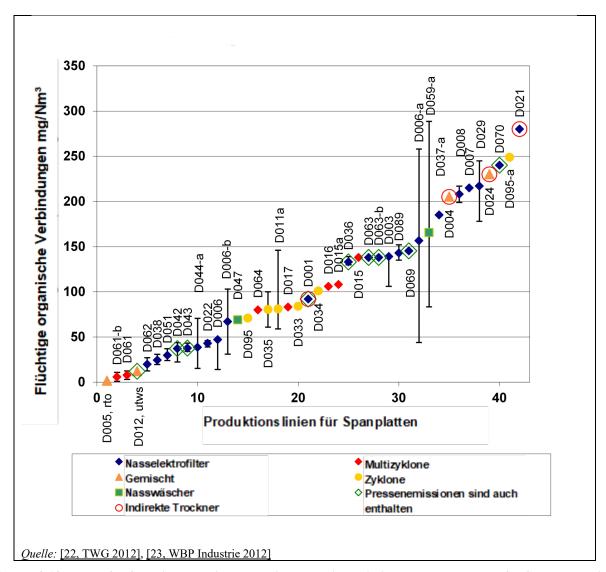


Abbildung 3.13: Werte für flüchtige organische Verbindungen in Emissionen von Trocknern für Spanplatten in die Luft, gestützt auf Daten von 41 Produktionslinien

Die in Abbildung 3.13 dargestellten Daten werden sowohl für den trockenen als auch für den feuchten Bezugszustand angegeben. Die Referenzbedingungen werden entweder mit einer Korrektur auf den Standard-Sauerstoffgehalt oder ohne jegliche Korrektur angegeben und für Probenahme und Untersuchung werden unterschiedliche Standardmethoden eingesetzt. Die Einzelheiten sind in Tabelle 3.16 dargestellt.

Tabelle 3.16: Unterstützende Informationen und Einzelheiten zu den in Abbildung 3.13 dargestellten Referenzbedingungen bezüglich der flüchtigen organischen Verbindungen in Emissionen von Trocknern für Spanplatten in die Luft

		üchtige organisc bindungen (mg/l		Sauerst	offgehalt	Zusätzliche Informationen		
Anlage	Min.	Durchschnitt	Max.	Referenz- O2- Gehalt (Vol%)	O2-Gehalt (Vol%) (keine Korrektur)	Feucht/ trocken	Parameter	Methode
D005	-	1,4	-	17	14,02	Trocken	NMVOC	-
D061- b	1	5,9	10,8	-	20,85	Trocken	TOC	US EPA 25A
D061	3	7,7	12,4	-	20,85	Trocken	TOC	US EPA 25A
D012	-	12	ı	11	-	Feucht	TOC	EN 13526
D062	12,5	19,8	27,1	17	18,8	Trocken	TOC	US EPA 25A
D038	19,5	24,4	30,8	17	-	Trocken	TOC	1
D051	24	29,7	37	-	19,2	Trocken	TOC	EN 13526
D042	22,3	37,1	43,7	18	ı	Trocken	TOC	EN 12619-1
D043	34	37,6	43,3	18	17,5	Trocken	TOC	-
D044-a	15,3	38,5	70,6	18	-	Trocken	TOC	EN 12619-1
D022	39	43	46	17	-	Feucht	TOC	-
D006	14	47	47	-	-	Feucht	TOC	EN 13526
D006- b	31	67	103	-	-	Feucht	TOC	EN 13526
D047	73	69	65	-	-	Trocken	TOC	EN 12619-1
D064	_	80	-	-	-	-	TOC	EN 13526
D035	61	80,5	100	-	-	-	TOC	-
D011a	59	81	146	-	18,9	Feucht	TOC	-
D017	-	83,2	-	16,6	-	Trocken	TOC	EN 12619
D033	-	84	-	-	18,7	Feucht	NMVOC	NFX 43-300, NFX 43-301
D001	-	92	-	17	-	Trocken	TOC	-
D034	-	101	-	19	-	Trocken	VOC	-
D016	_	106	-	-	15,75	Trocken	VOC	EN 12619
D015a	-	108	ı	-	18	Feucht	VOC	-
D036	130	133	139	17	-	-	TOC	-
D015	-	138	ı	-	18	Feucht	VOC	-
D063	-	138	-	19,2	-	-	TOC	EN 12619
D063- b	-	138	-	19,2	-	-	TOC	EN 12619
D003	106	139	139	17	-	Trocken	TOC	EN 12619
D089	135	143	152	-	-	-	TOC	-
D069	-	145	-	-	-	-	TOC	VDI 3481. Adsorption auf Kieselgel
D006-a	44	156	258	-	-	NassFeucht	TOC	EN 13526
D059-a	83	165	288	-	19	Trocken	TOC	Kontinuierliche Messung. FID- Analysegerät
D037-a	-	185	-	17	-		TOC	-
D008	199	208	217	17	-	Trocken	TOC	EN 13526
D007	-	215	ı	17	-	Feucht	TOC	EN 13526
D029	178	217	245	-	-	-	TOC	-
D024	-	230	-	-	-	-	NMVOC	EN 12619
D004	190	205	219	-	-	Trocken	VOC	EN 12619
D070		240	-	6	-	Trocken	VOC	-
D021	270	280	300	-	-	Feucht	NMVOC	-

		Flüchtige organische Verbindungen (mg/Nm³)		Sauerstoffgehalt		Zusätzliche Informationen		
Anlage	Min.	Durchschnitt	Max.	Referenz- O2- Gehalt (Vol%)	O2-Gehalt (Vol%) (keine Korrektur)	Feucht/ trocken	Parameter	Methode
D095	-	70,9	-	19	-	Trocken	NMVOC	EN 12619
D095-a	-	249	-	19	-	Trocken	NMVOC	EN 12619

'-': Es liegen keine Angaben vor.

Ouelle: [22, TWG 2012], [23, WBP-Industrie 2012]

Die aus den Daten der Produktionslinien für Spanplatten berechneten spezifischen Massenbelastungen weisen Unterschiede zwischen 150 g und 950 g TVOC pro Tonne getrockneter Späne auf. Die auf einen Nasselektrofilter bezogene Spanne beläuft sich auf 160–340 g TVOC pro Tonne getrockneter Späne (sechs Anlagen). Der Wertebereich für Zyklone und Multizyklone ist ziemlich weit und beläuft sich auf 150 g bis 950 g TOC pro Tonne getrockneter Späne (vier Anlagen), was die möglichen Unterschiede in dem Beitrag der Rohstoffe und Leime widerspiegelt, weil die Zyklone nicht über das Potenzial verfügen, flüchtige organische Verbindungen zu mindern.

Die Unterschiede bei dem Gehalt flüchtiger organischer Verbindungen in Emissionen von Trocknern für OSB-Platten in die Luft sind dargestellt in Tabelle 3.17. Ein Nasselektrofilter wird in mehr als der Hälfte aller Standorte eingesetzt. Eine Anlage behandelt die Presseemissionen im Nasselektrofilter zusammen mit den Trockneremissionen und weist einen höheren Wert auf als die anderen drei Anlagen.

Tabelle 3.17: Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen von direkt beheizten OSB-Trocknern in die Luft

ID-Nummer der Anlage	TOC (mg/Nm³)	Eingesetzte Reinigungstechnik und Bemerkungen
D013a	182	Keine VOC-Minderung (Multizyklone), bei 11 % O <sub>2</sub> , feucht, EN 12619
D013	226	Keine VOC-Minderung (Multizyklone), bei 11 % O <sub>2</sub> , feucht, EN 12619
D088	673	WESP, unbekannte Referenzbedingungen
D029	217	WESP, trocken, O <sub>2</sub> unbekannt Gemischt mit Spanplattentrocknerabgasen
D010	216	WESP, bei 17 % O <sub>2</sub> , feucht, EN 13649
	VOC	
D027	402	WESP, unbekannte Referenzbedingungen
D010	999	WESP, bei 14 % O <sub>2</sub> , trocken, EN 12619
	CVOC	
D041	29	WESP, unbekannte Referenzbedingungen
D079	52	WESP, unbekannte Referenzbedingungen
	NMVOC	
D032	349	Keine VOC-Minderung (Zyklone), bei 18,5 % O <sub>2</sub> , feucht, NFX 43–300 und NFX 43–301
D032-a	259	Keine VOC-Minderung (Zyklone), bei 18 %, O <sub>2</sub> , feucht, NFX 43–300 und NFX 43–301
Quelle: [22, TWO	G 2012]	

Die Daten über flüchtige organische Verbindungen in Emissionen von Trocknern für OSB-Platten in die Luft werden in der Regel nicht ausreichend durch Informationen gestützt. Ein Vergleich zwischen diesen Werten und den Werten aus Trocknerlinien für Spanplatten und MDF-Platten ist deshalb schwierig. Die Daten von Trocknern für OSB-Platten, die Minderungsmaßnahmen mit einer gewissen Wirksamkeit für flüchtige organische Verbindungen einsetzen, beziehen sich lediglich auf Nasselektrofilter. Aus den Daten kann jedoch abgeleitet werden, dass die TVOC-Werte vor der Minderung bei Trockneranlagen für OSB-Platten generell höher sind, was auf die Verwendung von 100 % Frischholz als einzigem Rohstoff zurückzuführen ist. Die Rohstoffe, die Wahl der Minderungsmaßnahmen und der Trocknerbetrieb sind bei einem Vergleich der Emissionswerte für flüchtige organische Verbindungen bei der Produktion von Spanplatten, OSB-Platten und MDF-Platten zu berücksichtigen.

Die gemessenen Werte für flüchtige organische Verbindungen liegen bei der Produktion von MDF-Platten, bei der vor der Trocknung Leim aufgetragen wird, innerhalb der gleichen Spanne wie die Werte für Spanplatten, siehe Abbildung 3.14.

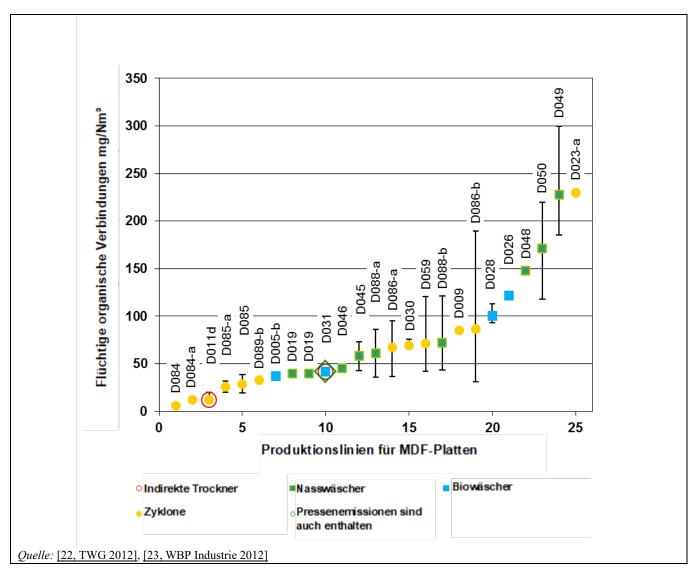


Abbildung 3.14: Werte für flüchtige organische Verbindungen in Emissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft, gestützt auf Daten von 24 Produktionslinien

Die Daten von Emissionen von Trocknern für MDF-Platten werden sowohl für den trockenen als auch für den feuchten Bezugszustand angegeben. Die Referenzbedingungen werden entweder mit einer Korrektur auf den Standard-Sauerstoffgehalt oder ohne jegliche Korrektur angegeben und für Probenahme und Analyse werden unterschiedliche Standardmethoden eingesetzt. Die Einzelheiten sind in Tabelle 3.18 dargestellt.

Tabelle 3.18: Unterstützende Informationen und Einzelheiten zu den in Abbildung 3.14 dargestellten Referenzbedingungen bezüglich der flüchtigen organischen Verbindungen in Emissionen von Trocknern für MDF-Platten in die Luft

		chtige organi indungen (mg		Sauersto	ffgehalt		Zusätzliche Informationen			
ID- Num- mer der Anlage	Min.	Durch- schnitt	Max.	Referenz- O2- Gehalt (Vol%)	O2- Gehalt (Vol %) (keine Kor- rektur)	Feucht/ trocken	Feuchtig- keit (%)	Metho- de	Umgesetzte Techniken	
D089-b	-	32,6	-	-	-	-	-	-	Zyklone	
D088-a	-	61,1	-	-	-	-	-	-	Nasswäscher	
D088-b	1	72	-	-	-	-	-	-	Nasswäscher	
D011d	9	12	20	-	-	-	-		Indirekter Trockner, Zyklone	
D046	30	45	60	17	-	Trocken	10	EN 12619	Nasswäscher	
D045	32,6	58	83	17	-	Trocken	13	EN 12619	Nasswäscher	
D031	-	42	-	-	20,89	Feucht	-	EN 12619	Biologischer Wäscher, indirek- ter Trockner, mit Presse	
D030	65,8	69,4	75,6	-	20,7	Trocken	-	-	Zyklone	
D059	42,3	71	120	-	20,95	Trocken	4,25	EN 13526	Direkter Trockner	
D009	85	85	85	-	19,75	Trocken	-	EN 13526	Zyklone	
D048	95	148	197	-	19,1	Trocken	12,4	EN 13526	2-Stufen-Trockner. Zyklon /Nass- wäscher <sup>(1)</sup>	
D050	129	171	243	-	19,27	Trocken	8,33	EN 13526	1- und 2-stufiger direkter Strom- rohtrockner. Zyklon /Nass- wäscher <sup>(1)</sup>	
D049	136	227	292	-	18,2	Trocken	15	EN 13526	1-stufiger direkter Stromrohrtrockner. Zyklon /Nass- wäscher <sup>(1)</sup>	
D028	93	100	113	18,9	-	-	-	-	NMVOC, Biowäscher	
D026	120	121,6	124	-	-	-	-	EN 12619	VOC, Biowäscher	
D086-a	36,3	67,2	94,9	-	18,81	Feucht	16,5	EN 12619	NMVOC, Zyklone	
D086-b	30,9	86,7	189,3	-	18,94	Feucht	16,09	EN 12619	NMVOC, Zyklone	
D085	19,1	28,7	38,3	17	-	Trocken	-	US EPA 25A	VOC, Zyklone	
D085-a	19,7	25,6	31,6	17	-	Trocken	-	US EPA 25A	VOC, Zyklone	

		chtige organi indungen (mg		Sauersto	ffgehalt	Zusätzliche Informationen			
ID- Num- mer der Anlage	Min.	Durch- schnitt	Max.	Referenz- O2- Gehalt (Vol%)	O2- Gehalt (Vol %) (keine Kor- rektur)	Feucht/ trocken	Feuchtig- keit (%)	Metho- de	Umgesetzte Techniken
D023-a	-	230	-	-	-	Trocken	10,65	EN 12619	NMVOC, indirekt beheizter Trockner, Zyklone
D019	38	39,8	41,6	-	-	-	-	VDI 3481	3-stufiger Nasswäscher
D005-b	-	37	-	-	20,17	Trocken	-	-	NMVOC, Venturi- und Biowäscher
D084	6,1	6,2	6,3	17	-	Trocken	-	US EPA 25A	NMVOC, Vortrockner, erste Stufe. Zyklone
D084-a	-	11,8	-	-	21	Feucht	-	US EPA 25A	NMVOC, Zweite Stufe. Zyklone

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP-Industrie 2012].

Obwohl die Trocknungstemperatur niedriger ist, trägt der natürliche Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen in den Holzspänen zum Gesamtwert des TOC-Parameters bei. Das wird durch ein Beispiel von einer Produktionsanlage für Flexboard-/Hartfaserplatten veranschaulicht, in der die Fasern unter ähnlichen Bedingungen getrocknet werden, allerdings ohne die Beimengung von Leim vor der Trocknung. Der gemeldete Emissionswert für den TOC-Parameter bei Verwendung von Zyklonen und einem Nasselektrofilter liegt zwischen 67 mg/Nm³ und 114 mg/Nm³.

In Tabelle 3.19 werden die spezifischen TOC-Massenbelastungen aus einem Fasertrockner in zwei Produktionsanlagen für Flexboard/-Hartfaserplatten (D090 und D075) mit zwei MDF-Fasertrocknern verglichen. Die Trocknerabgase werden in allen Anlagen mit Ausnahme der ersten (D075), in der kein Nasswäscher eingesetzt wird, in Zyklonen und Nasswäschern behandelt. Aus den begrenzten Daten scheint hervorzugehen, dass der natürliche Beitrag von dem Holz sehr wahrscheinlich bei etwa 400–500 g TOC/Tonne Trockenfaser liegt. Der natürliche TOC-Beitrag ist zwar zu berücksichtigen, der TOC-Beitrag von Leim könnte allerdings sogar zu noch höheren Emissionen führen.

Tabelle 3.19: Luftemissionen flüchtiger organischer Verbindungen von Fasertrocknern, die Zyklone und Nasswäscher als Minderungstechniken einsetzen, und die entsprechenden spezifischen Massenbelastungen

TOC	Spezifische Massenbelastung	Bemerkung
mg/Nm³	g TOC/Tonne getrocknete Fasern	
49	372 - 511	Weichholz und Hartholz, trocken, keine Korrektur für Sauerstoff
99	287 - 488	Weichholz und Hartholz, trocken, keine Korrektur für Sauerstoff
227	1700 - 3650	Hartholz, Altholz, trocken, keine Korrektur für O <sub>2</sub> , EN 13526
58	431 - 1120	Weichholz und Hartholz, 17 % O <sub>2</sub> , trocken, EN 12619
	mg/Nm³ 49 99 227	mg/Nm³         g TOC/Tonne getrocknete Fasern           49         372 - 511           99         287 - 488           227         1700 - 3650

<sup>(1)</sup> Chemische Formaldehydminderung/biologische Oxidation.

Anlage D049 in Tabelle 3.19 setzt einen Nasswäscher mit chemischer Oxidation ein, was zu niedrigeren Formaldehydwerten, aber höheren TOC-Werten führt, die möglicherweise auf Zersetzungsprodukte aus der gleichzeitigen chemischen Oxidation der leicht oxidierten Terpene zurückzuführen sind. Die Zusammensetzung der gesamten organischen Verbindungen (TOC) ist nicht bekannt.

# 3.2.1.4 Zusätzliche erhobene Daten über Staub und organische Emissionen von Trocknern

Daten von einigen Standorten zur Herstellung von Platten auf Holzbasis in einem Mitgliedstaat sind in Tabelle 3.20 dargestellt, darunter die Parameter für Staub, TVOC (gemeldet als gesamter Kohlenstoff (TC), der auch anorganische Kohlenstoffe enthalten kann) und Formaldehyd in Emissionen von Trocknerabgasen [45, VDI 2011]. Andere Parameter, wie zum Beispiel organische Säuren und Benzol sind zwar enthalten, werden aber nur mit einem einzigen Überwachungsergebnis dargestellt. Sporadische Probenahmen und Analysen von PCDD/F, HF, HCN, HCl und PAHs aus direkt und indirekt beheizten Trocknern für Spanplatten-Holzhackschnitzel wiesen Werte rund um die Nachweisgrenze auf.

Tabelle 3.20: Emissionswerte von Produktionslinien für Spanplatten und MDF-Platten in Deutschland

	Gesamtstaub (mg/Nm³)	TVOC (mg/Nm³)	Formaldehyd (mg/Nm³)	Bemerkungen
Direkt beheizte Span- platten-Trockner mit WESP	0,9 – 12,8 (Durchschnitt 7,9)	117 - 134 (Durchschnitt 124)	22	Korrigiert auf 17 % Sauerstoff, keine Korrektur auf trockene
Zahl der Probeanlagen	7	4	1	Bedingungen
Indirekt beheizte Spanplatten-Trockner	k. A.	200-250	k. A.	Korrigiert auf 17 % Sauerstoff, keine
Zahl der Probeanlagen	k. A.	2 <sup>(1)</sup>	k. A.	Korrektur auf trockene Bedingungen
Direkt beheizte Trockner für MDF-Platten <sup>(2)</sup>	2,0 - 2,9 (Durchschnitt 2,7)	32 – 107 <sup>(3)</sup> (Durchschnitt 70)	$6,3-440^{(3)}$	Keine Korrektur für Sauerstoff, korrigiert auf
Zahl der Probeanlagen	4	4	Etwa 6	trockene Bedingungen

Allgemeine Bemerkungen: Die Analyseverfahren folgen DIN-Normen. Es liegen keine nähere Angaben vor.

K. A.: Keine Angaben. *Quelle:* [45, VDI 2011]

Für einen Mitgliedstaat sind zusätzliche Daten bezüglich der jährlichen Gesamtbelastung von dem Europäischen PRTR und zur entsprechenden realisierten Produktion zur Verfügung gestellt worden. Die in Tabelle 3.21 angegebenen berechneten spezifischen Massenbelastungen liegen innerhalb der Bereiche, die bereits in vorhergehenden Abschnitten angeführt wurden. Die Meldeanforderungen für das Europäische PRTR umfassen Formaldehyd und NMVOC. Die Daten aus dem Europäischen PRTR sind belastungsbasiert und geben die jährlich emittierte Gesamtbelastung wieder, die direkt mit der Produktionsgröße zusammenhängt.

Es liegen keine Informationen darüber vor, ob es sich bei den einzelnen Werten um Durchschnittswerte handelt.

Es liegen keine Angaben über die Nachweisgrenzen der eingesetzten analytischen Methoden vor.

<sup>(</sup>¹) Eine der beiden Anlagen setzt einen Multizyklon/Nasselektrofilter ein, während die andere einen Gewebefilter nutzt (die gemeldeten Referenzbedingungen für die Anlage, die einen Gewebefilter nutzt, sind ohne Korrektur für O2 oder Feuchtigkeit).

<sup>(</sup>²) Die Trockner für MDF-Platten, für die Staubwerte gemeldet wurden, setzen Multizyklone oder einen zweistufigen Biowäscher ein.

<sup>(</sup>³) Der Wertebereich für den TC- oder Formaldehydgehalt veranschaulicht den Einsatz unterschiedlicher End-of-Pipe-Techniken, unterschiedlicher Leimsysteme und des Auftragens von Leim vor oder nach der Trocknung. Es wurden keine Einzelheiten angegeben.

Tabelle 3.21: Spezifische Massenbelastungen von Produktionsstätten in Frankreich

	<b>Gesamtstaub</b> (kg/Nm³ der Fertigplatte)	NMVOC (kg/Nm³ der Fertigplatte)	Formaldehyd (g/Nm³ der Fertigplatte)			
	0,04 - 0,44	0,11 - 1	0,1 - 140			
Zahl der Probeanlagen	7	3				
Quelle: [47, Frankreich E-PRTR 2010]						

Daten aus neun Trockneranlagen für Spanplatten und MDF-Platten in einem Mitgliedstaat werden in Tabelle 3.22 dargestellt. Einige der Daten werden auch in der Datenerhebung gemeldet. Die Emissionsdaten erfassen sowohl direkt beheizte Trockner als auch indirekt beheizte Trockner. Die Überwachung ist periodisch und die Ergebnisse stellen eine oder mehrere Probenahmeveranstaltungen dar. NO<sub>X</sub> wird regelmäßig überwacht und die niedrigeren Werte beziehen sich sehr wahrscheinlich auf indirekt beheizte Trockner. Bei einigen wenigen Anlagen werden auch weitere Parameter, wie zum Beispiel organische Säuren, Phenol und PCDD/F überwacht. Bei einer Anlage ist der Gehalt an organischen Säuren deutlich höher und liegt zwischen 4 mg/Nm³ und 9,9 mg/Nm³.

Tabelle 3.22: Emissionswerte von Produktionslinien für Spanplatten und MDF-Platten in Österreich

Anlage	Staub (mg/Nm³)	NOx (mg/Nm³)	CO (mg/Nm³)	Organisch C (mg/Nm³)	Formal- dehyd (mg/Nm³)	Organische Säuren (mg/Nm³)	Phenol (mg/Nm³)
1(1), (3)	0,8 - 4	100	70	106-139	4,4 - 14	-	-
2 <sup>(1)</sup>	20 - 28	19 - 25	26 - 41	98 - 116	2,9 - 7,0	-	-
3 <sup>(1)</sup>	14 - 22	19 - 30	66 - 85	126 - 132	4,4 - 7,2	-	
4 <sup>(2)</sup>	2 - 4	-	-	190 - 219	3,8 - 4	4-9,9	< 1
5 <sup>(2), (4)</sup>	< 1 – 2,5	1-3	1,9 - 2	28,7 - 37,0	1,9 - 5,22	$< 0.2 - 1.0^{(5)} $ $< 0.5 - 3.3^{(6)}$	0,01
6(1)	2 - 3	186 - 288	11 - 13	1,4 - 1,9	0,11 - 0,13	-	-
7 <sup>(2)</sup>	3	-	ı	-	6	-	-
8(2)	0,6 - 0,8	1	6,6 - 11,0	$18 - 40^{(7)}$	4,9 - 8,7	-	0,01 - 0,36
9(1)	0,5 - 5	5 - 155	9,0 - 24	$9,0-9,3^{(7)}$	1,2 - 3,3	-	0,1 - 0,4

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [58, UBA Österreich 2013]

## Unterschiede in der Zusammensetzung der Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen

Untersuchungen zur Zusammensetzung der Trocknerabgase haben die bei der Trocknung freigesetzte VOC-Fraktion von zwei verschiedenen Holzsorten ermittelt. Die Gesamtmenge an VOC-Emissionen ist für Weichholzund Hartholzsorten unterschiedlich hoch; so enthält beispielsweise die Weichholzsorte Seekiefer eindeutig einen höheren Gehalt an flüchtigen Verbindungen [48, Sonae Industria 2012].

Die häufigste Gruppe in den Trocknerabgasen sind die Terpene, die ein Bestandteil der Rohstoffe aller Anlagen sind. Bei Weichholz sind die hochflüchtigen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Pinene vorherrschend. Einige Verbindungen, die bei der Untersuchung von Trockneremissionen in die Luft festgestellt wurden, sind Oxidationsprodukte von Pinenen, wie zum Beispiel Säuren oder Aldehyde.

Die Zusammensetzung und die Menge der VOCs in den Trocknerabgasen hängen von den verwendeten Holzsorten und von der Trocknungstemperatur ab. Außerdem unterscheidet sich die Verteilung selbst bei einer einzigen Holzsorte je nach Erntezeit, Anbaubedingungen, Lagerzeit und Lagerbedingungen.

<sup>(1)</sup> Referenz 17 % O<sub>2</sub>.

<sup>(2)</sup> Angegeben ohne O<sub>2</sub> -Korrektur.

<sup>(3)</sup> PCDD/F  $< 0.05 \text{ ng/m}^3$ .

<sup>(4)</sup> PCDD/F < 0.1 ng/m<sup>3</sup>.

<sup>(5)</sup> HCOOH.

<sup>(6)</sup> CH<sub>3</sub>COOH.

<sup>(7)</sup> CVOC.

Die Zusammensetzung der VOC-Fraktion in den Trockneremissionen ist mit der Absicht untersucht worden, die Hauptbestandteile zu ermitteln und den Unterschied in den Emissionen von verschiedenen Holzsorten zu veranschaulichen.

In einer Studie wurden in den Trockneremissionen einer Spanplattenanlage, die Seekiefer als einzigen Rohstoff verwendet, 43 verschiedene flüchtige organische Verbindungen festgestellt. Der Hauptbestandteil war  $\alpha$ -Pinen, gefolgt von  $\beta$ -Pinen, Limonen, Beta-Caryophyllen und Longifolen. Alle festgestellten Verbindungen waren Terpene. Der Wert für die gesamten flüchtigen organischen Verbindungen betrug im Durchschnitt 100 mg/Nm³ (19 % O<sub>2</sub>). Die Analyse der flüchtigen organischen Verbindungen umfasst Bestandteile über C<sub>6</sub> (sechs Kohlenstoffatome) und umfasst deshalb weder Formaldehyd und beispielsweise Methanol noch umfasst sie andere niedrige Aldehyde oder Carbonsäuren [46, DREAL Aquitaine 2005].

Der Gesamtwert für den VOC-Parameter in Mischungen unterschiedlicher Holzsorten wird in einer Reihe von Versuchen veranschaulicht, die 2011 in einer Produktionsanlage für Spanplatten durchgeführt wurde, siehe Tabelle 3.23. Die VOC-Emissionen wurden kontinuierlich von einem FID in den Abgasen von einem direkt beheizten Trockner gemessen.

Tabelle 3.23: Messung der Trockneremissionen aus Testläufen einer Anlage mit einer Mischung aus Brennstoffen und Rohstoffen

	Holzmaterial	Brennstoff	VOC-Durchschnittswerte (mg/Nm³)	Trockner- Bedingungen						
Trocknertest 1	Hartholz	Erdgas	70	Einlasstemperatur 432°C						
1 rocknertest 1	Weichholz (Kiefer)	Erdgas	150	Einlasstemperatur 432°C						
Tuesday autost 2	Hartholz	100 % Staub	45	Einlasstemperatur 372°C						
Trocknertest 2	Hartholz	Gas + Staub	120	Einlasstemperatur 432°C						
Quelle: [48, Sonae Indus	stria 2012]			Quelle: [48, Sonae Industria 2012]						

Zur Veranschaulichung der Belastung der Trockner-Quellenemissionen im Vergleich zur Belastung durch die Presseemissionen wurden Stichproben von ungeminderten Trockner- und Presseabgasen in einer Produktionsanlage für Spanplatten auf drei organische Verbindungen und Kohlenwasserstoffe analysiert. Selbst wenn die Massenkonzentration von der Presse erheblich höher ist als die Massenkonzentration, die in den Abgasemissionen des Trockners festgestellt wurde, zeigt die entsprechende Massenbelastung, dass die Menge der von dem Trockner ausgestoßenen organischen Verbindungen um das 6- bis 18-Fache höher ist.

Tabelle 3.24: Messung von drei wichtigen VOC-Bestandteilen in den Emissionen einer Produktionsanlage für Spanplatten, die Seekiefer als Rohstoff verwendet

Parameter	Einheit	Trockner	Presse-Abgase
Kohlenwasserstoffe	$\mu g/Nm^3$	1773	15 983
$(C_6-C_{12})$	Massen- belastung g/h	386	62
	μg/Nm <sup>3</sup>	1529	7076
Limonen	Massen- belastung g/h	334	27
	$\mu g/Nm^3$	78 134	240 737
α-Pinen	Massen- belastung g/h	17 028	935
	μg/Nm <sup>3</sup>	-	2160
Xylol	Massen- belastung g/h	-	8

Luftstrom während der Messung	m <sup>3</sup> /h	217 938	3887		
'-': Es liegen keine Angaben vor.  Quelle: [46, DREAL Aquitaine 2005]					

Die Trocknungstemperatur wirkt sich auf die VOC-Emissionen von dem Rohstoff aus. Es ist damit zu rechnen, dass umso mehr VOCs emittiert werden, je höher die bei der Trocknung eingesetzte Temperatur ist.

In einer Produktionsanlage für Spanplatten werden grüne Holzhackschnitzel von einem Vortrockner sanft bei einer Einlasstemperatur von 90 °C und einer Auslasstemperatur von 70 °C auf eine Feuchtigkeit von 40–80 % getrocknet. Im direkt beheizten Haupttrockner werden die Holzhackschnitzel auf eine Feuchtigkeit von 2 % getrocknet. Die Temperatur am Einlass beträgt 150 °C und die Temperatur am Auslass beträgt 115 °C. Beide Emissionen werden mit einem Venturi-Nasssprühsystem behandelt und jede weist einen Emissionsdurchsatz von 40.000 m³/h auf. Die beiden Trocknerstufen werden einzeln überwacht und die Ergebnisse sind in Tabelle 3.25 dargestellt. Zwar sind die Staub- und Formaldehydemissionen von den beiden Trocknerstufen vergleichbar, die VOC-Fraktion – in diesem Fall als TOC-Parameter angegeben – ist nach dem Haupttrockner aber doppelt so hoch wie für den Vortrockner. Es ist zu beachten, dass eine Vortrocknung auch bei einer höheren Temperatur als der Temperatur des Haupttrockners der zweiten Stufe durchgeführt werden kann. Unter diesen Umständen könnten die TOC-Emissionen in der ersten Stufe höher sein.

Tabelle 3.25: Vergleich der quantitativen Trockneremissionen von einer Anlage zur Spanplattenproduktion

	Parameter	Durchschnittliche Konzentration <sup>(1)</sup> (mg/Nm³)	Berechnete Belastung (kg/Jahr)
	Staub	14	3360
Vortrockner	Formaldehyd	14	3300
	TOC	65	15 850
	Staub	12	3650
Haupttrockner	Formaldehyd	15	4780
	TOC	106	33 210

<sup>(1)</sup> Referenzbedingungen: 18 % O<sub>2</sub> ohne Korrektur auf trockene Bedingungen, außer bei Formaldehyd, das auf trockene Bedingungen korrigiert wurde.

Ouelle: [22, TWG 2012]

## 3.2.1.5 NO<sub>x</sub>- und SO<sub>x</sub>-Emissionen von direkt beheizten Trocknern in die Luft

Die für die direkte Trocknung verwendeten Heißgase wirken sich auf die Zusammensetzung der Trockneremissionen aus. Je nach dem eingesetzten Brennstoff und der verwendeten Verbrennungstechnik können die NO<sub>X</sub>- und SO<sub>X</sub>-Anteile in den Emissionen signifikant sein.

Hohe NO<sub>X</sub>-Emissionen und und vor allem hohe SO<sub>X</sub>-Emissionen werden bei flüssigen Brennstoffen (insbesondere SO<sub>X</sub> bei stark schwefelhaltigen Brennstoffen) verzeichnet, wobei nur wenige Anlagen mit einem Dieselmotor betrieben werden und hauptsächlich in Form von KWK-Anlagen. Wenn Erdgas nicht ohne weiteres verfügbar ist, werden flüssige Brennstoffe als Brennstoffalternativen eingesetzt. Flüssige Brennstoffe werden auch weithin bei Abschaltungen der Hauptfeuerungsanlage als Brennstoff für die Notanlage oder für die Erwärmung von Thermoöl verwendet.

Bei der Herstellung von MDF-Platten werden den Fasern vor der Trocknung zusammen mit Leim Additive beigemengt, die eine wässrige Lösung Ammoniumnitrat enthalten, ihr Beitrag zum Gesamtwert der NO<sub>X</sub>-Emissionen ist jedoch fragwürdig. Da zur Unterstützung dieser Annahme lediglich Daten für einige wenige Produktionsanlagen für MDF-Platten mit voneinander abweichenden Ergebnissen vorliegen, sind die NO<sub>X</sub>-Werte in Abgasen von indirekt beheizten Trocknern nicht weiter bewertet worden.

Die vorliegenden Datensätze sind nicht umfassend genug, um einen Beitrag der NO<sub>X</sub>-Emissionen von den Holzrohstoffen, Leimen oder Additiven bei der Trocknung abschätzen zu können. Zunächst einmal werden die

NO<sub>X</sub>- und CO-Emissionen von indirekt beheizten Trocknern generell nicht überwacht, weil der Beitrag von dem Holzrohstoff als sehr niedrig eingeschätzt wird.

Die gemeldeten CO-Werte liefern keine nützlichen Informationen und werden nur der Information halber angeführt. Die Bildung von CO hängt mit dem Verbrennungsprozess während der Erzeugung von Heißgasen zusammen. Die CO-Bildung im Trockner ist wahrscheinlich zu unerheblich, um sie zu messen.

In Abbildung 3.15 sind die NO<sub>X</sub>-Emissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern bei 25 Produktionslinien für Spanplatten in die Luft dargestellt. Alle Werte sind bei 18 % O<sub>2</sub> und vorzugsweise im trockenen Bezugszustand angegeben. In Tabelle 3.26 sind die Daten für NO<sub>X</sub>-Emissionen alternativ mit den gemeldeten Werten zusammen mit Angaben über den Sauerstoffgehalt bei der Probenahme oder der bei der Meldung der Werte verwendeten Sauerstoffkorrektur dargestellt. Die entsprechenden CO-Werte sind ebenso dargestellt wie die Brennstoffe, die zum Erzeugen der Heißgase für die Trocknung verwendet werden.

Tabelle 3.26: NOx- und CO-Emissionen von direkt beheizten Spanplattentrocknern in die Luft

ID-Nummer der Anlage	NO <sub>X</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	O2 in Abgasen während der Probenahme (%)	CO (mg/Nm³)	Brennstoffgemisch und Bemerkungen
D051	10	19	79	100 % PR/RW. SNCR
D064	47	18,5	14	98 % PR 2 % G
D062	88	(1)	215	45 % PR 45 % RW 10 % HFO
D076	77	(1)	67	50 % PR 50 % G
D071	45	19,1	134	80 % B 20 % G
D003	100	(1)	70	80 % PR 20 % G
D034	65	18,6	173	35 % PR 65 % RW
D017	148	16,6	872	50 % PR 50 % G
D012	286	(2)	261	PR/G (UTWS)
D069	110	18,5	-	35 % RW, 50 % PR, 15 % HFO
D029	114	18,5	121	45 % PR 45 % RW 10 % G
D022	170	(1)	60	75 % PR 25 % HFO
D072	44	19,9	37	20 % PR 80 % G
D035	113	18,5	154	72 % PR 22 % RW 6 % G
D005	186	(1)	13	PR/G (nach RTO)
D072-a	192	16,9	442	100 % PR
D080	141	(3)	173	70 % PR 30 % G
D006-a	498	(2)	1988	95 % PR 5 % G
D043	171	(3)	111	56 % PR 33 % RW 11 % G
D011a	137	18,9	17	62 % PR 38 % HFO
D001	175	(1)	160	10 % PR 90 % RW SNCR
D005-a	288	(1)	11	PR/G (nach RTO)
D006-b	696	(2)	283	90 % PR 10 % HFO
D006	967	(2)	797	95 % PR 5 % HFO
D068	158	19,3	53	PR/HFO

<sup>(1)</sup> Gemeldet bei 17 % O<sub>2</sub>.

<sup>(2)</sup> Gemeldet bei 11 % O<sub>2</sub>.

<sup>(2)</sup> Gemeldet bei 18 % O2.

PR: Produktionsrückstände.

RW: Altholz.

HFO: Schweres Heizöl.

G: Erdgas

B: Biomasse.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP-Industrie 2012].

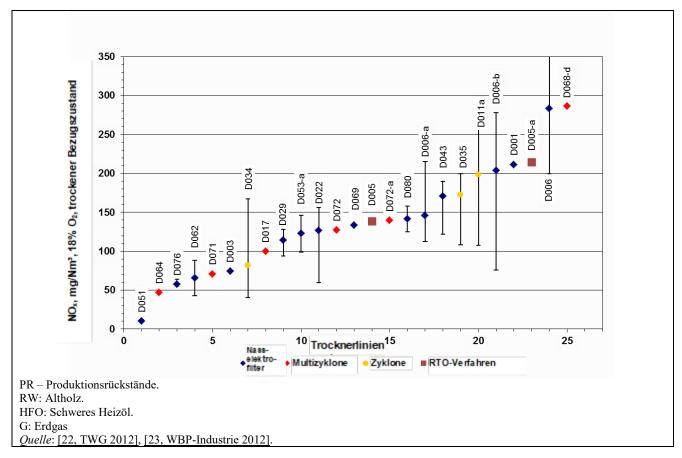


Abbildung 3.15: NOx-Emissionen aus direkt beheizten Trocknern für Spanplatten in die Luft mit entsprechendem Luftdurchsatz der Emissionen

Hohe NO<sub>X</sub>-Konzentrationen und entsprechende hohe spezifische Massenbelastungen hängen insbesondere mit Brennstoffmischungen mit Schweröl zusammen. Altholz und Erdgas könnten reichhaltigere Stickstoffguellen enthalten als reine Biomasse. Stickstoffhaltige Verbindungen sind im Holz selbst vorhanden, sind aber niedriger als der Beitrag von Altholz. Die bei der Herstellung von Platten auf Holzbasis verwendeten Additive, wie unter anderem beispielsweise Harnstoffleime, Ammoniumsalze, Melanin, pMDI, sind sowohl Produktionsrückständen, einschließlich Schleifstaub, als auch in extern gesammeltem Altholz vorhanden und könnten eine weitere mögliche Quelle für die Bildung von Stickstoff und NO<sub>X</sub> darstellen. Das Verhältnis zwischen der Stickstoffmenge in Altholz und Frischholz und die entsprechenden Emissionen sind unbekannt. Eine Produktionsanlage für Spanplatten, die in Abbildung 3.15 nicht dargestellt ist, verwendet bei der Erzeugung von Heißgasen für die direkte Trocknung 100 % schweres Heizöl und weist einen NOx-Wert von 1.240 mg/Nm³ in den Trocknerabgasen auf. Die entsprechende Belastung wurde als 3,2 kg NO<sub>X</sub> pro m<sup>3</sup> fertiger Platte berechnet.

Drei Produktionsanlagen für Spanplatten (D001, D003 und D051) setzen SNCR in der Feuerungsanlage ein, mit denen die direkt beheizten Trockner versorgt werden.

Bei Trocknerlinien für OSB-Platten handelt es sich bei den verwendeten Brennstoffen um Produktionsrückstände, Erdgas und Altholz, siehe Tabelle 3.27.

Tabelle 3.27: NO<sub>X</sub>- und CO-Luftemissionen von direkt beheizten Trocknern für OSB-Platten mit der entsprechenden spezifischen NO<sub>X</sub>-Belastung in kg/m³ fertiger Platte

ID-Nummer der Anlage	NOx (mg/Nm³ bei 18 % O2)	CO (mg/Nm <sup>3</sup> bei 18,5 % O <sub>2</sub> )	Bemerkungen
D013	11	31	Zyklone Brennstoff unbekannt
D079	28	121	WESP reinigt auch Presseabgase Brennstoff unbekannt
D032	48	49	Zyklone 40 % PR 60 % G
D032-a	41	15	Zyklone 40 % PR 60 % G
D041	90	144	WESP reinigt auch Presseabgase 100 % Holzstaub
D013-a	14	5	Zyklone
D029	114 <sup>(1)</sup>	121(1)	WESP reinigt auch Abgase von Spanplattentrocknern 88 % PR 21 % G
D010	70	-	WESP 100 % Altholz und Rinde
D088	29(1)	-	WESP
D027	44 <sup>(1)</sup>	184,5(1)	WESP behandelt auch Presse-Abgase 87 % PR 13 % G
D056	134	-	WESP

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

PR: Als Brennstoff genutzte Produktionsrückstände.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

Die Werte für NO<sub>X</sub> (bei 18 % O<sub>2</sub>) liegen alle unter 134 mg/Nm³. Die Daten stützen sich auf 11 der insgesamt 13 Trocknerlinien für OSB-Platten in der Datenerhebung. In Tabelle 3.27 enthält keine gemeldete Nutzung von SNCR oder anderen Reduzierungsmaßnahmen für Produktionslinien für OSB-Platten.

Die CO-Werte bieten keine nützlichen Informationen und werden für keine der anderen Produkte aufgenommen. Die Bildung von CO hängt mit dem Verbrennungsprozess während der Erzeugung von Heißgasen zusammen. Die CO-Bildung im Trockner ist wahrscheinlich zu unerheblich, um sie zu messen.

Die NO<sub>X</sub>-Emissionen von direkt beheizten Trocknern in Produktionslinien für MDF-Platten sind dargestellt in Abbildung 3.16 und Tabelle 3.28. Für die Trocknerlinien für MDF-Trockner sind die spezifischen Massenbelastungen anhand der Menge der fertigen Platten und außerdem auch anhand der Menge der getrockneten Holzmasse berechnet worden. Die Unterschiede zwischen den beiden Einheiten für die Massenbelastung sind vergleichbar. Die NO<sub>X</sub>-Werte liegen nur leicht über den Werten für Spanplatten und OSB-Platten oder entsprechen ihnen, was darauf hindeutet, dass der NO<sub>X</sub>-Beitrag von den verwendeten Brennstoffen abhängig ist. Es gibt zwar Trocknerlinien für MDF-Platten, die flüssige Brennstoffe verwenden, es liegen aber keine Überwachungsdaten für NO<sub>X</sub> vor.

G: Als Brennstoff genutztes Gas.

<sup>(1)</sup> O<sub>2</sub>-Gehalt nicht angegeben.

<sup>(2)</sup> bei 16,6 % gemessenem O2.angegeben.

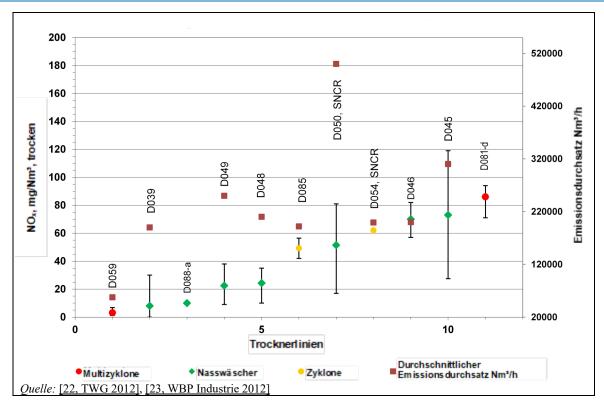


Abbildung 3.16: NO<sub>X</sub>-Emissionen aus direkt beheizten Trocknern für MDF-Platten in die Luft mit entsprechendem Luftdurchsatz der Emissionen

Tabelle 3.28: NO<sub>X</sub>- und CO-Emissionen von direkt beheizten Trocknern für MDF-Platten in die Luft (trockener Bezugszustand)

ID-Num- mer der Anlage	NO <sub>X</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Gemeldeter O <sub>2</sub> - Gehalt in Abgasen während der Probe- nahmen (Vol-%)	CO (mg/Nm³)	Bemerkungen
D059	3	~ 21	-	Zyklone
D049	22	18,3	17	Nasswäscher und Zyklone 70 % PR 30 % G
D048	24	19,1	10	Nasswäscher und Zyklone umfasst auch Presse-Abgase 70 % PR 30 % G
D054	62	20	10	Zyklone SNCR/ESP in Feuerungsanlage Keine Angaben zum Brennstoff
D046	70	17 <sup>(1)</sup>	15	Nasswäscher 85 % PR 15 % G
D045	73	17 <sup>(1)</sup>	17	Nasswäscher 85 % PR 15 % G
D050	51	19,3	11	Nasswäscher und Zyklone SNCR in Feuerungsanlage 70 % PR 30 % G
D009	122	19,8	234(2)	Zyklone Keine Angaben zum Brennstoff
D085	49	17 <sup>(1)</sup>	228	Zyklone Keine Angaben zum Brennstoff
D081-d	93	~ 21	51	Zyklone 100 % G

PR: Als Brennstoff genutzte Produktionsrückstände.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

Aus den dargestellten Daten geht eindeutig hervor, dass der NO<sub>X</sub>-Anteil hauptsächlich durch den Brennstoff und den Verbrennungsprozess bestimmt wird. Aus den vorliegenden Daten kann kein Beitrag eines Brennstoffgemischs zu den überwachten NO<sub>X</sub>-Werten in den Trocknerabgasen hergeleitet werden. Das ist der unterschiedlichen Menge an zusätzlicher Luft geschuldet, die den Heißgasen beigemengt wird und dem Management des Verbrennungsprozesses.

## 3.2.1.6 Zusätzliche Überwachung der Trockneremissionen

Metalle in den Luftemissionen werden häufig gemeldet, wenn die Verbrennungsanlage auf dem Standort in dem jeweiligen Mitgliedstaat als Abfallverbrennungsanlage definiert ist. Dieser Ansatz wird von Mitgliedstaaten befolgt, die über getrennte Regelungen für als Brennstoff benutztes Altholz verfügen. Metalle werden entweder separat in den Rauchgasen oder – seltener – in Stichproben von Trocknerabgasen überwacht.

Metalle werden kaum in wesentlichen Mengen festgestellt und die Überwachung von den drei Metallen Chrom, Blei und Arsen ist in Tabelle 3.29 dargestellt. Es wurde auch die Überwachung von Quecksilber und Cadmium gemeldet, allerdings lagen die Werte nahe an der Nachweisgrenze. Für Trockner für OSB-Platten lagen keine Angaben vor.

G: Als Brennstoff genutztes Erdgas.

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

<sup>(1)</sup> Die Emissionen werden mit einer Korrektur auf einen O2-Standardreferenzgehalt von 17 % angegeben.

<sup>(2)</sup> Die Emissionen werden mit einer Korrektur auf einen O<sub>2</sub>-Standardreferenzgehalt von 11 % angegeben.

Tabelle 3.29: Metalle in Emissionen aus Trocknern

	Cr (mg/Nm³)	Pb (mg/Nm³)	As (mg/Nm³)
PB, direkter Trockner, 11 Linien	$0,001 - 0,054^{(1)}$	0,023 - 0,921	0,001 - 0,043
MDF, direkter Trockner, 4 Linien	0,001 - 0,005	0,034 - 0,9	0,001 - 0,004
MDF, indirekter Trockner, 2 Linien	0,015 - 0,07	0,019 - 0,105	0,001 - 0,025

(1) Das obere Ende der Skala wird dem Einsatz von flüssigem Brennstoff zugeordnet.

Quelle: [22, TWG 2012].

Die HCl-Emissionen hängen von dem Chlorgehalt des Brennstoffs ab; bei der Verbrennung kann Chlor freigesetzt werden und potenziell können sich Dioxine bilden. HCl wird unregelmäßig und häufig zusammen mit HF überwacht, insbesondere, wenn die Heißgase aus Altholz erzeugt werden. Eine mögliche Quelle für HCl könnte der Zusatzstoff Ammoniumchlorid darstellen, der aber durch chlorfreies Salz ersetzt worden ist und der den Meldungen zufolge nicht mehr verwendet wird. Chlorid ist in Brennstoffen auf Biomasse-Basis ebenfalls in unterschiedlichen Mengen enthalten. In einer Studie wurde in Frischholz ein Chloridgehalt von 0,04 mg/g Holz (trocken) festgestellt, wohingegen der Schleifstaubgehalt 0,18 mg/g Holz (trocken) betrug. Der höchste Chloridgehalt von 0,88 mg/g Holz (trocken) wurde in Altholz festgestellt [58, UBA, Österreich 2013].

Die erhobenen Emissionsdaten, die sich auf HCl, HF und SO<sub>X</sub> beziehen, sind in Tabelle 3.30 dargestellt. Die Daten für die Trockneremissionen erfassen Produktionsanlagen für MDF-Platten, OSB-Platten und Spanplatten und liegen alle im selben Bereich. Die Beziehung zwischen dem Brennstoff und dem Schwefelgehalt wird in einer einzigen Anlage veranschaulicht, in der MDF-Fasern in zwei verschiedenen Trocknerlinien mit unterschiedlich zusammengesetzten Brennstoffen getrocknet werden. Die Verwendung von Heizölen spiegelt sich in den SO<sub>X</sub>-Werten von einer Anlage wider. Im Vergleich zu den anderen Anlagen sind auch die HCL- und HF-Emissionen erhöht.

Tabelle 3.30: HCl-, HF- und SO<sub>X</sub>-Emissionen aus Trocknern

ID-Nummer der Anlage	HCl (mg/Nm³)	HF (mg/Nm³)	SO <sub>X</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )
D003, D036, D042, D044, D050, D051, D061, D076, D080, D081.	0,002 - 7,1	0,005 - 0,8	0,2 - 30,1
D006 PB, Brennstoff: 95 % Biomasse, 5 % Erdgas; 11 Vol% O <sub>2</sub> -Referenz	6,9	0,5	47 <sup>(1)</sup>
D085 MDF, Brennstoff: 60 % Biomasse, 40 % schweres Heizöl; 17 Vol% O <sub>2</sub> Referenz	1,1 - 37,8	1,1 - 1,6	12,9 - 194
(1) Angegeben bei 17 Vol-% O <sub>2</sub> -Referenz.			

## 3.2.2 Emissionen von Pressen

Abgase von dem Auslass der Hauptpresse und außerdem entlang der Pressenlinie werden häufig, aber nicht immer gesammelt. Presselinien, bei denen keine aktiven Abgaserfassungssysteme installiert sind, weisen in der Regel eine Raumbelüftungsanlage auf, die die Abgase über das Dach leitet, allerdings in unkontrollierter Weise. Anhand der Daten kann geschätzt werden, dass weniger als 6 % der in Betrieb befindlichen Presselinien die Abgase von der Presse sammeln, auch wenn sie eine Raumbelüftungsanlage haben. Die Entlüftung über das Dach ist für Abgase von Mehretagenpressen, bei denen die wirksame Sammlung der Abgase eine Herausforderung darstellt, gängige Praxis. Von den Presselinien, bei denen die Abgase am Auslass der Presse gesammelt werden, sammeln rund 15–20 % die Abgase nicht entlang der Presselinie.

Die Überwachung der Presseabgase umfasst Staub, Formaldehyd, organische Verbindungen und nur wenige sonstige Parameter.

Wegen fehlender Daten konnte keine Beziehung zwischen solchen Zusatzstoffen, wie zum Beispiel Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat und möglichen Emissionen von Ammoniak, NO<sub>X</sub> oder SO<sub>X</sub>, usw. festgestellt werden.

Die Verteilung der diffusen Emissionen entlang einer kontinuierlichen Presselinie wird in Tabelle 3.31 dargestellt. Die Messungen werden im Presseraum unter dem Dach genommen. Es handelt sich um Messungen diffuser Emissionen von der Presse, bevor die Raumemissionen durch die Dachöffnungen entlüftet werden. Die Messungen sind nur von Interesse, um die relative Verteilung entlang der Presselinie darzustellen. Die stärksten Emissionen organischer Verbindungen in der Studie finden sich in der zweiten Hälfte der Presselinie, auch wenn es entlang der gesamten Presselinie Emissionen gibt.

Tabelle 3.31: Diffuse Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) entlang einer Pressenlinie

	Kohlenwasserstoffe (C6-C12) <sup>(1)</sup> (mg/Nm³)	Limonen (mg/Nm³)	α-Pinen (mg/Nm³)
Presseneingang	0,21	0,04	3,65
Erste Hälfte der Presse	0,61	0,19	9,80
Mitte der Pressenlinie	1,14	0,42	22,27
Zweite Hälfte der Presse	2,25	0,42	23,16
Freisetzung der Presse	1,29	0,54	23,30

(1) Summe der anderen Kohlenwasserstoffe als Limonen oder  $\alpha$ -Pinen.

Quelle: [46, DREAL Aquitaine 2005]

Die gesammelten Presseabgase werden in der Regel durch Besprühen im Sammelrohr unmittelbar nach der Presse abgeschreckt, um Feuer in der heißen Luft, die Feinstaub und organische Verbindungen enthält, zu verhindern. Die Eigenschaften der von einer Presselinie gesammelten Abgase hängen von der installierten Absauganlage und der Kapselung ab. Die Zusammensetzung der Emissionen hängt von mehreren Faktoren ab, unter anderem: Pressgeschwindigkeit, Temperatur, der Dicke des Produkts, dem Leimsystem und den eingesetzten Minderungsmaßnahmen.

Bei Mehretagenpressen geht die Sammlung der Pressengase nicht so reibungslos vonstatten wie bei kontinuierlichen Pressen. Der Freisetzungsbereich der Presse ist nicht genau festgelegt und die gezielte Sammlung der Pressegase ist schwieriger. Es liegen keine zuverlässigen Daten vor, die mögliche Unterschiede in der emittierten Massenbelastung und der damit verbundenen Sammlungseffizienz für die zwei Hauptpressetypen: die kontinuierliche Presse und die Mehretagenpresse, unterstützen.

Die vorliegenden Emissionsdaten von Presselinien sind ihrer Natur nach nicht einfach zu vergleichen und Tabelle 3.32, in der die Daten zusammengefasst sind, enthält konkretere Informationen, beispielsweise zu den Pressetemperaturen und den Pressetypen. In der Tabelle sind die überwachten Werte für die Parameter Staub und TOC dargestellt. Wo keine TOC-Daten vorlagen, wurden stattdessen die Werte für die Parameter NMVOC oder CVOC angeführt.

Tabelle 3.32: Staub- und TOC-Emissionen in Abgasen, die bei Presselinien gesammelt werden

Produkt	Staub (mg/Nm³)	TVOC (mg/Nm³)	Spezifische Massenbelastung (g TOC/m³ fertiger Platte)	Bemerkungen <sup>(1)</sup>
MDF	1	3 (CVOC)	-	Multizyklone (keine Minderung für VOCs) <b>D039</b> Mehretagenpresse Tageslicht (135°C)
OSB	1,2	-	-	Zyklon/Ölabscheider Pressenauslass <b>D057</b>
OSB	0,7	67 - 240	91 - 298	WESP <b>D010</b> <sup>(2)</sup> (255 °C)
MDF	8,5	32	37	WESP <b>D086</b> (200 °C)
MDF	1,4 - 4,1	11,3 - 12,6	6 – 21 <sup>(3)</sup>	Keine Minderung, Ansaugbereich nicht festgelegt/Pressenhallenbelüftung <b>D011, D084, D085</b>
PB	-	34	-	Minderungstechnik unbekannt, Ansaugbereich nicht festgelegt. <b>D025</b>
РВ	4,2 - 13,1		-	Keine Minderung, Pressehallenbelüftung D011, D044
MDF	1,5	46,4	203	Gewebefilter (keine Minderung von VOCs), Ansaugbereich nicht festgelegt  D023 (270 °C)
РВ	3 <sup>(4)</sup>	14 <sup>(4)</sup>	5	Hydrozyklon <b>D062</b> (240 °C)
РВ	-	77	55	Nasswäscher <b>D068</b> (245 °C)
PB	5,7	-	-	Nasswäscher <b>D021</b>
PB	183	151	37	Hydrozyklon, Zyklon <b>D059</b>
PB	1,7	-	-	Hydrozyklon <b>D056</b>
PB	11,6	86 (CVOC)	36 (CVOC)	Venturi-Nasswäscher <b>D081</b>
MDF	8,9 - 9,4	55 - 79 (CVOC)	121 - 255 (CVOC)	Venturi-Nasswäscher <b>D081</b> (245 °C)
MDF	7 - 22	2 - 32	5 - 22	Prozessintegrierte Nasswäscher, beispielsweise Venturiwäscher und Hydrozyklone <b>D065, D067, D066</b> (230–250 °C)

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Hinweis: Die Ergebnisse werden im trockenen Bezugszustand ohne Korrektur auf einen Standardsauerstoffgehalt angeführt.

Beide Massenkonzentrationen und spezifische Massenbelastungen zeigen sehr hohe Unterschiede. Die für die spezifischen Belastungen vorliegenden Daten sind spärlich und stützen sich auf nur wenige Anlagen. Die

<sup>(</sup>¹) Die in den Zellen angegebenen Temperaturen stellen die Temperatur der Kontaktpresse dar.

<sup>(2)</sup> Als Leimsystem wird pMDI verwendet.

<sup>(3)</sup> Gestützt auf Daten aus zwei Presselinien von D084.

<sup>(4)</sup> bei 17 % O2.angegeben.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

spezifischen Belastungen für zwei Presselinien mit Sammlung der Presseabgase, die über das Dach entlüftet und daher nicht speziell behandelt werden, zeigen Unterschiede zwischen 6 g und 21 g NMVOC/m³ fertiger Platte an.

Die Werte für Formaldehyd in Emissionen von Presselinien sind in Tabelle 3.33 dargestellt. Die spezifischen Massebelastungen sind berechnet worden und werden ebenfalls angegeben. Die Formaldehydbelastungen von der Presse sind in der Regel niedriger als die Formaldehydbelastungen von Trocknern.

Tabelle 3.33: Emissionen von Formaldehyd in Abgasen, die bei Presselinien gesammelt werden

	(mg/Nm³) (Trockengas, keine Korrektur für O2)	(10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> /Stunde) (Trockengas)	Spezifische Massenbelastung (g Formaldehyd/m³ fertiger Platte)	Bemerkungen
MDF	5,2 <sup>(2)</sup>	122	-	Multizyklone, MUF, Mehretagenpresse. Herstellung von Türbeplankungen. D039
OSB	0,62(2)	83	1	WESP, pMDI. D010
MDF	7,5(2)	93	9	WESP, MUF. D086
MDF <sup>(1)</sup>	1,5 <sup>(4)</sup>	87,5	12	Keine Minderung, Belüftung der Pressenhalle, UF. D011, Mehretagenpresse
PB <sup>(1)</sup>	3,5 <sup>(4)</sup>	74	14	Keine Minderung, Belüftung der Pressenhalle, UF, D011, Mehretagenpresse
PB	0,44(3)	120	1,3	Keine Minderung, Belüftung der Pressenhalle, UF. D044
РВ	1,6 <sup>(3)</sup>	110	2,2	Keine Minderung, Belüftung der Pressenhalle mit Ausnahme des Pressenauslasses, UF. D042
MDF	7,4(2)	145	32	Presseneinlass und -auslass, UF, Gewebefilter D023
PB	-	52	38	Nasswäscher, Pressenauslass, UF/MUPF. D021 Kont. Presse
PB	-	146	47	Nasswäscher, UF/MUPF. D021, Mehretagenpresse
PB	3,7(2)	28	1,4	Venturiwäscher, UF. D081
MDF	2,8(2)	75 & 87	6-9	Venturiwäscher, UF. D081, 2 Linien
MDF	-	146	49	Nasswäscher, UF. D030
PB	-	24	11	Gemessen vor der Verbrennung, UF, D036
PB	17,2(2)	95	35	Keine Informationen über die Minderungstechnik, UF, D025
OSB	3,14(4)	40,5	-	Zyklon/Ölabscheider Pressenauslass

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

Bei einer Produktionsanlage für MDF-Platten (D092) wurden die gesammelten Abgase von der Presselinie vor der Behandlung in einem Nasswäscher überwacht, was den Rohabgasen vor ihrer Reinigung entspricht. Der TOC-Gehalt betrug 46 mg/Nm³ und der Formaldehydgehalt betrug 17 mg/Nm³, bei einer spezifischen Massenbelastung von 49 g Formaldehyd pro m³ fertiger Platte. Die Presse ist vollständig umschlossen und ihre Emissionen und die diffusen Emissionen in den Pressenraum werden gesammelt. Die gesammelten Abgase werden ohne weitere Behandlung abgeleitet und die Überwachung wies Werte von 3,7 mg/Nm³ für TOC und 3,6 mg/Nm³ für Formaldehyd auf, bei einer spezifischen Massenbelastung von 9 g Formaldehyd und TOC in Tabelle 3.32.

Die Unterschiede im Hinblick auf die spezifische Massenbelastung von Formaldehyd und TOC in Tabelle 3.32 und Tabelle 3.33 können – abgesehen von den eingesetzten Minderungsmaßnahmen – mit dem verwendeten Leim

<sup>(1)</sup> Ergebnis und Luftdurchsatz beziehen sich auf Nassgas.

<sup>(2)</sup> Isokinetische Probenahme in einer Impinger-Lösung.

<sup>(3)</sup> Nicht isokinetische Probenahme auf Adsorptionsrohren.

<sup>(4)</sup> Überwachungs-/Probenahmeverfahren nicht bekannt.

und der eingesetzten Presstechnik in Verbindung gebracht werden, bei der die Presstemperatur eine entscheidende Rolle spielen könnte. Die Unterschiede sowohl in den gemessenen Konzentrationen und den Massenbelastungen dürften zudem größtenteils von den Bereichen der Presse abhängen, in denen die Luft angesaugt wird und von der Menge der angesaugten Luft.

Angesichts der Unsicherheitsspanne in den Berechnungen der spezifischen Belastungen werden die Daten zu den spezifischen Belastungen nicht weiter verwendet. Die US-amerikanische Umweltschutzbehörde EPA (US EPA) hat jedoch Emssionsfaktoren für die Branche erarbeitet, die konsultiert werden könnten [93, USEPA 2014]. Der Unterschied in den Emissionsfaktoren für die Parameter TOC und Formaldehyd ist nicht signifikant.

Die eingesetzten Minderungsmaßnahmen sind unterschiedlicher als in Tabelle 3.32 und Tabelle 3.33 wiedergegeben. Die Presseabgase werden häufig zusammen mit den Trocknerabgasen in einem Elektrofilter behandelt, siehe Abbildung 3.7. Da dieses Minderungsgerät dazu ausgelegt sein dürfte, beide Abgasströme aufzunehmen und zu behandeln, sind die Emissionswerte eines Nasselektrofilters, der beide Abgasströme behandelt, mit den Emissionswerten eines Nasselektrofilters vergleichbar, der nur Trocknerabgase behandelt. Eine weithin eingesetzte Maßnahme zur Reduzierung der Emissionen ist die Nachverbrennung nach einem anfänglichen Quenching oder nach einem Nasswäscher. Bei der Nachverbrennung der Trocknerabgase wird zwar der VOC-Gehalt zerstört, allerdings wird auch ein Beitrag zur Energiebilanz der Tätigkeiten auf dem Standort geleistet. Zu keiner Minderungstechnik liegen Daten zu den Minderungswirkungsgraden für die Trocknerabgase vor.

Formaldehydemissionen von Pressen hängen in starkem Maße von dem verwendeten Leimsystem ab. Da das Leimsystem die Dicke des Produkts und die Betriebsbedingungen ändert, können die tatsächlich gemessenen Werte variieren.

In Abbildung 3.17 ist ein Datensatz von Pressen für Spanplatten, OSB-Platten und MDF-Platten dargestellt; die Daten wurden von EPF im Laufe des Jahres 2011 erhoben. Bei den in Abbildung 3.17 dargestellten Daten sind die gemeldeten Formaldehydkonzentrationen wegen der Unterschiede in den Luftdurchsätzen, den Sammelstellen für Abgase und den Pressentypen schwer vergleichbar. In Abbildung 3.17 könnten Werte unter 2 mg/Nm³, die sich auf die Presseabgase ohne dazugehörende Minderungstechnik beziehen, durch sehr hohe Luftdurchsätze erklärt werden. Aus dem Datensatz geht eindeutig hervor, dass ein direkter Vergleich der Emissionen von Pressen ohne die nötigen Kontextinformationen nicht möglich ist. Die Daten in Abbildung 3.17 werden nicht weiter verwendet.

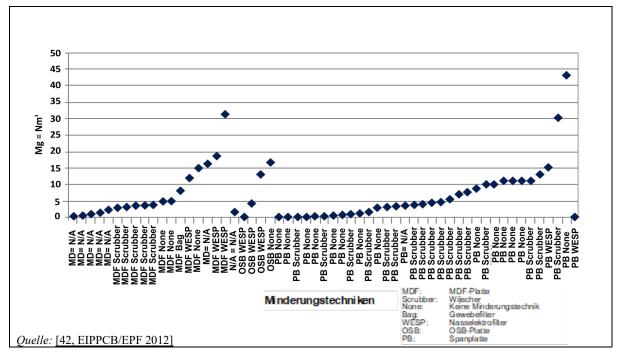


Abbildung 3.17: Eine Studie des EPF, in der die Formaldehydemissionen von Pressen und die entsprechenden Minderungsmaßnahmen dargestellt sind

Es gibt nur einige wenige Beispiele für andere Parameter, die je nach Mitgliedstaat gelegentlich überwacht werden. Zu diesen gehören Phenol und Ameisensäure. Anlage D025 meldete beispielsweise Phenolwerte von 0,03 mg/Nm³ und Werte für Ameisensäure in Höhe von 1,32 mg/Nm³

# 3.2.3 Emissionen von nachgelagerter und vorgelagerter Verarbeitung

In diesem Abschnitt werden Daten von allen Holzverarbeitungstätigkeiten auf dem Standort außer Zerfasern, Trocknen und Pressen dargestellt. Die dargestellten Prozesse sind beschrieben in den Abschnitten 2.1, 2.3.1 2.3.3 und 2.4.

Der einzige regelmäßig überwachte Parameter ist Staub. Die Kontrolle der Entstaubungsemissionen bei der Reinigungsanlage für Altholz kann ab und zu auch eine Reihe von Metallen und Benzo[a]pyren enthalten.

Als Standardpraxis werden Emissionen von staubigen Tätigkeiten, wie zum Beispiel dem Zerkleinern und Zerspanen des Holzes, der Mattenstreuung sowie dem Konfektionieren und Schleifen der Platten, gesammelt und behandelt, um die Emissionen zu entstauben. Auf den meisten Standorten werden Gewebefilter eingesetzt; Zyklofilter oder ähnliche Vorrichtungen werden aber auch verwendet. Bei allen Tätigkeiten wird der gesammelte Staub entweder im Produktionsprozess stofflich wiederverwertet oder als Brennstoff in der Verbrennungsanlage auf dem Standort verwendet.

Die von Entstaubungsvorrichtungen erreichten Emissionswerte liegen in der Regel unter 5 mg/m³. Die Filterleistung wird indirekt und kontinuierlich überwacht, indem der Differenzdruck aufgezeichnet wird. Die Entstaubungsausrüstung wird in unterschiedlichen Zeitabständen geprüft, die von Leistungsüberwachungen am Produktionsstart über einmal jährlich oder einmal alle drei Jahre reichen.

Bei einigen Gelegenheiten haben die Daten zwar Werte von bis zu 10 mg/m³ angezeigt, allerdings werden alle Werte über 5 mg/m³ in der Regel unter Bedingungen erhalten, die nicht als normale Betriebsbedingungen angesehen werden, und tatsächlich wurde gemeldet, dass die kontinuierliche Überwachung aufgezeigt hat, dass sich im Gewebefiltermaterial ein Leck gebildet hat.

Die gesammelten Emissionen von Reinigungsanlagen für Altholz unterscheiden sich nicht wesentlich von anderen Holzverarbeitungsschritten. Für die Entstaubung werden Gewebefilter als Technik der Wahl eingesetzt. Eine Anlage meldete den Einsatz von Nasswäschern für den gesammelten Staub der Reinigungsanlage, wegen des von dem trockenen Holzstaub ausgehenden Brandrisikos.

Von dem Standort wurden keinerlei Daten bezüglich der Staubemissionen von Plattenbeschichtungslinien oder zu diffusen Staubemissionen im allgemeinen vorgelegt.

Diffuse Formaldehydemissionen wurden in einer Studie aus dem Jahr 2009 gemessen, die auch die Streumaschine, den Sternwender und die Schleiflinie bei vier Produktionsanlagen für Spanplatten und einer Produktionsanlage für MDF-Platten enthielt. Die Emissionen aus dem Auslass der Hauptpresse wurden zum Vergleich ebenfalls gemessen. Der höchste Formaldehydgehalt in der Umgebungsluft wurde am Auslass der Hauptpresse festgestellt, während die Formaldehydwerte im Bereich des Starboard-Kühlers höher waren als die Werte, die an der Mattenstreuungsstation und an der Schleiflinie gemessen wurden:

- Auslass Hauptpresse: von 0,017 mg/m³ bis 1,23 mg/m³;
- Mattenstreuungsstation: von 0,04 mg/m³ bis 0,28 mg/m³;
- **Starboard-Kühler:** von 0,171 mg/m³ bis 1,25 mg/m³;
- Schleiflinie: von 0,073 mg/m³ bis 0,210 mg/m³

Die Unterschiede in den Presseemissionen werden durch das Ausmaß der wirksamen Kapselung und Absaugung sowohl am Auslass der Hauptpresse als auch entlang der Presselinie [40, EPF 2010] beeinträchtigt.

## 3.2.4 Emissionen von Feuerungsanlagen

Durch die Heißgase, die bei der direkten Trocknung verwendet werden, wird die Zusammensetzung der Trockneremissionen beeinflusst. Je nach dem eingesetzten Brennstoff und der verwendeten Verbrennungstechnik können die NO<sub>X</sub>- und SO<sub>X</sub>-Anteile in den Emissionen signifikant sein.

Emissionsdaten sind auch für eine Reihe von Feuerungsteilanlagen gesammelt worden, die Heißgase für direkt beheizte Trockner erzeugen. Feuerungsanlagen, die für die Erzeugung der Heißgase verwendet werden, liefern auch Energie für Thermoöl und für die Strom- und Dampferzeugung. Dampf wird beispielsweise beim Zerfasern verwendet, während Strom und überschüssige Wärme entweder auf dem Standort genutzt oder von dem Standort ausgeführt und in ein Netz eingespeist werden. Die Energiebilanz auf dem Standort wird optimiert, um die lokale Brennstoffversorgung und den Energiebedarf vor Ort widerzuspiegeln. Die Nachfrage nach Wärme und Strom in den umliegenden Gebieten des Standorts werden berücksichtigt und Biomasse-KWK-Anlagen werden ebenso betrieben, wie KWK-Anlagen, die von Dieselmotoren angetrieben werden.

In der Branche werden zwar auch andere Brennstoffe als Biomasse verwendet, dennoch ist Biomasse der wichtigste Brennstoff sowohl für die Erzeugung der Heißgase für die Direktrocknung als auch für die Erzeugung von Dampf zum Zerfasern oder für die indirekte Trocknung.

Standard in der Branche sind Rostkessel und Wirbelschichtkessel, die eine Reihe unterschiedlicher Biomassebrennstoffe akzeptieren. Diese Feuerungsanlagen haben Größen zwischen etwa 15 MW bis zu mehr als 50 MW. Für die direkte Trocknung werden auch kleinere Holzstaubbrenner mit Größen von etwa 5 MW bis 10 MW eingesetzt.

An allen Standorten werden mehrere Hilfsenergie erzeugende Aggregate betrieben. In der Regel erwärmen die kleineren Teilanlagen hauptsächlich Thermoöl und werden von Erdgas oder flüssigem Brennstoff beheizt oder als Reserveteilanlagen verwendet.

Bei Feuerungsanlagen oder Verbrennungsanlagen sind die Überwachungsdaten für NO<sub>X</sub>, SO<sub>X</sub> und CO bei vier Beispielanlagen dargestellt in Tabelle3.34. Alle Daten werden am Heißgasauslass der Feuerungsanlage gemessen, bevor sie mit anderen Luftquellen gemischt und dem Trockner beigemengt werden. Die Überwachungsdaten von vier Standorten mit Verbrennungsteilanlagen für die Erzeugung von Dampf für indirekt beheizte Trockner sind in der Tabelle ebenfalls enthalten.

Tabelle3.34: Emissionswerte für Staub, NOx, SOx und CO in Rauchgasen von Feuerungsanlagen

	Staub	NOx	SOx	CO	NH <sub>3</sub>	
	(mg/	(mg/	(mg/	(mg/	(mg/	Bemerkungen
E 1 6" 1' 1	Nm <sup>3</sup> )	Nm <sup>3</sup> )	Nm <sup>3</sup> )	Nm <sup>3</sup> )	Nm <sup>3</sup> )	
Feuerungsanlagen für direk	t beheizte :	Trockner	1		1	
D002					25	W = 44 1 - 11 - 1 - 1 M =
48 MW	200	161		31	(Periodis	Kontinuierliche Messung, Halbstundenmittelwert,
100 % Biomasse. Vorschubrost	208	161	-	31	che	13 % O <sub>2</sub> , trockener Bezugszustand
SNCR, Zyklon					Messung)	13 % O <sub>2</sub> , trocketter Bezugszustand
D0030						
28 MW						
99 % Biomasse.						
Befeuerung mit	104	262		105		Periodische Messung 11 % O <sub>2</sub> ,
pulverisiertem festem	124	263	-	125	-	trocken
Brennstoff, Trocken-						
entaschung.						
Multizyklon						
D038						
23MW	11	375	53	13	_	Periodische Messung 11 % O <sub>2</sub> ,
60 % Biomasse, 40 %	- 11	373		15		trocken
schweres Heizöl						
D010			13			77 (' ' 1' 1 NA ' '*1 1' 1
48 MW	10.5	240(1)	(Periodis	$1,7^{(2)}$		Kontinuierliche Messung, jährlicher
100 % Biomasse (Altholz).	10,5	240(1)	che	1,/(=)	-	Durchschnitt,
Feuerungsanlage mit Stufenrost			Messung)			11 % O <sub>2</sub> . trocken
	Feuerungsanlagen für indirekt beheizte Trockner					
D001		TIOCKIICI				
49,5 MW					0.2	
100 % Biomasse. Zirku-					0,2 (periodis	77
lierende Wirbelschicht,	1.6	100	0.05	60	che	Kontinuierliche Messung,
KWK-Anlage.	1,6	180	0,05	60	Messung	täglicher Durchschnitt
SNCR-Verfahren, Zyklon,					bei 11 %	7 % O <sub>2</sub> , trockener Bezugszustand
Trockensorptionsverfahren,					$O_2$ )	
Gewebefilter						
D004						
40 MW						
70 % Produktionsrückstände						Kontinuierliche Messung,
(Staub), 30 % Rinde. Stufenrost	1,8	216	20	47	1	Halbstundenmittelwert,
SNCR-Verfahren, Zyklon,						13 % O <sub>2</sub> , trockener Bezugszustand
Trockensorptionsverfahren,						
Gewebefilter						
D031						
3 Anlagen, 110 MW						
Kessel 1						Kontinuierliche Messung,
10 % Produktions-	1,4	193		24	-	unbekannte Durchschnittsperiode,
rückstände, 90 % Altholz.						11 % O <sub>2</sub> , trockener Bezugszustand
Vorschubrost						
SNCR, Gewebefilter						
Kessel 1 und 2						
Vorschubrost						Wandani 11 1 N
10 % Produktionsrück-	2.0	102	15	40		Kontinuierliche Messung,
stände, 90 % Altholz.	2,6	193	45	40	<u> </u>	jährlicher Durchschnitt,
SNCR-Verfahren, Zyklon, Trockensorptionsverfahren,						11 % O <sub>2</sub> , trockener Bezugszustand
Gewebefilter						
'-': Es liegen keine Angaben von	·	I	I		1	<u> </u>
di = a = a = a = a = a = a = a = a = a =		- 2				

<sup>(</sup>¹) Das 95. Perzentil von NO<sub>X</sub> ist 282 mg/Nm³. (²) Das 95. Perzentil von CO ist 2,2 mg/m³. Quelle: [22, TWG 2012]

Den Meldungen zufolge werden Feuerungsanlagen bei Volllast gefahren, bei einem größeren Abfahren pro Jahr zur Renovierung und Instandhaltung, die den gesamten Standort und alle Produktionslinien umfassten. Werden während des restlichen Jahres Wartungsarbeiten, wie zum Beispiel die Reinigung des Trockners oder der Minderungsanlagen, durchgeführt, werden die Feuerungsanlagen mit einem Ersatzbrennstoff – in der Regel Gas – auf einem Mindestverbrennungsniveau gefahren. Diese Zeiträume dauern weniger als einen Tag und je nach Standort können die Feuerungsanlagen 6–20 mal pro Jahr warm angefahren werden. Bei warmem Anfahren sind die Minderungsanlagen in der Regel nicht in Betrieb.

SNCR wird zwar in einigen Feuerungsanlagen eingesetzt, ist aber keine gängige Praxis. Durch die Anwendung von SNCR werden die NO<sub>X</sub>-Werte von dem Verbrennungsprozess reduziert. SNCR wird entweder durch Beigabe von wässriger Harnstofflösung oder Karbamid eingesetzt.

Die Schwefelreduzierung wird zwar in einigen wenigen Feuerungsanlagen eingesetzt, ist aber keine gängige Praxis. Der Einsatz des Trockensorptionsverfahrens erfordert eine Entstaubungstechnik, wie zum Beispiel einen Gewebefilter, dessen Einsatz für die Entstaubung vor der Verwendung von Heißgasen für die direkte Trocknung nicht gemeldet wird. Die Schwefelreduzierung durch Beimengung eines trockenen oder nassen Sorptionsmittels ist bei der Reduzierung der SO<sub>X</sub> -Werte effizient, wenn eine Biomassequelle mit einem kritischen Schwefelgehalt verwendet wird. Altholz und Produktionsrückstände mit restlichen Sulfatsalzen könnten einen höheren Schwefelgehalt aufweisen als andere Biomassearten. Durch die Reduzierung des Schwefelgehalts werden gleichzeitig auch andere säurehaltigen Verbindungen reduziert, wie zum Beispiel HCl, HF und PCDD/F, siehe Abschnitt 3.2.4.1.

Der TOC-Gehalt in den Heißgasen von der Verbrennung der Biomasse kann aufgrund eines ineffizienten Verbrennungsprozesses hoch sein, obwohl in der Datenerhebung von Feuerungsanlagen hohe Werte für den TOC-Parameter selten aufgezeichnet sind. Der von den Heißgasen abgeleitete TOC-Gehalt wird im Vergleich zu dem Beitrag des Holzrohstoffs als vernachlässigbar angesehen und kann in den Trocknerabgasen später nicht direkt aufgespürt werden.

Was die Parameter NO<sub>X</sub>, SO<sub>X</sub>, CO und Staub betrifft, so muss dafür Sorge getragen werden, dass der Verbrennungsprozess im Hinblick auf die Begrenzung der in den Heißgasen freigesetzten Menge an TOC effizient ist. Um die wahrscheinliche Bedeutungslosigkeit des Beitrags flüchtiger organischer Verbindungen aus der Verbrennung zu verdeutlichen, werden an dieser Stelle Daten von einer Feuerungsanlage einbezogen. Der Verbrennungsprozess zeichnet sich als ineffizient aus, mit hohen Werten für Staub, NO<sub>X</sub> und CO, und nutzt Produktionsrückstände als wichtigste Brennstoffquelle. Die Feuerungsanlage erzeugt Heißgase für zwei direkt beheizte Trockner und die Massenkonzentrationen für die gemessenen VOCs liegen zwischen 16 mg/Nm³ und 786 mg/Nm³ (6 % O₂), und die jährliche Belastung beträgt 9.933 kg an VOCs. Die an den Auslässen der Trockner gemessenen Massenkonzentrationen liegen zwischen 56 mg/Nm³ und 203 mg/Nm³ (17 % O₂). Die Gesamtbelastung mit VOCs aus den Trocknern wird mit 206.000 kg VOC gemeldet. Der Beitrag aus der Verbrennung kann bei dieser konkreten Anlage vernachlässigt werden.

#### Flüssige Brennstoffe

Insbesondere für flüssige Brennstoffe werden zwar hohe NO<sub>X</sub>- und SO<sub>X</sub>-Emissionen verzeichnet, allerdings werden auch nur einige wenige Anlagen mit Dieselmotoren betrieben, und zwar hauptsächlich als KWK-Anlagen. Wenn Erdgas nicht ohne weiteres verfügbar ist, werden flüssige Brennstoffe auch bei Abschaltungen der Hauptfeuerungsanlage als Brennstoff für die Notanlage oder für die Erwärmung von Thermoöl verwendet. Die KWK-Anlagen mit Schweröl befeuerten Blockheizkraftwerken erzeugen Heißgase für die direkte Trocknung, Wärme für die Erwärmung von Thermoöl und Dampf zum Zerfasern. Der Großteil der Energie wird von dem Standort abgeleitet. Die entsprechenden Luftemissionen weisen hohe Werte für NO<sub>X</sub> und SO<sub>X</sub> auf, siehe Tabelle 3.35, in der fünf Datensätze dargestellt sind. Die Techniken zur Reduzierung insbesondere von SO<sub>X</sub> umfassen lediglich primäre Techniken, wie zum Beispiel die Nutzung eines Brennstoffs mit einem niedrigen Schwefelgehalt, die Beseitigung von Verunreinigungen und Metallen durch Zentrifugieren des Brennstoffs und Kontrolle der Verbrennung.

Tabelle 3.35: NOx-, SOx-, CO- und Staubemissionen aus mit schwerem Heizöl befeuerten Motoren zur Erzeugung von Heißgasen für die direkte Trocknung

	Einheit	NOx	CO	SOx	Staub
D067 I	$(mg/Nm^3)$	2030	216	578	15
D067 II	(mg/Nm <sup>3</sup> )	2170	47	472	28
D068	mg/Nm <sup>3</sup>	1720	94	182	25
D066 I	mg/Nm <sup>3</sup>	1660	77	228	29
D066 II	mg/Nm <sup>3</sup>	1900	57	401	28

Hinweis: Alle Angaben bei 15 % O2.

Quelle: [22, TWG 2012]

Sekundäre Minderungsmaßnahmen zur Reduzierung der Werte für NO<sub>X</sub> oder SO<sub>X</sub> werden nicht eingesetzt.

Feuerungsanlagen, die als Teil eines Trockners mit einem geschlossenen Kreislauf wirken, behandeln alle Trocknerabgase teilweise durch thermische Verbrennung in einem Wärmetauscher und teilweise durch Verbrennung eines Teils der Abgase im Kessel. Die Schornsteinemissionen aus der Feuerungsanlage werden beispielsweise durch Nasselektrofilter oder Gewebefilter gereinigt, bevor sie emittiert werden. Die Schornsteinemissionen enthalten die Rauchgase von der Verbrennung der Biomasse und beispielsweise Erdgas, und die Rauchgase aus der Verbrennung der Trocknerabgase. Andere Abgasquellen, wie zum Beispiel Presseabgase, können innerhalb des Ofens nachverbrannt/verbrannt werden. Die Emissionen von drei Anlagen, die den Trockner mit geschlossenem Kreislauf und die Verbrennungstechnik einsetzen, sind in Tabelle 3.36 dargestellt.

Tabelle 3.36: Emissionswerte von Feuerungsanlagen mit geschlossenem Kreislauf

	D012 PB 32 MW, ESP	D096 OSB 40 MW, ESP	D091 PB ESP
Parameter	Periodische Messung, 1-4 Mal im Jahr, mg/Nm³, 11 % Sauerstoff, trocken	Periodische Messung, 4 Mal im Jahr, mg/Nm³, trocken	Kontinuierliche Messung, tägliche Durchschnittswerte, mg/Nm³, trocken
Staub	4	11	20 (95. Perzentil: 40)
$NO_X$	286	54	-
CO	261	80	-
Formaldehyd	0,25	0,2	-
TOC	12	54	110 (95. Perzentil: 163)
NMVOC	2,5	-	-

Quelle: [22, TWG 2012]

Alle drei Anlagen setzen nach der Feuerungsanlage einen Elektrofilter zur Staubminderung ein. Trockner mit geschlossenem Kreislauf und Feuerungsanlagen werden unter anderen Bedingungen betrieben als eine Feuerungsanlage für die direkte Trocknung. Die erzeugte Energie wird für die Erwärmung des Wärmetauschers verwendet, wo der Großteil der Trocknerabgase thermisch behandelt wird. Die Verbrennungsbedingungen der Feuerungsanlage müssen so angepasst werden, dass sie einen Teil der Trocknerabgase wirksam verbrennen und - in den Beispielen - auch die Presseabgase. Für die Trocknerabgase, die verbrannt werden, wird ein Volumen von etwa 20 % gemeldet.

Außerdem setzt eine Produktionslinie für OSB-Platten die Trocknertechnik mit geschlossenem Kreislauf ein und die gemeldeten Emissionswerte liegen bei 5,1 mg/Nm³ Staub, 1,2 mg/Nm³ CVOC und 0,4 mg/Nm³ Formaldehyd, alle angegeben bei 17 % O<sub>2</sub> [52, LIFE05 2007], [58, UBA, Österreich 2013].

# 3.2.4.1 Zusätzliche Überwachungsdaten

Die Überwachungsdaten zu anderen Parametern, wie zum Beispiel HCl, HF, Dioxine und Metalle sind in diesem Abschnitt enthalten. Die Daten zeigen ganz generell, dass alle Parameter nur unter ganz spezifischen örtlichen Bedingungen besondere Aufmerksamkeit verdienen. Dennoch ist die Überwachung von Metallverbindungen von Interesse, wenn die Staubemissionen aus der Verbrennung hoch sind und wenn in der Anlage keine wirksame Entstaubung durchgeführt wird. Bei der Verwendung von Brennstoffen mit einem hohen Chloridgehalt und beim Einsatz suboptimaler Verbrennungsprozesse könnten Dioxine und Furane ausgestoßen werden. Die Daten zu den oben genannten Parametern sind nicht ausreichend, um Techniken für die Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen festzulegen. Die allgemeinen Maßnahmen, die in Feuerungsanlagen zur Verhinderung oder Reduzierung der Emissionen aller genannten Parameter eingesetzt werden, sind im BVM-Merkblatt über Großfeuerungsanlagen (LCP) [5, EC 2003] beschrieben.

In Tabelle 3.37 sind die wenigen Werte für HCl und HF angezeigt, die von Feuerungsanlagen gesammelt wurden, die Heißgase für die direkte Trocknung erzeugen. Zum Vergleich sind auch die Werte für HCl und HF von anderen Feuerungsanlagen dargestellt, die hauptsächlich Dampf zur indirekten Trocknung erzeugen. Bei diesen Anlagen ist zu berücksichtigen, dass Altholz als Brennstoff verwendet wird und dass sie als Abfallverbrennungsanlagen angesehen werden. Einige der Anlagen nutzen Trockensorptionsverfahren, um säurehaltige Verbindungen, wie zum Beispiel SO<sub>X</sub>, HCl und HF zu beseitigen.

Tabelle 3.37: HCI- und HF-Emissionen aus mit schwerem Heizöl befeuerten Motoren zur Erzeugung von Heißgasen für die direkte Trocknung

ID-Nummer der Anlage	HCl (mg/Nm³)	HF (mg/Nm³)	Bemerkung	Referenz-O <sub>2</sub> - Gehalt (Vol %)
D001	0,1	0,06	Tagesmittelwert, kont. Messung	7
D031 (100 % Biomasse)	4,24	-	Tagesmittelwert, kont. Messung	11
D030 (100 % Biomasse)	2,5	-	-	11
D060	0,02	0,05	-	8
D018, D020, D021, D023	2,6 - 9,2	0,1 - 0,4	$SO_X:5-37 \text{ mg/Nm}^3$	11
'-': Es liegen keine An				•

Metalle werden insbesondere dann überwacht, wenn der Brennstoff als Altholz eingestuft wird und wenn die Verbrennung unter diesen Bedingungen als Verbrennungsprozess angesehen wird. Im Hinblick auf die Parameter werden drei Gruppen berücksichtigt, die mit den Einteilungen der Schwermetalle gemäß der Richtlinie 2000/76/EG zusammenfallen:

- Hg;
- Cd, Tl;
- Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V.

In den überwachten Metallparametern gibt es signifikante Unterschiede. In Tabelle 3.38 ist die Überwachung einer Reihe von Metallen bzw. Metallgruppen dargestellt. Die Überwachung zeigt generell niedrige Werte für die meisten Metalle an.

Tabelle 3.38: Metall-Emissionen von Feuerungsanlagen

Parameter	mg/Nm³	ID-Nummer der Anlage	Referenz-O2-Gehalt (%)
As	0,13	D015	6
As	0,02	D060	8
	10,54 <sup>(1)</sup>	D015	6
Pb	0,07	D060	8
	0,08	D010	11
		D060	
Cr	0,002-0,06	D018 (indirekt)	8
		D023 (indirekt)	
Cu	0,22	D010	11
Summe von: Cd, Tl	0,0001	D001	11
Summe von. Cd, 11	0,012	D031	11
Summe von: Pb, Cr, Cu	0,16		
Summe von: As, Ni	0,035	D060	8
Summe von: Cd, Hg	0,027		
C	0,005	D001	11
Summe von: As, Pb, Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Ni, V	0,078	D031	11
, , -,,, <del>,</del> ·	0,19	D010	11
Summe von: Sb, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, Ni, V, Zn	73,93(1)	D015	13
(1) Hoher Staubgehalt von 425 mg/Nm³ bis 2 Quelle: [22, TWG 2012]	020 mg/Nm <sup>3</sup> .		

Dioxine und Furane werden sehr selten überwacht und ihre Werte liegen in einer Spanne zwischen 0,004 ng I-TEQ/Nm³ und 0,07 ng I-TEQ/Nm³ bei 11 % O<sub>2</sub> (D015, D010, D031).

Die gemessenen Dioxinwerte von fünf Feuerungsanlagen, die Heißgase für die indirekte Trocknung erzeugen, reichen von 0.00125 ng I-TEQ/Nm³ bis 0.07 ng I-TEQ/Nm³ bei  $11 \% O_2$  (D001, D004, D020, D023, D021). Der kleinere Wert liegt nahe an der Nachweisgrenze.

Alle genannten Feuerungsanlagen verwenden eine Brennstoffmischung mit Altholz oder Produktionsrückständen als Hauptbrennstoff. Die Bildung von Dioxinverbindungen hängt unter anderem mit dem Chlorgehalt im Brennstoff und von den im Holz vorhandenen organischen Grundstoffen, wie etwa Phenolen und Lignin, ab. Altholz und in Meeresnähe geerntetes Holz können einen erhöhten Chlorgehalt aufweisen. Produktionsrückstände, wie zum Beispiel Schleifstaub, weisen einen gemeldeten Chloridgehalt von 0,01 % bis 0,29 % auf[41, RWP 2011]. Behandeltes Holz und lackiertes oder PVC-beschichtetes Holz weist einen höheren Chloridgehalt auf, der in Altholz vorliegen könnte. Die Bildung von Dioxin aus der Verbrennung von Holz oder sogar von Holzabfall wird als niedriger angesehen als die Bildung von Dioxin bei der Verbrennung anderer Biomassebrennstoffe, wie zum Beispiel Stroh. Vor allem aber im Vergleich zu Kohle und festem Siedlungsabfall ist die Bildung von Dioxin niedrig.

Zudem liegen für andere Feuerungsteilanlagen, die zur Erwärmung von Thermoöl oder zur Erzeugung von Dampf usw. verwendet werden, nur begrenzte Emissionsdaten vor. Wenn diese konventionellen Großdampferzeuger nicht in die Erzeugung von Heißgasen für die direkte Trocknung einbezogen werden, wurden die Emissionsdaten nicht weiter bewertet und wurden nicht in [8, TWG WBP 2012] einbezogen.

# 3.2.5 Emissionen von Papierimprägnierungslinien

Die Emissionsquellen von Papierimprägnierungslinien sind die gesammelten und geleiteten Abgase von den Trocknungsöfen. Die Emissionen enthalten VOC-Verbindungen und Formaldehyd, aber nur sehr wenig Staub.

Bei der Erhebung der Daten haben 19 von 69 Produktionsstätten für Platten auf Holzbasis Einzelheiten zu den auf den Standorten betriebenen Papierimprägnierungslinien gemeldet.

Die Kapazität der Produktionslinien reicht on 10 Millionen m²/Jahr bis zu 60 Millionen m²/Jahr. Zusammen ergaben die 19 Produktionsstätten im Jahr 2010 insgesamt mindestens rund 1.060 Millionen m² Papier/Jahr.

Die Leimdosierung hängt von dem verwendeten Leimsystem und von dem Finish der beschichteten Platten ab. Die gemeldeten Leimdosierungen pro m² Papier reichen von 40 g/m² bis zu 214 g/m².

Alle 19 Standorte verwenden eine wässrige Leimlösung auf Melaminbasis und die Mehrheit verwendet eine zweistufige Imprägnierung mit Harnstoff-Formaldehyd im ersten Tauchbad und Melaminharz im zweiten Schritt, das entweder in einem zweiten Tauchbad oder durch Beschichtungswalzen aufgetragen wird.

Die Trockner sind Druckentspannungsflotationstrockner, in denen das Papier durch heiße Luft in 4–12 Trocknungsfeldern getrocknet wird, je nach der Kapazität der Imprägnierungslinie. Die heiße Luft wird durch Wärmeaustausch des Thermoöls oder des Dampfs oder durch direkte Trocknung durch Luft von mit Erdgas befeuerten Motoren erzeugt. Bei einigen Produktionslinien wird nach dem ersten Imprägnierungsschritt eine Infrarot (IR) Erwärmung durchgeführt.

Die 19 Standorte betreiben eine oder mehrere Papierimprägnierungslinien mit den folgenden Behandlungssystemen:

- Drei Standorte verwenden die Plattenproduktionslinie und ihre Feuerungsanlage zur Nachverbrennung der Abgase aus der Papierimprägnierungslinie oder zur Vorheizung der Luft des Holztrockners.
- Drei Standorte verwenden thermische Oxidation, entweder eine regenerative thermische Oxidationsanlage oder eine katalytische Oxidationsanlage und verwenden die Wärmeenergie aus den Abgasen der thermischen Oxidationsanlage als Trocknungsluft für Holztrockner oder durch Wärmetausch für andere Prozesse.
- Vier Standorte setzen eine Nassabscheider ein, die entweder auf einfacher Wäsche basiert oder einen Schritt mit biologischer Zersetzung enthält. Ein Standort mengt die Abgase einem gewöhnlichen Nasselektrofilter bei, der alle Abgase aus der Kernplattenproduktion versorgt.
- Neun Standorte setzen zwar keine End-of-Pipe-Behandlungsanlage für die Abgase ein, melden aber den Einsatz primärer Maßnahmen, wie zum Beispiel Trocknung bei Niedrigtemperatur und Leime mit niedrigem Formaldehydgehalt.

Emissionsdaten von sechs Imprägnierungsanlagen sind in Tabelle 3.39 mitsamt TOC und Formaldehyd dargestellt. Die Standorte stellen Kapazitäten von 55.000 m²/Tag bis zu 160.000 m²/Tag dar, von einer einzelnen Produktionslinie bis zu fünf Produktionslinien.

Die Daten, die eine Angabe in Massenbelastungen stützen, sind spärlich und nicht einfach vergleichbar, beispielsweise im Hinblick auf die Unsicherheit der Referenzluftdurchsätze, die tatsächliche Produktion während der Probenahme und die tatsächliche Leimzusammensetzung. Auf der Grundlage der erhaltenen Kontextinformationen wurden Annahmen angestellt und es kann weiter festgestellt werden, dass alle Techniken TOC-Massenkonzentrationen im selben Bereich erzeugen. Die Werte für die Parameter TOC und CVOC sind nicht direkt vergleichbar, was wiederum bedeuten könnte, dass die Werte bei der letzten in der Tabelle angeführten Anlage, D077, höher sein könnten als angegeben.

Tabelle 3.39: Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen und Staubemissionen von Papierimprägnierungslinien

ID- Num- mer der Anlage	TOC (mg/Nm³)	Formaldehyd (mg/Nm³)	Spezifische Massen- belastung (g TOC/m² imprägniertes Papier)	Minderungstechnik
D068	3 - 47	-	0,04 - 0,37	Auswahl von Rohstoffen und sanfte Trocknung
D003	7 - 17	1 - 8,8	0,07 - 0,19	Katalytische thermische Oxidation
D063	26	-	0,07	Katalytische thermische Oxidation
D094	4,6	0,7	-	Regenerative thermische Oxidation
D077	(CVOC) 3,2 - 34,7	1,6 - 4,1	0,008 - 0,17	Regenerative thermische Oxidation (2011)
D077	(CVOC) 16	1 - 3	0,07	Nass-Biofilter (2012)
'-': Es liege	en keine Angaben vor.			

Der Anteil an TOC, der von der wässrigen Leimlösung entfernt wird, die während der Trocknung auf dem Papier aufgetragen wird, kann im Vergleich zur Leimmenge, die dem Papier beigemengt wird, vernachlässigt werden. Aus den Daten über die durchschnittlich auf das Papier aufgetragene Leimmenge der Beispielanlagen ergeben sich für die freigesetzte und emittierte Leimmenge Werte zwischen 0,007 % und 0,38 % [23, WBP Industrie 2012].

#### 3.2.6 Gerüche

Gerüche von Produktionsstätten für Platten auf Holzbasis können sowohl mit der Lagerung der Holzrohstoffe im Freien als auch mit den verschiedenen Produktionsprozessen im Zusammenhang stehen. Die wichtigste Quelle für Gerüche sind die Trocknerabgase und die freigesetzten Terpene. Gerüche und blauer Dunst stehen damit im Zusammenhang, und wenn der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen in den Trocknerabgasen reduziert wird, werden auch blauer Dunst und Gerüche reduziert.

In einigen Mitgliedsstaaten werden die Gerüche als Teil der Einhaltung der Genehmigungsbestimmungen gemessen. In Tabelle 3.40 sind die Daten aus einem Mitgliedstaat bezüglich der Geruchsüberwachung von der Minderungsanlage der Trockneremissionen auf Höhe des Schornsteins zusammen mit der Geruchsüberwachung für andere Schornsteinemissionsquellen dargestellt. Die Geruchsdaten beziehen sich auf Punktquellen und nicht auf die Überwachung der Umgebungsluft.

Tabelle 3.40: Geruchsemissionen von Schornsteinemissionsquellen

ID-Nummer der Anlage	TOC (mg/m³)	Geruch (ge/m³)	Bemerkungen	
			ESP	
	69 (6 %)	2040	Feuerungsanlage. (PB, Trockner mit geschlossenem	
a	68 (6 %)	2040	Kreislauf).	
			53 Tonnen Platte/h	
b	-	656	MDF, direkt beheizter Trockner, Zyklon und Nasswäscher.	
			Trockene Mischung	
	-	1100	MDF, direkt beheizter Trockner, Zyklon und Nasswäscher.	
С			Blasleitung-Mischung. 17 trocken Tonnen/h	
d	-	790 - 944	MDF, direkt beheizter Trockner, Zyklon und Nasswäscher	
	200 - 250	1600 - 1750	PB, indirekt beheizte Trockner, Multizyklone, WESP,	
e			37 trocken Tonnen/h	
f	200 - 230	2500	PB, indirekt beheizter Trockner, Gewebefilter	
g	139	2900	PB, direkt beheizter Trockner, Gewebefilter, 36 Tonnen/h	
h	87 - 142	2170	PB, direkt beheizter Trockner, WESP, 57 m <sup>3</sup> Platten/h	
D090	60	512	Hartfaserplatten-/Flexboardplattentrockner,	
D090			Hochleistungszyklone	
D004	1.6	45	Papierimprägnierung,	
D094	4,6		Regenerative thermische Oxidation	
'-': Es liegen keine	Angaben vor.			

Quelle: [22, TWG 2012], [45, VDI 2011]

## 3.3 Emissionen ins Wasser

#### 3.3.1 Emissionen von Oberflächenabflusswasser

Das Oberflächenabflusswasser auf dem Holzlagerplatz und auf den anderen Außenbereichen wird bei den meisten Standorten behandelt. Falls Oberflächenabflusswasser gesammelt und abgeleitet wird, wird es in der Regel auch überwacht. Der Grad der Überwachung ist unterschiedlich und bei der Festlegung der Überwachungshäufigkeit wird von der zuständigen Behörde die Empfindlichkeit des Vorfluters berücksichtigt, in den das gesammelte Oberflächenabflusswasser abgeleitet wird. Bei einer stark schwankenden Konzentration kann eine häufigere Überwachung erforderlich sein, um das Oberflächengewässer und/oder die kommunale Kläranlage zu schützen. Die unterschiedliche Zusammensetzung des abzuleitenden Wassers ist auf das Niederschlags- und Windaufkommen sowie auf den Umschlag der gelagerten Holzrohstoffe während des Jahrs usw. zurückzuführen.

Die Lagerung staubiger Materialien oder Staub von Holzverarbeitungsbereichen im Freien trägt zum Gehalt an TSS, BSB<sub>5</sub> und CSB im Oberflächenabflusswasser bei, während der Verkehr zum Gehalt an Kohlenwasserstoffen beitragen könnte.

Es wurden Daten von 11 Standorten erhoben, an denen das Oberflächenabflusswasser vom Holzlagerplatz gesammelt und entweder direkt abgeleitet oder in einer kommunalen Kläranlage außerhalb des Standorts weiterbehandelt wird. Vor der Ableitung wird das gesammelte Oberflächenabflusswasser durch mechanische oder ortsfeste Siebe, die die größten Holzstücke entfernen, vorbehandelt. In Abbildung 3.18 ist der Durchschnittswert der periodischen Überwachung des CSB zusammen mit den Durchschnittswerten für die Parameter TSS und BSB5 (falls überwacht) dargestellt. An den meisten Standorten kommen Rückhaltebecken zum Einsatz.

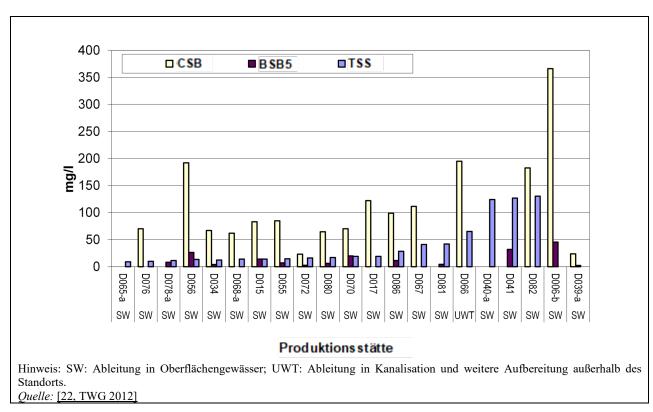


Abbildung 3.18: Durchschnittswerte für TSS, BSB5 und CSB in der Ableitung von behandeltem Oberflächenabflusswasser

Der Großteil der Standorte, die Oberflächenabflusswasser sammeln und aufbereiten, verfügen über Rückhaltebecken zum Speichern des Wassers vor der Ableitung. Die Unterschiede in den drei in Abbildung 3.18 dargestellten Parametern hängen von der Effizienz der Siebe ab, mit denen das Wasser vorbehandelt wird sowie von dem Rückhaltevolumen des Beckens oder der aufeinanderfolgenden Becken. Falls keine alternativen Optionen verfügbar sind, könnte saubereres Wasser von den Dachbereichen gesammelt und zusammen mit dem

Oberflächenabflusswasser von dem Holzlagerplatz abgeleitet werden. Die Verdünnung könnte zu niedrigeren Konzentrationswerten führen. Die Anlagen D067 und D072 sind Beispiele für Anlagen, bei denen auch das Dachwasser Teil der Ableitung ist.

Für eine stabile Zusammensetzung des gesammelten Wassers kann im Laufe der Zeit eine Korrelation zwischen CSB und BSB<sub>5</sub> hergeleitet werden. Da sich die Daten in Abbildung 3.18 auf vergleichbare Quellen stützen, konnte das CSB/BSB<sub>5</sub> Verhältnis zwischen 6 und 10 festgesetzt werden. Das Verhältnis muss allerdings auf Standortebene mit einem längeren Überwachungszeitraum festgelegt werden, bevor eine Korrelation hergeleitet werden kann. Es ist zu beachten, dass sich der CSB-Parameter eher für die Überwachung des Sauerstoffbedarfs in Emissionen eignet, die in Wasser abgeleitet werden, wohingegen sich der Parameter BSB<sub>5</sub> eher als Prozesssteuerungsparameter für biologische Behandlungsverfahren anbietet. In anderen Industriesektoren wird der CSB-Parameter aus ökologischen und ökonomischen Gründen in zunehmendem Maße durch den Parameter TOC ersetzt. Eine Korrelation zwischen den Parametern TOC und CSB sollte ebenfalls auf Standortebene hergeleitet werden. Derzeit wird der TOC-Parameter in der Holzwerkstoffbranche bei der Überwachung des Oberflächenabflusswassers nicht verwendet.

#### 3.3.2 Emissionen von behandeltem Prozesswasser

Abwasseraufbereitungsanlagen, in denen Prozesswasser aufbereitet wird, werden an Standorten betrieben, auf denen Fasern durch Zerfaserung hergestellt werden. Das anfallende Prozesswasser wird an einigen Standorten behandelt und intern in der Refineranlage in speziellen Aufbereitungsanlagen stofflich wiederverwertet. Für die interne Aufbereitung des Prozesswassers, bei der das Wasser in der Produktion entweder in der Refiner- und Kochstufe oder bei der Wäsche der Holzhackschnitzel stofflich wiederverwertet wird, wurden keine Daten erhoben.

Bei einer begrenzten Zahl von Anlagen wird das Prozesswasser vom Zerfasern in einer zentralen Abwasseraufbereitungsanlage auf dem Standort behandelt. Der Großteil des behandelten Wassers stammt zwar von der Zerfaserung, dennoch können auch andere Wasserströme zur Aufbereitung mit dem dem Prozesswasser gemischt werden. Die an Standorten zur Herstellung von Platten auf Holzbasis betriebenen Abwasseraufbereitungsanlagen setzen primäre Behandlungsschritte für die Entfernung des Großteils der Gesamtschwebstoffe ein. Zur Behandlung des CSB und des BSB5 wird üblicherweise eine aerobe biologische Behandlung eingesetzt. Ultrafiltration und Umkehrosmose werden entweder eingesetzt, wenn der Vorfluter besonders empfindlich ist oder wenn das aufbereitete Wasser in der Produktion stofflich wiederverwertet werden kann.

#### Effizienz der Behandlung

Über die eingehende Konzentration bzw. Belastung des unbehandelten Prozesswassers wurden keine Daten erhoben, weshalb die Beseitigungs- oder Behandlungseffizienz der in der Abwasseraufbereitungsanlage eingesetzten Schritte nicht berechnet werden kann. Die Effizienz anderer eingesetzter Behandlungsschritte wurde zusammen mit den Emissionsdaten gemeldet und ist in Tabelle 3.41 dargestellt.

Tabelle 3.41: Aufbereitungsschritte und Abscheidewirkungsgrade in Abwasseraufbereitungsanlagen, in denen Prozesswasser aus der Zerfaserung aufbereitet wird

ID- Num- mer der Anlage	Aufbereitungsschritte und gemeldeter Abscheidewirkungsgrad (in %) der eingehenden CSB-Last	TSS (mg/l)	BSB5 (mg/l)	CSB (mg/l)
D026	Ausflockung, Sedimentation, Dekantierung (50 %) + Dekantierung, aerobische biologische Behandlung (96 %) + Ultrafiltration (50 %) + Umkehrosmose (85 %)  Einleitung in eine kommunale Kläranlage (UWWTP),  Abwasservolumen 50.000 m³/Jahr	-	-	400 - 1200
	kg/Jahr	-	-	20.000 - 60.000
	g/t trockener Zellstoff	-		82-247
D030	Sedimentation + Flotation + Aerobe biologische Behandlung und Flotation  Ableitung in UWWTP, Abwasservolumen 10.400 m³/Jahr	-	-	361 – 938 (713) <sup>(1)</sup>
	kg/Jahr	-	-	7 437
	g/t trockener Zellstoff	-	-	52
	Filtrationssieb und Hydrozyklon + Membranbioreaktor  Abwasservolumen 150.000 m³/Jahr	11 – 120	4 - 99	-
D078	kg/Jahr	(40) 5 970	(18) 2 717	
	g/t trockener Zellstoff	26	12	-
D002	Speicherbecken (0 %) + Siebfiltration (33 %) + Sedimentation (30 %) + Aerober Belebtschlammtank (5 %) + Flotation (24 %) + Sandfilter und Umkehrosmose (8 %)  Einleitung in UWWTP (Abscheidewirkungsgrad ergibt sich aus Gesamtabscheidung), Abwasservolumen 65.000 m³/Jahr	-	29,5	60
	kg/Jahr	-	1 917	3 900
	g/t trockener Zellstoff	- 1917	20	
D039	Siebung (Feststoffe > 1 mm) + DAF (60 % CSB, 50 % TSS, 50 % BSB <sub>5</sub> ) + Denitrifikation, Membranbioreaktor (35 % CSB, 50 % PM(TSS), 49 % BSB <sub>5</sub> ) + Gesamtabscheidewirkungsgrad: 95 % CSB, 100 % PM(TSS), 99 % BSB <sub>5</sub> ) (kein Grenzwert für den CSB, aber für TSS und BSB <sub>5</sub> mg/l) Einleitung in einen Fluss, Abwasservolumen 137.000 m³/Jahr	0,1-1 (0,3)	2-5 (2,3)	90 – 132 (102)
	kg/Jahr	-	315	14 000
	g/t trockener Zellstoff	-	7	318
D040	Siebe (70 % TSS) + DAF (60 % CSB, 60 % BSB <sub>5</sub> , 80 % TSS) + Schwebebett-Biofilmverfahren (MBBR-Verfahren) (50 % CSB, 50 % BSB <sub>5</sub> ) + Aerobes biologisches Lüftungsbecken, Klärung (97 % CSB, 99 % BSB <sub>5</sub> , 98 % TSS)  Einleitung in einen Fluss, Abwasservolumen 147.000 m³/Jahr	10 – 160 (124)	4 48 (22)	20 – 283 (220)
	kg/Jahr	29 888	5 389	52 801
	g/t trockener Zellstoff	157	28	278
D065	Siebe (60 % TSS) + Ausflockung, Koagulation und Dekantierung (95 % TSS) + Aerobe biologische Behandlung (95 % CSB)  Einleitung in eine kommunale Kläranlage (UWWTP),  Abwasservolumen 50.000 m³/Jahr	76	27	579
	kg/Jahr	3 734	1 327	28 448
	g/t trockener Zellstoff	18,85	6,7	144
D028	Flotation + Aerobe biologische Behandlung, Flotation  Einleitung in UWWTP, Abwasservolumen 70.000 m³/Jahr	-	-	500 – 1350 (700)
	kg/Jahr	-	-	53 137
D011	g/t trockener Zellstoff  Sedimentation (80 % TSS) + Filtration (90 % TSS) + Aerobe biologische Behandlung (95 % CSB, 95 % BSB <sub>5</sub> ,)  Einleitung in einen Fluss, Abwasservolumen 17.500 m³/Jahr	5 - 25 (9) <sup>2</sup>	4 - 18 (6) <sup>2</sup>	266 32 - 72 (45) <sup>2</sup>
	kg/Jahr	158	110	787
	g/t trockener Zellstoff en keine Angaben vor.	-	-	-

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Hinweis: Die Zahlen in Klammern sind die jährlichen Durchschnittswerte.

<sup>(</sup>¹) Durchschnitt von 44 wöchentlichen Einzelstichproben. (²) Durchschnitt von 6 Stichproben. Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP Industrie 2012]

Die eingehende Belastung ist zwar nicht generell gemeldet worden, dürfte aber in Abhängigkeit zu den verschiedenen behandelten Abwasserströmen variieren. Bei einer Anlage lag die einfließende Belastung, die hauptsächlich aus Wasser von der Zerfaserung bestand, das mit anderen kleineren Strömen gemischt wurde, bei zwischen 14.000 mg/l und 20.000 mg/l für CSB und zwischen 6.000 mg/l und 8.000 mg/l für TSS. Diese Werte wurden dann im eingeleiteten Abwasser für CSB auf Werte zwischen 100 mg/l und 500 mg/l und für TSS auf Werte zwischen 50 mg/l und 100 mg/l TSS reduziert [54, EIPPCB 2012].

Es fehlen Daten bezüglich der Überwachung anderer Parameter in Abwasserableitungen. Daten für die Parameter TN und N-NH 4 wurden lediglich in einigen wenigen Fällen gemeldet und scheinen darüber hinaus nicht sonderlich einheitlich zu sein. Für den TN-Parameter sind die gemeldeten Durchschnittswerte in den meisten Fällen zwar < 10 mg/l, es liegen aber auch Fälle mit sehr hohen Werten für Einzelstichproben (sogar mit bis zu rund 5.800 mg/l) vor, die sich hauptsächlich auf Abwasser von Nassabscheidern beziehen. In anderen Fällen – und lediglich für Oberflächenabflusswasser – wurden hohe Durchschnittswerte (um 80 mg/l) ohne Angabe einer möglichen Quelle gemeldet. Bezüglich der anderen Parameter (TP, Phenole, THC, Sulfide, Öl und Fette) wurden sogar noch weniger Daten gemeldet, was bedeutet, dass sie nicht von Nutzen sind.

In dem Beispiel, das in Tabelle 3.42 dargestellt ist, wird an einem Standort eine geringe Menge Wasser von dem Reinigen der Anlage und von dem Oberflächenabfluss von den wichtigsten Holzverarbeitungsbereichen gesammelt, das gesiebt und zur weiteren Behandlung außerhalb des Standorts abgeleitet wird. Das restliche Prozesswasser von dem Zerfasern, der Anlagenreinigung und anderen Prozessen wird gesammelt und in einem Absetzbecken gemeinsam behandelt, bevor es an die kommunale Kläranlage abgeleitet wird. Die wichtigsten Parameter im Hinblick auf die Belastung pro Jahr sind TSS und CSB. Die hohe, aber sehr schwankende TSS-Belastung und gelegentliche Belastung mit Öl und Fett zeigt die Notwendigkeit einer weiteren Behandlung an, die an diesem Standort in einer außerhalb des Standorts gelegenen kommunalen Kläranlage durchgeführt wird.

Tabelle 3.42: Beispiel für die Zusammensetzung separat gesammelten Abwassers von der Anlagenreinigung und Abwassers aus der Produktion eines Standorts, an dem MDF-Platten und Spanplatten hergestellt werden.

Beschreibung des Sammelbereichs für Oberflächenabflusswasser	Einheit	Anlagenreinigung	Prozesswasser
Gesammelte Abwässer	m³/Jahr	3 700	34 500
Durchfluss	m <sup>3</sup> /h	0,4	3,9
pH-Wert		5,4 - 9,7 (7,3)	5,5 - 11,7 (7,4)
TSS	mg/l	2 - 5727 (238)	9.8 – 17 960 (730)
CSB	mg/l	20 - 1330 (363)	45 – 20 000
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,6 - 43 (17)	1,5 - 360 (35)
Formaldehyd	mg/l	0,07 - 16 (2,57)	0,62 - 112 (10)
Öle und Fette	mg/l	0,1 - 59 (3,29)	0,1 - 108 (12)
Anmerkung: Die Zahlen in Klammern sind <i>Quelle:</i> (D081), [22, TWG 2012]	die jährlichen D	urchschnittswerte.	. ,

Alle Standorte erzeugen eine geringe Menge an Abwasser von der Reinigung der Anlage, zu der auch die regelmäßige Reinigung des Trockners und der Nassabscheider gehört.

Abwasser aus der Reinigung des Trockners enthält hohe CSB-Werte von bis zu 20.000 mg/l, wobei die Zusammensetzung und die Menge von den Trocknungsbedingungen und den Holzrohstoffen abhängt. Das Wasser wird in einem separaten Tank gesammelt, der der Aufbereitungsanlage für das Oberflächenabflusswasser hinzugefügt wird oder es wird in eine Abwasseraufbereitungsanlage auf dem Standort geleitet.

Die Reinigung der Nassabscheider findet regelmäßig statt und ergänzt die tägliche Wartung, wie zum Beispiel das Beimengen von Natriumhydroxid zum Umlaufwasser in einem Nasselektrofilter, um die Ablagerung

klebrigen Staubs an Wänden und Elektroden zu verhindern. Das Reinigungswasser kann bis zu 200.000 mg/l CSB enthalten und benötigt daher eine spezielle Behandlung. Das Wasser, das mit CSB beinahe gesättigt ist, wird entweder in der Verbrennungsanlage auf dem Standort verbrannt oder nach einem anfänglichen Absetzen oder einer Flotation an eine kommunale Kläranlage geleitet.

# 3.4 Abfallerzeugung

Der Großteil des erzeugten Abfalls sind Rückstände auf Holzbasis, die entweder in dem Produktionsprozess stofflich verwertet werden oder in einer der Biomasse-Verbrennungsanlagen auf dem Standort als Brennstoff verwendet werden.

Die Anlage samt ihrer Hilfstätigkeiten erzeugt eine Vielzahl an Abfallfraktionen, die an den meisten industriellen Produktionsstätten weithin verbreitet sind:

- Schmieröl und andere Ölabfälle von der Wartung der Ausrüstung;
- Verpackungsabfall von Lagern;
- gemischte Metalle, Schrott, Kunststoffe.

Für den Sektor sind die folgenden Abfallfraktionen festgestellt worden:

- gebrauchte Metallsägeblätter;
- gebrauchtes Schleifpapier;
- eine kleinere Menge an chemischem Abfall von dem Prüflabor für die Produkte;
- Papierabfall von den Imprägnierungslinien und imprägniertes Papier von den Beschichtungslinien;
- Abwasser mit Leimemulsion aus der Leimküche.

Alle Abfallfraktionen werden zur weiteren Behandlung oder Entsorgung im Einklang mit den lokalen Rechtsvorschriften von dem Standort abtransportiert.

#### Produktionsrückstände

Produktionsrückstände werden entlang der gesamten Produktionslinie gesammelt.

Zu kleine Holzhackschnitzel werden vor und nach dem Trockner aussortiert und gesammelt. Dieses Material wird als Brennstoff verwendet. Die Menge hängt von dem Rohstoff und dem hergestellten Produkt ab. Nach der Mattenstreuung werden die Seiten der Matte zugeschnitten und dieses Material wird meistens direkt in der Produktionslinie stofflich wiederverwertet. Es liegen keine Informationen zur Menge der gesammelten und direkt stofflich verwerteten Holzmaterialien vor.

Nach der Presse besteht der hauptsächliche Produktionsrückstand im Staub, der von den Holzverarbeitungsmaschinen gesammelt wird. Spanplattenausschüsse, die eine kleine Fraktion darstellen, werden als erste Wahl zur Zerkleinerung in der Produktion stofflich wiederverwertet, während OSB-Platten und MDF-Platten zerstoßen und als Brennstoff verwendet werden. Die der Presse nachgelagerten Prozesse, einschließlich Konfektionierung und Schleifen, erzeugen Holzstaub, der bei allen Anlagen durch Staubfilter gesammelt wird. Die Menge der von Entstaubungsfiltern gesammelten Rückstände kann je nach Produkt und Produktionsparametern beträchtlich sein und stellt einen wichtigen Teil des in Staubbrennern oder Verbrennungsanlagen verwendeten Brennstoffs dar, die Wärme für die Trockner liefern. Der bei der Produktion der Hauptprodukte gesammelte Staub stellt einen Verlust in Höhe von 3–9 % der fertigen Spanplatte, einen Verlust in Höhe von 4–7 % der fertigen OSB-Platte und einen Verlust in Höhe von 2–10 % der fertigen MDF-Platte dar [8, TWG WBP 2012].

Die Gesamtmenge an Holzstaub, Holzgranulat und anderen internen Holzabfällen, die als Brennstoff zur Energierückgewinnung verwendet werden, liegt im Bereich zwischen 46.000 und 58.000 Tonnen/Jahr bzw. zwischen 90 und 150 kg/m³ fertiger Platte (gestützt auf [8, TWG WBP 2012] von den folgenden Standorten: D003, D004, D009, D049, D063).

#### **Schlamm**

Schlamm wird durch Nassabscheider für Luftemissionen, zentrale Abwasseraufbereitungsanlagen und von internen Wiederverwertungskreisen für Prozesswasser erzeugt.

Schlamm von Abwasseraufbereitungsanlagen stammt von der Vorbehandlung von Prozesswasser, vor allem Abwasser von der Zerfaserung, wo das gröbste Material durch Siebe oder andere einfache mechanische

Filtrationsverfahren abgeschieden wird. In Produktionsanlagen für MDF-Platten wird Schlamm aus der primären Filtration und Sedimentation von Abwasser entweder als Brennstoff genutzt oder zur Entsorgung oder für verschiedene Rückgewinnungstätigkeiten, wie zum Beispiel für landwirtschaftliche Zwecke vom Standort abtransportiert. Obwohl der Schlamm von Vorbehandlungsschritten hauptsächlich aus Holzspänen und Holzfasern besteht, ist die Qualität des Materials häufig nicht ausreichend, um ihn bei der Herstellung von MDF-Platten stofflich zu verwerten. Eine Ausnahme besteht dann, wenn Holzspäne für die Herstellung von Spanplatten verwendet werden können [92, EIPPCB 2014]. Die Mengen können beträchtlich sein und reichen von 150 Tonnen/Jahr bis zu 5.600 Tonnen/Jahr oder 1,5–16 kg/m³ fertiger MDF-Platte (gestützt auf [8, TWG WBP 2012] von den folgenden Standorten: D011, D018, D026, D028, D065, D039).

Schlamm wird auch bei Flotationsschritten und bei aeroben biologischen Behandlungen erzeugt. Der Schlamm kann als Brennstoff verwendet werden, vor allem dann, wenn er nach dem Behandlungsverfahren effizient entwässert wird oder er wird alternativ dazu außerhalb des Standorts weiter behandelt oder entsorgt. Belebtschlamm muss hinreichend entwässert werden, bevor er behandelt werden kann. Die Mengen an erzeugtem Schlamm reichen von 11 Tonnen/Jahr bis zu 6.000 Tonnen/Jahr (gestützt auf \_[8, TWG WBP 2012] von den folgenden Standorten: D026, D039, D065).

Schlamm aus Rückhaltebecken und Sedimentationsbecken, in denen Oberflächenabflusswasser behandelt wird, wird beim Reinigen der Becken erzeugt. Der Schlamm wird vom Standort abtransportiert. Die Menge hängt stark von den gesammelten Wasserströmen und der Wassermenge, der Retentionszeit und der Abscheideleistung ab.

Schlamm, der bei der Holzhackschnitzelwäsche erzeugt wird, besteht sowohl aus Erde als auch aus Holzschrot und eignet sich sehr gut als Brennstoff, vor allem, wenn die Schlammfraktion so weiterbehandelt wird, dass der Erdeteil auf ein Mindestmaß reduziert wird. Die Menge an Schlamm, die bei der Holzhackschnitzelwäsche gesammelt wird, kann bis zu 8.300 Tonnen (30 % Feststoffe) oder 10–20 kg/m³ fertiger Platten betragen.

Schlamm, der in Nassabscheidern, wie zum Beispiel Nasselektrofiltern, Nasswäschern, Biowäschern, Venturiwäschern oder bei der Druckentspannungsflotation (DAF) erzeugt wird, besteht hauptsächlich aus kleinen, groben Holzspänen und wird in der Regel direkt als Brennstoff genutzt. Der Schlamm wird durch Dekantieren oder durch Sedimentation, gefolgt von Schneckenpressen oder ähnlichen Geräten entwässert, um überschüssiges Wasser zu entfernen. Der Schlamm kann bei entsprechender Entwässerungsbehandlung einen Feuchtigkeitsgehalt von 20 - 25 % erreichen, was für eine Handhabung ausreicht. Die gemeldeten Mengen an gesammeltem Schlamm reichen von 1.000 trockene Tonnen/Jahr bis zu 2.500 trockene Tonnen/Jahr (gestützt auf [8, TWG WBP 2012] von den folgenden Standorten: D040, D018, D003).

## Schlacke und Aschen

Rostasche und Schlacke aus Biomasse-Feuerungsanlagen sind Abfälle, die je nach Qualität entweder von dem Standort entsorgt werden müssen oder außerhalb des Standorts wiederverwendet werden können.

Qualität und Menge hängen von der Zusammensetzung des Brennstoffs und von den Verbrennungsbedingungen ab. Die von Produktionsstätten, die im Durchschnitt 450.000 m³ Platten/Jahr herstellen, gemeldeten Werte für die erzeugte Asche liegen im Bereich zwischen 2.500–5.000 Tonnen/Jahr mit Biomasse als wesentliche Brennstoffquelle (gestützt auf [8, TWG WBP 2012] von den folgenden Standorten: D001, D002, D003, D009, D010, D049, D053).

# 3.5 Emissionen in den Boden und das Grundwasser

Die Gesamtqualität und die Eigenschaften von Grundwasser, das überwacht wird, sind je nach den geologischen Gegebenheiten vor Ort unterschiedlich. Daten von der Grundwasserüberwachung sind daher nur für die Verwendung auf Standortebene von Nutzen. Einige wenige Betreiber haben die Einrichtung eines Brunnennetzes zur Grundwasserüberwachung mit Vorschriften für die Überwachung gemeldet. Von den Mitgliedstaaten wurde dies als eine der nationalen Anforderungen an industrielle Standorte generell gemeldet.

# 3.6 Belästigung durch Lärm und Gerüche

Konkrete Daten von Lärmmessungen sind nicht erhoben worden, weil jeder Standort im Hinblick auf mehr oder weniger ausgeprägte Belästigungen durch Lärm seine eigenen Merkmale aufweist.

Regelmäßige Lärmmessungen in dem umliegenden Gebiet des Standorts und an den Grenzen des Standorts sind gängige Praxis als Teil der Umweltgenehmigung für die Tätigkeit.

Erhöhte Lärmpegel werden durch übliche Methoden gemindert, die nicht charakteristisch für den Holzwerkstoffsektor sind, sondern in der Industrie generell eingesetzt werden.

Die Lärmquellen sind über die gesamte Produktionskette erteilt, vom Verkehr zum und vom Standort und dem Abladen der Holzrohstoffe bis zum Versand der Endprodukte. Die wichtigsten dauerhaften Lärmquellen sind:

- der gesamte Verkehr zu und von dem Standort, einschließlich Schienen;
- interner Verkehr von Lastkraftwagen zum Be- und Entladen;
- Entrinden von Rundholz;
- Ausrüstung zur mechanischen Behandlung, wie zum Beispiel Hackmaschinen, Zerspaner, Fräsen, mechanische Feinsiebe, Luftumwälzer usw.;
- Beförderung von Holzhackschnitzeln und Holzfasern in Pipelines und anderen Systemen, wie zum Beispiel Förderanlagen;
- Dampffreisetzungen im Refinergebäude;
- der Pressenbereich;
- die gesamte Holzverarbeitung der fertigen Rohplatten, einschließlich Sägen, Schleifen usw.;
- Lüfter, Motoren, Kompressoren.

Der Betrieb einer Anlage zur Herstellung von Platten auf Holzbasis ist in aller Regel ein kontinuierlicher Rundum-die-Uhr-Betrieb mit 24 Stunden am Tag und sieben Tagen in der Woche, der jedes Jahr nur für einige Wochen zu Wartungszwecken eingestellt wird. Der Lärm von Tätigkeiten auf dem Standort stellt nachts wegen dem sehr leisen Hintergrundgeräusch von den angrenzenden Bereichen ein ausgeprägteres Problem dar. Die Begrenzung des Verkehrs zum und vom Standort und die Begrenzung der Holzumschlags- und Holztransporttätigkeiten auf dem Holzlagerplatz sind primäre Maßnahmen, die an den meisten Standorten zur Lärmreduzierung während der Nacht eingesetzt werden.

Eine der wichtigsten einzelnen Lärmquellen, die besonders beachtet werden muss, ist das Entrinden von Rundholz und das Raspeln flächiger Späne (hauptsächlich OSB-Platten). Dieses Problem wird durch eine ordnungsgemäße Umschließung in separaten isolierten Gebäuden behoben. Abgesehen davon wurde von den Anlagen, die verschiedene Produkte herstellen, keine andere wichtige Unterscheidung angeführt.

Der Lärm wird auf dem gesamten Sektor mit den üblichen primären Maßnahmen gemindert, wie zum Beispiel der Isolierung von Lärmquellen und mit sekundären Maßnahmen, wie den Schutz der Standortgrenzen durch Böschungen.

Die folgenden Maßnahmen wurden als primäre Maßnahmen gemeldet, die generell und in der gesamten Branche eingesetzt werden:

- Strategische Planung der Gebäudeanordnung zur Unterbringung der lautesten Tätigkeiten in einer Weise, dass Gebäude selbst als Schallschutz fungieren, beispielsweise indem die lauten Arbeiten in die Mitte der Anlage gelegt werden;
- Ausarbeitung und Umsetzung einer Kartierung der Lärmquellen auf dem Standort als Teil eines aktiven Programms zur Lärmreduzierung;
- regelmäßige Wartung aller Ausrüstungen;
- Kapselung und Schallisolierung von Ausrüstungen, Kompressoren, Motoren usw. mit hohen Lärmemissionen;
- Schalldämmung von Gebäuden generell;
- Einschränkung der Übertragung von Vibrationen durch Entkopplung einzelner Aggregate;

- Geschwindigkeitsbegrenzungen für Lastkraftwagen;
- zeitliche Eingrenzung der primären und sekundären Holzzerkleinerungstätigkeiten und der Entrindungstätigkeiten auf tagsüber;
- geschlossene Türen und Toren.

Weithin eingesetzte sekundäre Maßnahmen sind [8, TWG WBP 2012], [67, VITO 2011]:

- Schalldämpfer, Lärmdämpfer auf Lüftern, Filter mit Schallschutzhauben, Zyklone mit akustischen Öffnungen/Schalldämpfer, Abluftschalldämpfer an Schornsteinen;
- Einsatz von Lärmschutzwänden, natürlichen Hindernissen oder Böschungen entlang der Standortgrenzen zur Abschirmung von Lärmquellen.

Es sind einige Daten zu Geruchsmessungen der Trockneremissionen auf Höhe des Schornsteins eingegangen.

## 3.7 Überwachung der Emissionen

Die Probenahme der Emissionen ist in Abhängigkeit zu dem Parameter, der gemessen werden soll und zum Standort der Ableitungsstelle unterschiedlich. Die Überwachungsergebnisse hängen nicht nur von dem eingesetzten Probenahmeverfahren ab, sondern auch von den Bedingungen, unter denen die Nassabscheider betrieben werden und von der tatsächlichen Produktion, die im zeitlichen Bereich der Probenahme stattfindet. Die Zusammensetzung der Emissionen, die von dem hergestellten Produkt und beispielsweise auch von dem bei der direkten Trocknung verwendeten Brennstoff abhängen, sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Den erhobenen Daten zufolge werden die wichtigsten Emissionsstellen am häufigsten einmal jährlich durch eine Probenahmekampagne überwacht, um die Einhaltung der Umweltvorschriften nachzuweisen, auch wenn einige Mitgliedstaaten bis zu vier oder mehr Stichproben pro Jahr oder auch gerade einmal eine Probenahmekampagne alle drei Jahre verlangen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Standorte zusätzliche interne Überwachungen einsetzen könnten, um den Betrieb des Standorts zu unterstützen, was in den erhobenen Daten grundsätzlich nicht thematisiert bzw. nicht widergespiegelt wird.

Die Daten von mehreren Standorten, die in den Abschnitten 3.2.1.1, 3.2.1.2 und 3.2.1.3 dargestellt sind, weisen sowohl im Hinblick auf den Staubgehalt als auch auf den Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen einschließlich Formaldehyd einen großen Unterschied zwischen den gemeldeten Mindestwerten und Höchstwerten für Emissionen von dem Trockner in die Luft auf. Dies ist der Fall sowohl bei Daten, die eine einzige Probenahmekampagne darstellen, beispielsweise mit drei Probenahmen an einem Tag, als auch bei Daten, die mehr als eine Probenahmekampagne darstellen, beispielsweise dreimal im Jahr. Dies kann von dem Betriebsmanagement des Trocknungsverfahrens, den getrockneten Rohstoffen und dem Betriebsmanagement des Minderungssystems für Luftemissionen abhängen. Jahreszeitlich bedingte Schwankungen der Feuchtigkeit und der Temperatur können die Holzrohstoffe bei der Lagerung ebenfalls beeinträchtigen.

Mitgliedstaaten geben in Genehmigungen Grenzwerte als Massenkonzentrationen an, können aber auch sowohl spezifische Massenbelastungen als auch Massenemissionsraten festlegen. Die verwendete Massenemissionsrate ist die pro Stunde oder pro Jahr ausgestoßene Masse. Bei der Kontrolle von Luft- oder Wasseremissionen kann das Überwachungsergebnis für einen Parameter als Massenkonzentration in Masse pro Nm³ angegeben oder weiter von der Massenkonzentration auf eine spezifische Massenbelastung berechnet werden, die als Masse pro Einheit des Produkts angegeben wird, das mit dem Prozess, der die Emissionen verursacht, hergestellt wird.

Aus den erhobenen Daten kann abgeschätzt werden, dass die Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen insbesondere in Trocknerabgasen im Laufe des Jahres und sogar im Laufe eines einzigen Tages unterschiedlich hoch sein können. Ein Beispiel für die Unterschiede in den gemessenen flüchtigen organischen Verbindungen ist in Tabelle 3.43 dargestellt, die Daten aus einer Produktionsanlage für Spanplatten zeigt, welche lediglich Kiefer aus einem einzigen Forstgebiet als Holzrohstoff verwendet und Daten von einer Produktionslinie für MDF-Platten.

Tabelle 3.43: Überwachungsdaten von zwei Produktionslinien, die mehrere Jahre erfassen

D035 (PB)	VOC (mg/Nm³)	D094 (MDF)	Summe C (mg/Nm³)	Staub (mg/Nm³) (trocken)
2010 Q 1	195	2009	147	8
2010 Q 3	320	2010 Q 1	-	12,3
2011 Q 1	40	2010 Q 2	195,4	12,5
2011 Q 3	55	2010 Q 3	=	8,1
2011 Q 4	190	2010 Q 4	126,9	9,8
2012 Q 1	240	2011 1. Trimester	-	12,4
		2011 2. Trimester	103	8
		2011 3. Trimester	-	8
		2012 1. Trimester	82	11
		2012 2. Trimester	=	16
		2012 3. Trimester	82	9
'-': Es liegen kein	ne Angaben vor.	·		

'-': Es liegen keine Angaben vor. *Quelle:* [22, TWG 2012]

Ein weiteres Beispiel für mögliche tägliche Schwankungen ist in Abbildung 3.19 dargestellt. Die Abbildung zeigt die Emissionen von einer Feuerungsanlage mit einem Trockner mit geschlossenem Kreislauf. Die Feuerungsanlage liefert die thermische Wärme für den indirekt beheizten Trockner und verbrennt im Nachverbrennungsverfahren einen Teil der Trocknerabgase und der Presseabgase. Bei dem Staubabscheider handelt es sich um einen Elektrofilter. Die Daten weisen einen höchst unterschiedlichen Tagesmittelwert für Staub auf. Das berechnete 95. Perzentil der Tagesmittelwerte beträgt 41 mg/Nm³. Die Daten von der Feuerungsanlage und der Anlage mit geschlossenem Kreislauf umfassen Daten, die suboptimale Betriebsbedingungen für die Feuerungsanlage ebenso darstellen könnten wie Änderungen im Betrieb des Trockners.

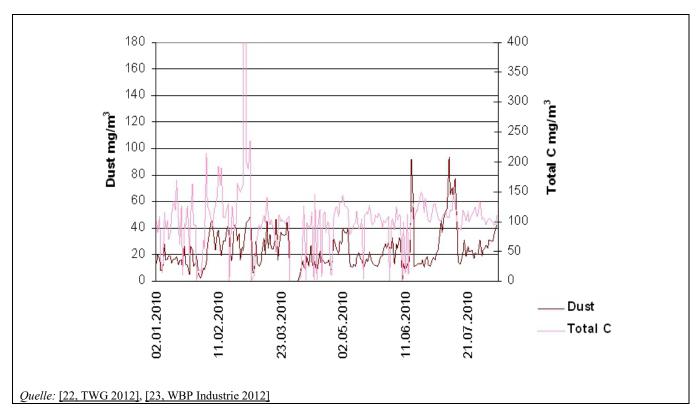


Abbildung 3.19: Ein Beispiel für die Unterschiede in den Tagesmittelwerten für einen Trockner mit geschlossenem Kreislauf und für eine Feuerungsanlage

In Abbildung 3.20 unten ist ein Beispiel für kontinuierliche TVOC-Messungen vom Schornstein eines Elektrofilters dargestellt, der Trocknerabgase in einer Produktionsanlage für Spanplatten behandelt. Fehlende Messungen stellen Zeiträume dar, in denen die kontinuierlichen Messgeräte entweder wegen eines Produktionsstillstands oder wegen eines Ausfalls bei den Messungen nicht in Betrieb waren. Die Empfindlichkeit der Überwachungsgeräte verlangt eine tägliche Wartung. Auch wenn die Unterschiede von Tag zu Tag hoch sein können, ist die über einen Monat oder über das ganze Jahr betrachtete Leistung stabil.

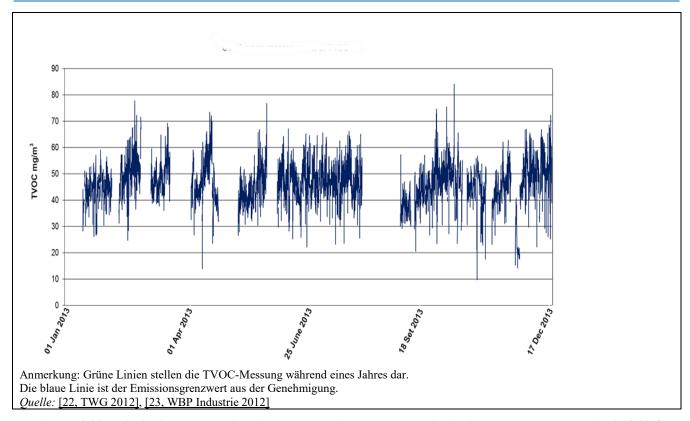


Abbildung 3.20: Beispiel für Unterschiede in den Tagesmittelwerten kontinuierlicher FID-Messungen (bei 18 % O<sub>2</sub>) von TVOC in Emissionen von einem mit einem Nasselektrofilter ausgerüsteten Trockner für Spanplatten während eines Jahrs

## 3.7.1 Referenzbedingungen für die Angabe von Luftemissionsdaten

Die einzelnen Anlagen melden der zuständigen Behörde die Emissionswerte gemäß den Genehmigungsbedingungen; und die Referenzbedingungen für die Meldung der Werte für Luftemissionen sind unterschiedlich. Die für dieses Dokument erhobenen Daten spiegeln diesen Unterschied in den Überwachungsund Referenzbedingungen wider.

Die Luftemissionen von Trocknern weisen unverkennbare Merkmale auf, die Referenzbedingungen beispielsweise für Luftemissionen für Verbrennungsprozesse schwierig machen. Die Emissionen zeichnen sich dadurch aus, dass sie heiß und staubhaltig sind. Der Staub ist wegen des Gehalts an natürlichen VOC-Bestandteilen aus dem Holz, anderen komplexen Holzbestandteilen, die bei dem Trocknen durch die Feuchtigkeit transportiert werden und wegen der Menge an PAHs, die von verbrannten Submikron-Spänen gebildet werden, nass und klebrig. Die kontinuierliche Überwachung der wichtigsten Schadstoffe, wie zum Beispiel Staub, VOCs/TOC und Formaldehyd ist nicht üblich.

Die Umgebung im Trockner ist nahe am atmosphärischen Sauerstoffgehalt, was widerspiegelt, dass die Trocknung kein Sauerstoff verbrauchender Verbrennungsprozess ist. Die erhobenen Daten werden entweder auf einen spezifischen Sauerstoffgehalt korrigiert oder ohne jede Korrektur auf einen Standard angegeben. Aus den erhobenen Daten wird der tatsächliche Sauerstoffgehalt für die meisten Schornsteinemissionen von Trocknern gemeldet. Der Sauerstoffgehalt schwankt zwischen 16,5 % und 20,9 %, und in einigen wenigen Fällen liegt er unter 16 %. Die Unterschiede im Sauerstoffgehalt hängen von dem Trocknertyp ab. Bei indirekt beheizten Trocknern liegt der Sauerstoffgehalt nahe am Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre von 20,9 %. Bei direkt beheizten Trocknern für Spanplatten und OSB-Platten liegt der Sauerstoffgehalt in der Regel zwischen 16,5 % und bis zu 19,3 %. Bei direkt beheizten Fasertrocknern (Trockner für MDF-Platten) schwankt der Sauerstoffgehalt zwischen 19 % und 20,2 %.

Der in den Trockneremissionen gemessene Feuchtigkeitsgehalt reicht von 8 % bis etwa 15 %. Aus den Daten geht hervor, dass Trocknerlinien für OSB-Platten meistens höhere Feuchtigkeitswerte bis zu 20 % aufweisen. Der

Feuchtigkeitsgehalt hängt nicht davon ab, ob die Trockneremissionen in Zyklonen oder in einem Nassabscheider behandelt werden, bevor sie abgeleitet werden, weil die Abgase von Natur aus feucht sind. Zu Nassabscheidern gehören Nasselektrofilter, Nasswäscher und Biowäscher. Der Unterschied zwischen einem Ergebnis, das auf einen trockenen Bezugszustand korrigiert wurde und einem Ergebnis, das nicht auf einen trockenen Bezugszustand korrigiert wurde, schwankt zwischen 5 % bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 5 Vol.-% und 25 % bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 20 Vol.-%. Auf der Grundlage des Unterschieds im tatsächlichen Feuchtigkeitsgehalt ist es angemessen, für die Emissionen aus einem Trockner eine Korrektur auf einen trockenen Bezugszustand vorzunehmen, wenn die Konzentration in mg/Nm³ angegeben wird.

Die Referenzbedingungen für einen spezifischen Trockner und die genaue Einstellung einer Feuerungsanlage können auf Standortebene erarbeitet werden, wenn die Verbrennung und die entsprechenden Emissionen, beispielsweise NO<sub>X</sub>, CO und TOC optimiert werden. Als Referenz wird der Sauerstoffgehalt verwendet, der bei optimierten Bedingungen eintritt. Werden zwei oder mehr Abgasquellen zusammen behandelt, beispielsweise in einem Nasswäscher, kann der Sauerstoffgehalt nahe beim Sauerstoffgehalt der Atmosphäre von 20,9 % liegen. Auf der Grundlage des Durchflusses der verschiedenen Abgase kann der Sauerstoffbeitrag von den einzelnen Gasen dabei helfen, eine Referenzbedingung für diese spezielle Einstellung festzulegen.

Für Emissionen von Pressen wird in der Regel keine Korrektur auf einen spezifischen Sauerstoffgehalt oder auf einen trockenen Bezugszustand vorgenommen. Der gemeldete Feuchtigkeitsgehalt in Emissionen von Presselinien, die durch Nasswäscher behandelt wurden, liegt unter 8 % und der mögliche feuchtigkeitsbedingte Fehler ist weniger ausgeprägt als bei den Trockneremissionen.

Die Emissionskonzentration bei einem bestimmten Referenz-Sauerstoffgehalt wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

Dabei ist: E<sub>R</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>): Emissionskonzentration korrigiert auf den Referenz-Sauerstoffgehalt;

O<sub>R</sub> (Vol.-%): Referenz-Sauerstoffgehalt;

E<sub>M</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>): Emissionskonzentration bezogenen auf den gemessenen Sauerstoffgehalt;

O<sub>M</sub> (Vol.-%): gemessener Sauerstoffgehalt.

## 3.7.2 Überwachung der Luftemissionen

## 3.7.2.1 Staub

Der als Gesamtsfeinstaub gemessene Staub ist einer der Schlüsselparameter für die Überwachung eines Holzwerkstoffstandorts. Nur einige wenige Anlagen überwachen den Staub aus den Trocknern durch den Einsatz von fotometrischen Messungen oder gemäß der Norm EN 15267 kontinuierlich.

Alle Pressen und kleineren Quellen werden regelmäßig ab jedem dritten Jahr bis zu mehrmals jährlich überwacht. Die Feuerungsanlagen werden häufig mit einem System für die kontinuierliche Überwachung von Staub ausgestattet.

Die Staubfraktion von Trocknern, die nach dem Einsatz einer angemessenen Entstaubungstechnik emittiert wird, besteht hauptsächlich aus  $PM_{10}$ , wobei bis zu  $80 \% PM_{2,5}$  sein könnte. Die  $PM_{2,5}$  sind Aerosole, die aus der Kondensation der organischen Verbindungen gebildet werden.

Die Probenahme ist für ein repräsentatives Überwachungsergebnis von entscheidender Bedeutung und es ist wichtig, ob und wann die Stichprobe der Probenahme erwärmt oder die entnommene Luft getrocknet wird, die kondensierbare Fraktion wird berücksichtigt.

Zu den eingesetzten Methoden gehören EN 13284-1, EN 14385, EN 15259, ISO 9096, CEN und nationale Normen und Richtlinien, wie zum Beispiel VDI 2066 Bl.1, NF X 44-052 [89, COM 2014].

## 3.7.2.2 Formaldehyd

Die periodische Probenahme von Formaldehyd (einschließlich anderer niedrigerer Aldehyde, Alkohole und Phenol) wird unter Verwendung zweier verschiedener Ansätze, die möglicherweise zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, durchgeführt. Hohe Volumen isokinetischer Probenahmen in einer Impinger-Lösung ergeben eher höhere Ergebnisse als niedrige Volumen nicht isokinetischer Probenahme auf Adsorptionsrohren. Internationale Normen, wie zum Beispiel US EPA M316, US EPA Methode 5, NCASI/C1/WP98.01, NIOSH 3500 (chromotropisches Säureverfahren) und nationalen Normen von Mitgliedstaaten einschließlich VDI 3862Bl.2 (DE) und Leitfaden FDX 43-319 (FR) schreiben Probenahmen in Impinger-Lösungen vor, während EPA-TO11 und EN 13649 Normen für Probenahmeverfahren auf Adsorptionsrohren sind.

Der für die Erstellung des vorliegenden Dokuments erhobenen Daten zufolge wird die Probenahme von Formaldehyd mithilfe isokinetischer Probenahmeverfahren häufiger verwendet. [8, TWG WBP 2012], [17, ECS 2001], [18, EPA et al. 1998], [19, EPA 1998], [20, EPA 1999], [21, VDI 2000].

Die für die Überwachung von Formaldehyd eingesetzten analytischen Methoden sind entweder spektrofotometrisch, GC oder HPLC-Verfahren und es wird nicht davon ausgegangen, dass in den mithilfe einer dieser analytischen Verfahren erhaltenen Ergebnissen große Unterschiede zu verzeichnen sind [94, EPF und EUROFINS Italien 2014].

Vor Kurzem sind bei mehreren Produktionsanlagen für Spanplatten in Italien automatische Probenahmen und Messungen von Formaldehyd eingesetzt worden. Es wird gemeldet, dass eine Produktionsanlage für MDF-Platten in Italien ebenfalls allgemeine kontinuierliche Messungen für eine Vielzahl von Parametern, darunter auch Formaldehyd (automatisierte Probenahme) und TVOC (prozessintegrierte FID-Messungen installiert.

## 3.7.2.3 Überwachung organischer Verbindungen

Der Gehalt flüchtiger organischer Verbindungen in Emissionen wird üblicherweise mit einem Flammen-Ionisation-Detektor (FID) gemessen. Es werden zwar kontinuierliche prozessinterne Messungen durchgeführt, wegen der klebrigen Eigenschaften des Staubs allerdings nur in sehr wenigen Anlagen.

Bei der Analyse flüchtiger organischer Verbindungen (beispielsweise TOC, Gesamt-C, VOCs, CVOVs oder NMVOC) wird eine Vielzahl an Normen verwendet, die Probenahme- und Analyseverfahren vorschreiben, darunter unter anderem die Normen EN 15267, EN 12619, EN 13526, DIN EN 14385, EPA 25A, EN 14181 (kontinuierliche Überwachung) sowie nationale Normen und Richtlinien; NF X43-301, NF X43-300, VDI, NIOSH 1500 (wird für CVOCs, und Kohlenwasserstoffe mit einem Siedepunkt von 36–126 °C verwendet). Am häufigsten wird die Norm EN 12619 verwendet [98, CEN 2013].

### 3.7.2.4 Geruchsüberwachung

Die Geruchsüberwachung wird unter Verwendung analytischer (d.h. physikalischer und chemischer) Methoden oder sensorischer Methoden (die sich auf menschliche Sinne stützen) durchgeführt. Beide Ansätze werden bei Geruchsquantifizierungen und bei der Bewertung und Quantifizierung von Gerüchen in der Umgebung verwendet. Der Geruch wird angegeben in ou<sub>E</sub>/m³ (internationalen Geruchseinheiten) oder in Schnüffeleinheiten.

Zu analytischen Techniken für die Bewertung von Gerüchen gehören Emissionsisolierungsfluxkammern, tragbare Windkanäle und elektronische Nasen [88, INERIS 2009].

Sensorische Techniken sind dynamische Olfaktometrie, Geruchsbegehungen, Geruchsräder und Geruchsintensitätskartierung [97, UK MCERTS 2013].

Die Geruchsüberwachung ist ein Werkzeug, das sowohl für die anfängliche Geruchskartierung als auch zur Einhaltung der Rechtsvorschriften äußerst nützlich ist. Die Geruchsüberwachung wird im Referenzdokument "allgemeine Überwachungsgrundsätze") [89, COM 2014] näher beschrieben.

### 3.7.2.5 Blauer Dunst

Zu Zwecken der alltäglichen Einhaltung der Umweltvorschriften wird der Grad der Rauchtrübung oder die offensichtliche Dichte von Schornsteinemissionen von Trocknern und Pressen von qualifizierten Beobachtern überwacht, um die Einhaltung der Umweltvorschriften nachzuweisen (z. B. EPA Methode 9), beispielsweise durch Verwendung einer Ringelmann-Skala. Die Beobachtung wird mehrmals am Tag aus einer bestimmten Entfernung durchgeführt. Sie kann durch eine dauerhafte Kameraüberwachung der Schornsteinemissionen optimiert werden und wird den Betriebsbedingungen und der Leistung des Prozess- und Minderungssystems zugeordnet. Mit der entsprechenden Erfahrung kann eine Sichtprüfung der Schornsteinemissionen ein ausgezeichneter Indikator für die Leistung von Minderungsanlagen sein.

Die Entwicklung eines Verfahrens zur Beobachtung und zur Reaktion auf das Erscheinungsbild der Schornsteinemissionen hängt weitgehend von den lokal eingesetzten Minderungsanlagen, den Produktionseigenschaften und den täglichen Witterungsbedingungen ab. Eine Überwachung durch Sichtprüfung kann die Probenahme zu Einhaltungszwecken nicht ersetzen und gibt lediglich Hinweise dafür, dass die Feinstaubemissionen zu hoch sind.

# 4 BEI DER FESTLEGUNG DER BVT ZU BERÜCKSICHTIGENDE TECHNIKEN

## 4.1 Einführung

In diesem Kapitel werden die Techniken (oder Kombinationen von Techniken) und die dazugehörigen Überwachungsmaßnahmen beschrieben, bei denen davon ausgegangen wird, dass sie über das Potenzial verfügen, bei den Tätigkeiten im Anwendungsbereich des vorliegenden Dokuments ein hohes Maß an Umweltschutz zu erzielen. Die beschriebenen Techniken enthalten sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlagen geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt werden.

Im Kapitel werden Umweltmanagementsysteme, prozessintegrierte Techniken und nachgeschaltete Maßnahmen (sogenannte End-of-Pipe-Maßnahmen) behandelt. Abfallvermeidung und -bewirtschaftung (einschließlich Abfallminimierung und Recyclingverfahren) werden ebenso berücksichtigt, wie Techniken zur Reduzierung des Verbrauchs an Rohstoffen, Wasser und Energie durch Optimierung der Verwendung und durch Wiederverwendung. Die beschriebenen Techniken behandeln auch verwendete Maßnahmen zur Verhinderung oder Einschränkung der Umweltfolgen von Unfällen und Vorfällen sowie Maßnahmen zur Standortsanierung. Sie behandeln außerdem Maßnahmen, die unter Bedingungen ergriffen werden, die von den normalen Betriebsbedingungen abweichen (wie An- und Abfahren, unbeabsichtigtes Austreten von Stoffen, Störungen, kurzzeitiges Abfahren sowie die endgültige Stilllegung des Betriebs), um Emissionen zu verhindern oder zu reduzieren.

In Anhang III der Richtlinie ist eine Reihe von Kriterien zur Festlegung von BVT angeführt, und die Angaben in diesem Kapitel befassen sich mit diesen Erwägungen. Nach Möglichkeit wurde für die Darstellung der einzelnen Techniken die Standardstruktur aus Tabelle 4.1 verwendet, um einen Vergleich der Techniken und die Bewertung der Techniken nach der Bestimmung des Begriffs "BVT" in der Richtlinie zu ermöglichen.

Das vorliegende Kapitel enthält nicht unbedingt eine erschöpfende Liste aller Techniken, die in dem Sektor eingesetzt werden könnten. Möglicherweise gibt es auch andere Techniken oder es könnten andere Techniken entwickelt werden, die bei der Festlegung einer BVT für eine einzelne Anlage berücksichtigt werden könnten.

Tabelle 4.1: Informationen für die einzelnen Techniken

Überschriften innerhalb der Abschnitte
Beschreibung
Technische Beschreibung
Erzielte Nutzen für die Umwelt
Umweltleistung und betriebliche Daten
Medienübergreifende Effekte
Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen
Wirtschaftlichkeit
Anlass für die Umsetzung
Beispielanlagen
Referenzliteratur

## 4.2 Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Luftemissionen

## 4.2.1 Einführung

Die Techniken, die in diesem Abschnitt behandelt werden, konzentrieren sich hauptsächlich auf die Reduzierung der Luftverunreinigungen Staub, flüchtige organische Verbindungen und Formaldehyd.

#### Staub

Der Begriff "Staub" bezeichnet im Sinne dieses Dokuments sämtliche Materialien, die am Messpunkt als Gesamtpartikelmasse gemessen werden, da der Feinstaub in den Emissionen des Trockners sowohl anorganische als auch organische Feststoffe und flüssiges Material als Tröpfehen und Aerosolen von kondensierbaren flüchtigen organischen Verbindungen enthält.

Die primäre Staubquelle in Emissionen von Trocknern ist der Holzrohstoff selbst. Beim direkten Trocknen werden Verbrennungsrauchgase mit dem Holzrohstoff gemischt, der Staub in den Rauchgasen trägt ebenfalls zu den Gesamtstaubemissionen bei. Wird vor dem Trocknen Leim aufgetragen, wie es beim Trocknen von MDF-Fasern der Fall ist, tragen Formaldehyd, Methanol und kondensierbare organische Verbindungen ebenfalls zu den Gesamtfeinstaubemissionen bei.

Metalle werden in Staubemissionen nur selten in größeren Mengen festgestellt und tragen kaum zur Zusammensetzung von Staubemissionen bei.

Es muss festgehalten werden, dass das getrocknete Produkt, das den Trockner verlässt, zuerst in Produktabscheidezyklonen separiert wird. Erst nach dieser anfänglichen Produktabscheidung werden die Abgase von den Trocknern aufbereitet oder gereinigt. Die Effizienz der Produktabscheidezyklonen wird von dem abzuscheidenden Produkt bestimmt und es wird erwartet, dass die Zyklone alle Materialien erfassen, die in der weiteren Produktion verwendet werden können. Die Größe der Partikel, die die Produktabscheidezyklonen verlassen, dürfte zwischen 5 μm und 100 μm liegen, und die Größe von kondensierbaren Partikeln (in erster Linie von Ruß und organischen Verbindungen) liegt zwischen 5 μm bis zu weniger als 0,1 μm.

Es gibt hauptsächlich drei Vorgehensweisen für die Eindämmung der Staubemissionen von Trocknern:

- 1. gesteuerter Trocknerbetrieb als primäre Maßnahme;
- 2. Staubminderung durch Mikrozyklonen, elektrostatische Abscheider oder Gewebefilter für Rauchgase, bevor sie zum direkten Trocknen verwendet werden als primäre Maßnahme;
- 3. für die Trockneremissionen eingesetzte sekundäre Maßnahmen zur Staubminderung, insbesondere Nasswäsche, Nasselektrofilter und Hochleistungszyklonen.

Primäre Maßnahmen zur Verhinderung von Staubbildung alleine wären nicht ausreichend, weil der Großteil des Staubs im Trockner erzeugt wird und deshalb eine zusätzliche Maßnahme zur Staubminderung ergriffen werden muss. Die Umsetzung von primären Techniken, mit denen die Staubkonzentration am Einlass verringert wird, kann bewirken, dass die Gesamtleistung der End-of-Pipe-Maßnahme verbessert wird.

Der Großteil der Staubemissionen von Trocknern wird daher durch den Einsatz von sekundären Maßnahmen zur Staubminderung verringert, um hinreichend niedrige Staubwerte zu erzielen.

#### **TVOC**

Die Summenkonzentration der flüchtigen organischen Verbindungen (Total Volatile Organic Compounds, TVOC) dient als Parameter zur Beschreibung des flüchtigen organischen Anteils der Emissionen von Trocknern und Pressen.

Im Sinne des vorliegenden Dokuments stellt der Begriff TVOC den Anteil der flüchtigen organischen Verbindungen dar, der organische Verbindungen mit einem Siedepunkt unter 250 °C erfasst. Gleichzeitig gilt es zu berücksichtigen, dass flüchtige organische Verbindungen, die während des Trocknens aus dem Holz freigesetzt werden, biogenen Ursprungs sind, wo der Hauptteil der gemessenen organischen Verbindungen aus Terpenen besteht.

Der Beitrag flüchtiger organischer Verbindungen aus Verbrennungsrauchgasen wird nicht als wichtig erachtet, wenn der Verbrennungsprozess effizient ist und gesteuert wird. Andererseits könnte der TVOC-Wert durch einen ineffizienten Verbrennungsprozess mit einem hohen Anteil nicht verbrannten Kohlenstoffs beeinträchtigt werden.

Wird vor dem Trocknen Leim aufgetragen, wie es beim Trocknen von MDF-Fasern der Fall ist, könnten Formaldehyd, Methanol und kondensierbare organische Verbindungen zum Gesamtgehalt an flüchtigen organischen Verbindungen beitragen.

Der TVOC-Wert hängt von dem verwendeten Holzrohstoff ab, siehe Abschnitt 3.2.1.3.

Die Vorgehensweisen zur Steuerung der TVOC-Emissionen aus Trocknern werden in drei Hauptgruppen unterteilt:

- 1. angemessener Trocknerbetrieb als primäre Maßnahme;
- 2. die Auswahl von Holzrohstoffen mit einem niedrigen VOC-Gehalt als primäre Maßnahme;
- 3. sekundäre Techniken zur Reinigung der Trockneremissionen, insbesondere Nasswäscher und Biowäscher, mit denen VOC-Emissionen verringert werden.

VOC-Emissionen von Holzrohstoffen könnten theoretisch zwar dadurch verringert werden, dass die Trockner bei Mindesttemperatur betrieben werden, allerdings werden einige Terpene im Holzrohstoff selbst bei niedrigen Trocknungstemperaturen mobilisiert und verdampfen. Das Ziel bei allen Trocknungsmaßnahmen besteht darin, in dem getrockneten Material eine Feuchtigkeit von 2 - 10 % zu erhalten, was nur durch den Einsatz von Wärme gelingen kann.

Die VOC-Emissionen könnten durch Verwendung von Holzrohstoffen mit einem niedrigeren VOC-Gehalt gesenkt werden. Bei Faserplatten und Grobspanplatten (OSB), aber auch bei Spanplatten, besteht der Holzrohstoff nahezu ausschließlich aus lokal geerntetem Rundholz und frischen Holzhackschnitzeln. Die Wahl der Holzrohstoffe einzuschränken, wird als nicht machbar angesehen.

Flüchtige organische Verbindungen in Trockneremissionen werden durch den Einsatz sekundärer Minderungsmaßnahmen verringert. Die eingesetzten Emissionsminderungsmaßnahmen richten sich nicht nur an flüchtige organische Verbindungen im Allgemeinen, sondern auch an Staub, daher wird die Verringerung flüchtiger organischer Verbindungen zusammen mit einer Technik zur Staubverringerung durchgeführt. Der TVOC-Wert im Staubanteil ist für die Entstehung des blauen Dunsts und des Geruchs verantwortlich, wozu sowohl die kondensierbare organische Fraktion des TVOC-Werts, die Rußpartikel im Submikronbereich als auch polyzyklische aromatische Verbindungen gehören. Gleichzeitig ist festzustellen, dass der Einsatz spezifischer Emissionsreinigungssysteme für TVOC alleine eine beträchtliche Investition darstellt, mit hohen Betriebskosten verbunden ist und für die Umwelt nachteilige medienübergreifende Auswirkungen nach sich ziehen könnte.

#### **Formaldehyd**

Wie oben erwähnt, stellt Formaldehyde einen geringfügigen Anteil der flüchtigen Bestandteile von Holz dar, die bei der Trocknung freigesetzt werden.

Wird vor dem Trocknen Leim aufgetragen, was beim Trocknen von MDF-Fasern der Fall ist, werden im Vergleich zum Trocknen von nicht beleimten Fasern oder Spänen erhöhte Formaldehydwerte registriert. Die Freisetzung von nicht biogenem Formaldehyd hängt hauptsächlich von dem verwendeten Leim und von der Trocknungstemperatur ab. Auch bei Emissionen aus Pressen aus allen Produkten ist Formaldehyd ein Problem, und die Hauptquelle dafür ist der Leim.

Die vier wichtigsten Vorgehensweisen zur Eindämmung der Formaldehydemissionen aus Trocknern sind:

- 1. angemessener Trocknerbetrieb als primäre Maßnahme;
- 2. Auswahl von Leimen mit einem niedrigen Gehalt an freiem Formaldehyd für die Trocknung von geleimten Fasern als primäre Maßnahme;
- 3. die Verwendung von Formaldehydfängern im Leimgemisch als primäre Maßnahme;
- 4. Einsatz sekundärer Techniken zur Reinigung der Trockneremissionen, insbesondere Biofilter oder Wäscher, die das Formaldehyd bekämpfen sowie die Verwendung chemischer Oxidation.

Formaldehyd im Holzrohstoff wird selbst bei niedrigen Trocknungstemperaturen mobilisiert und wird verdampfen. Der Formaldehydbeitrag von Holzrohstoffen liegt in einem Bereich, in dem eine spezifische Formaldehydminderung häufig als unnötig betrachtet wird. Wird Altholz verwendet, liegen die Formaldehydwerte höher und mitunter wird dann eine optimierte Minderungstechnik mit Schwerpunkt auf der Minderung von Formaldehyd eingesetzt.

Primäre Maßnahmen, wie zum Beispiel die Auswahl von Leimen und der Zusatz von Formaldehydfängern können die Freisetzung nicht biogenen Formaldehyds im Zusammenhang mit den Leimen potenziell einschränken.

Der Einsatz einer spezifischen Minderungstechnik für Formaldehyd allein ist nicht üblich. Einzelne Anlagen haben jedoch konkrete betriebliche Maßnahmen zur Reduzierung der Formaldehydemissionen aus dem Endprodukt eingeführt und die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind für die Entwicklung neuartiger Techniken zur Minderung des Formaldehydgehalts in Luftemissionen verwendet worden. Techniken, die durch interne Forschungen von Unternehmen entwickelt wurden, dürften noch nicht kommerziell verfügbar sein.

Bei der Beschreibung der Techniken zur Verhinderung oder Minderung von Formaldehyd in Luftemissionen aus der Herstellung von Platten auf Holzbasis muss bedacht werden, dass alle Anstrengungen zum Senken des Formaldehydgehalts in den Emissionen des Endprodukts nicht zwangsläufig auch zu niedrigeren Formaldehydemissionen in die Luft während der Produktion führen.

# 4.2.2 Primäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen von Trocknern in die Luft

Die Betriebsbedingungen für Trockner werden größtenteils durch die verfügbare Wärmequelle, die variable Feuchtigkeit im Holzrohstoff und die gewünschte endgültige Feuchtigkeit in den Holzspänen festgelegt. Die beiden wichtigsten Faktoren, die den Staubgehalt und den TVOC-Wert in den Trockneremissionen beeinträchtigen, sind der Holzrohstoff und die Trocknungstemperatur. Die anfängliche Staubkonzentration im Heißgas, das für direkt beheizte Trockner verwendet wird, könnte ebenfalls zu den Staub-Gesamtemissionen beitragen.

Je nach dem eingesetzten Brennstoff und der verwendeten Verbrennungstechnik können die Staub-, NO<sub>X</sub>- und CO-Anteile in den Emissionen signifikant sein. Der Schwefelgehalt im Brennstoff kann erhöht sein und mitunter ist eine SO<sub>X</sub>-Minderung erforderlich. Insbesondere bei flüssigen Brennstoffen werden erhöhte NO<sub>X</sub>- und SO<sub>X</sub>-Werte registriert.

Die Minderungsmaßnahmen von Staub,  $NO_X$  und  $SO_X$  sind bestens bekannt und werden in Feuerungsanlagen in vielen Industriesektoren eingesetzt.

## 4.2.2.1 Management des Trocknungsprozesses

#### **Beschreibung**

Zu einem angemessenen Betrieb des Trockners gehört ein Ausgleich zwischen der Trocknungstemperatur und der Verweilzeit für eine effiziente Energienutzung und die Wahl der niedrigsten optimalen Trocknungstemperatur, dabei wird gleichzeitig der notwendige endgültige Feuchtigkeitsgehalt erhalten.

#### **Technische Beschreibung**

Ein gesteuerter Betrieb des Trockners mit Regulierung der Temperatur, des Luftdurchsatzes und der Verweilzeit im Trockner entsprechend dem gewünschten Feuchtigkeitsgehalt am Auslass, stellt ein eigenständiges Ziel dar. Im Ergebnis werden eine möglichst einheitliche Trocknung des Produkts und ein beständiger Durchsatz des getrockneten Materials zur Presse erhalten. Die Temperatur zum Trocknen hat wegen der erhöhten Brandgefahr in trockenem Holzstaub einen oberen Grenzwert. Der untere Grenzwert der Trocknungstemperatur wird durch das Gleichgewicht eines energieeffizienten Betriebs des Trockners festgelegt. Durch eine niedrigere Trocknungstemperatur am Einlass wird eine geringere Menge an VOC aus dem Holz mobilisiert.

Sehr feine Holzstaubpartikel trocknen zuerst und setzen wegen der höheren Temperatur in den kleinen Partikeln im Vergleich zur Temperatur in den größeren Partikeln mehr VOC frei. Eine gute Kontrolle der Spangröße durch optimale Zerkleinerung und Zerfaserung sowie durch Verlagerung und Sortierung der zerspanten und geschnitzelten Holzrohstoffe verbessert die Möglichkeit für einen gesteuerten Trocknungsprozess und für geringere VOC-Emissionen.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

- Effiziente Energienutzung.
- Reduzierung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen.

## **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Die betrieblichen Daten zur Unterstützung der Technik sind nicht zur Verfügung gestellt worden.

### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Es ist nicht immer angemessen, den Trockner bei niedrigeren Temperaturen zu betreiben, weil dadurch die Energieeffizienz beeinträchtigt werden könnte und weil dies zu einer geringeren Gesamtproduktion von Platten führen könnte.

## Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

## Anlass für die Umsetzung

Effiziente Energienutzung.

#### Beispielanlagen

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

## Literaturangaben

[74, E. Benetto et al. 2009], [77, Sujit Banerjee et al 2006], [79, Sujit Banerjee et al. 2014]

## 4.2.2.2 Rückführung der Abgase

#### **Beschreibung**

Rückführung der Trocknerabgase zur Vorderseite des Trockners, wo die Abgase erneut erhitzt werden, indem sie mit dem Heißgas gemischt werden, das von der Feuerungsanlage erzeugt wird. Durch die von den Abgasen des Trockners zum Heißgas geleitete Wärme wird die Gesamtenergieeffizienz des Prozesses verbessert und der Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff im Trocknerabgas wird ebenfalls verbrannt, wodurch die Gesamtemissionen an flüchtigen organischen Verbindungen aus dem Trockner gesenkt werden.

### **Technische Beschreibung**

Die Trocknerabgase werden wieder in den Trockner zurückgeführt, indem entweder der Abgasstrom als zusätzliche Luft für die Feuerungsanlage hinzugefügt wird oder – und das ist die üblichere Methode – indem die Abgase in der Mischkammer der Heißgase beigemengt werden.

Die Rückführung der Abgase von dem Trockner in die Verbrennungskammer ist im Grunde die Nachverbrennung oder Verbrennung der Abgase. Durch die Rückführung der Trocknerabgase in die Mischkammer wird der in den Trocknerabgasen enthaltene organisch gebundene Gesamtkohlenstoff (TOC) verbrannt und die Wärme in den Trocknerabgasen wird außerdem zum Vorwärmen der Luft in der Mischkammer verwendet. Werden die Trocknerabgase über einen Wärmetauscher zurückgeführt, wird die überschüssige Wärme in den Trocknerabgasen zurückgewonnen.

Andere heiße Abgasströme können den Trocknerabgasen beigemengt und in ähnlicher Weise verwendet werden. Die Wiedergewinnung der Energie und die Aufbereitung der Pressen-Abgase durch Verbrennung ist weit verbreitet. Abgase von Papierimprägnierungslinien können beispielsweise ebenfalls verbrannt werden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Flüchtige organische Verbindungen und Staub in den rückgeleiteten Trocknerabgasen und anderen Gasen werden durch die Nachverbrennung in der Verbrennungskammer effizient verbrannt, wodurch die von einem nachgelagerten Abgasreinigungssystem zu behandelnde Emissionslast reduziert wird.

Wenn die Mischluft für direkt beheizte Trockner mit heißen Abgasen vorgeheizt wird, kann eine höhere Energieeffizienz erreicht werden.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Die Rückführung der Trocknerabgase wird von über der Hälfte der Spanplatten-Produktionslinien gemeldet. Der tatsächliche Anteil der Rückführung ist nicht gemeldet worden, es liegen auch keine Daten vor, aus denen die erzielten Energieeinsparungen geschätzt werden könnten. Die Effizienz der Verbrennungsverminderung wird ebenfalls nicht angegeben.

### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Wenn die Abgase zur Trocknungsluft zurückgeführt werden, könnte wegen des daraus resultierenden höheren Gehalts an organischen Verbindungen und Staub eine häufigere Reinigung des Trockners erforderlich werden. Wenn Wärmetauscher eingesetzt werden, können diese im Laufe der Zeit durch die Verunreinigung mit klebrigem Staub ineffizient werden.

Die Rückführung der Trocknerabgase kann bei MDF-Trocknern und indirekt beheizten Spanplattentrocknern möglicherweise nur eingeschränkt anwendbar sein.

### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

#### Anlass für die Umsetzung

Zur Energieeinsparung und – im Falle einer Nachverbrennung – zur gleichzeitigen Reduzierung der Belastung mit flüchtigen organischen Verbindungen in den Trocknerabgasen.

## Beispielanlagen

Die allgemeine Technik wird im gesamten Sektor weithin eingesetzt, wobei jede Anlage ihre eigenen Besonderheiten aufweist.

#### Referenzliteratur

Keine

# 4.2.2.3 UTWS-Trockner oder kombinierte Wärme- und Trockneranlagen für Spanplatten und Grobspanplatten (OSB)

## **Beschreibung**

Kombinierte Wärme- und Trockneranlagen mit einem Wärmetauscher und thermischer Behandlung der abgeleiteten Trocknerabgase.

Das Umluft-Trocknersystem wird manchmal auch als UTWS bezeichnet, was die Abkürzung ist für Umluft-Teilluftstromverbrennung-Wärmerückgewinnung-Staubabscheidung.

## **Technische Beschreibung**

Für die Trocknung von Holzspänen ist ein geschlossener Umluftkreislauf der Trocknerabgase entwickelt worden, der in Produktionsprozessen für Spanplatten und Grobspanplatten eingesetzt wird. In Abbildung 4.1 sind die Grundsätze des Umluftkreislaufs der Heißgase und der Materialfluss dargestellt.

Die Trocknerabgase werden in einem Wärmetauscher, der von den Verbrennungsrauchgasen gespeist wird, wieder erhitzt. Wenn die Trocknerabgase im Wärmetauscher die notwendige Temperatur erreicht haben, werden sie wieder zurück in den Trockner geleitet. Die Wärme in den Trocknerabgasen wird damit vollständig zurückgewonnen. Bei den zurückgeleiteten Trocknerabgasen handelt es sich um einen heißen Dampfstrom, der ein Dampf-Trocknungsverfahren ermöglicht. Ein Teil des Trocknerabgasstroms wird für die Nachverbrennung kontinuierlich zur Verbrennungskammer geleitet.

Der Trockner-Emissionskreis ist geschlossen und abgesehen von den notwendigen Schornsteinen zum Abbrechen des Verfahrens gibt es keine Schornsteine, die Emissionen abgeben. Im Prinzip wird die Feuerungsanlage unabhängig von dem Trocknungsverfahren betrieben und verfügt über einen eigenen Emissionsschornstein. Je nach dem verwendeten Brennstoff werden angemessene Minderungsmaßnahmen zur Rauchgasreinigung eingesetzt, durch die aber die Rückleitung der Trocknerabgase und die Vernichtung der flüchtigen organischen Verbindungen nicht behindert werden.

Die Feuerungsanlage nutzt für die Feuerung ein Gemisch aus Holz und Erdgas.

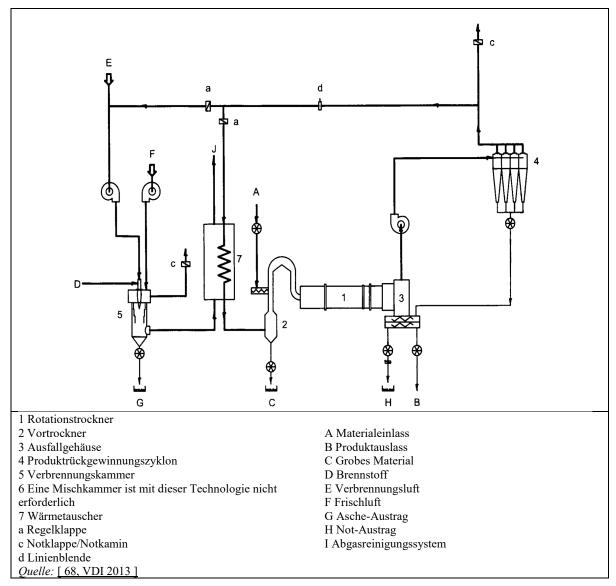


Abbildung 4.1: Grundsätze einer kombinierten Wärme- und Trockneranlage (UTWS) mit Rückleitung der Trocknerabgase

#### Erzielte Umweltnutzen

Organische Verbindungen und Staub in den Trocknerabgasen werden effizient verbrannt, wodurch Geruch und blauer Dunst reduziert werden.

Der Staub in den Verbrennungsabgasen, die aus Rauchgasen von der Feuerungsanlage und aus Rauchgasen von der Verbrennung der Trocknerabgase bestehen, kann durch den Einsatz eines trockenen Elektrofilters oder eines Gewebefilters speziell behandelt werden, bevor die Emissionen den Schornstein verlassen.

Die Nachverbrennung macht den Einsatz von Nassabscheidern unnötig, wodurch der Verbrauch von Wasser und Energie reduziert werden und die Handhabung des Schlamms von den Nassabscheidern entfällt.

Der Energiebedarf für das Trocknungsverfahren wird aufgrund der effizienten Wärmerückgewinnung durch die Trocknerabgase verringert.

## **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Die kombinierten Verbrennungs- und Trockner-Regeleinrichtungen sind in mindestens vier Anlagen in Europa installiert. Verfügbare Emissionsdaten sind in Tabelle 4.2 dargestellt.

Bei den Emissionen handelt es sich nicht um die Trocknerabgase, sondern um die Verbrennungsrauchgase. Daher werden die Emissionen unter den für den tatsächlichen Verbrennungsprozess typischen Bedingungen angegeben, in denen der Sauerstoffgehalt zwischen 8 % und 14 % liegt und für einen trockenen Bezugszustand.

Tabelle 4.2: Emissionsdaten von UTWS-Trocknersystemen

	D012, PB 32 MW, ESP 2011	D096, OSB 40 MW, ESP 2012	Anlage 3
Parameter	Periodische Messung, 1-4 Mal im Jahr, mg/Nm³, 11 % Sauerstoff, trocken	Periodische Messung, 4 Mal im Jahr, mg/Nm³, trocken <sup>(1)</sup>	Periodische Messung, mg/Nm³, 17 % Sauerstoff, trocken
Staub	4	11	5,1
Formaldehyd	0,25	0,2	0,4
TOC	12	54	-
NMVOC	2,5	-	-
CVOC	0,38	-	1,2
'-': Es liegen keine Angaben	vor.	1	1

Der Trockner mit geschlossenem Kreislauf in Anlage D096 wird monatlich auf Formaldehyd überwacht, mit einem Durchschnittswert von 0,2 mg/Nm<sup>3</sup>. Die festgestellte Mindestmenge war 0,069 mg/Nm<sup>3</sup> und die Höchstmenge betrug 0,477 mg/Nm<sup>3</sup>.

Während des Betriebs sind keine Brandvorfälle aufgrund von Wasserdampf-gesättigten Abgasen gemeldet worden.

## Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Technik ist bei neuen und bestehenden Anlagen anwendbar. Bei bestehenden Anlagen umfasst die Nachrüstung als Minimum eine Entstaubungsanlage für die Feuerungsanlage sowie Wärmetauscher für die Wärmeübertragung durch Rauchgase und Trocknerabgase.

## Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

## Anlass für die Umsetzung

- Reduzierung von Geruchsbildung, TOC und Staubemissionen.
- Senken des Energiebedarfs zum Trocknen.

#### Beispielanlagen

Die Technik ist in Europa um das Jahr 2000 entwickelt worden und ist derzeit in vier Anlagen in Europa installiert.

#### Literaturangaben

[ 68, VDI 2013 ], [ 52, LIFE05 2007 ], [ 74, E. Benetto et al. 2009 ] [ 71, Kronoplus 2010 ]

<sup>(1)</sup> Der Referenz-Sauerstoffgehalt ist nicht bekannt.

Quelle: [8, TWG WBP 2012], [52, LIFE05 2007]

## 4.2.2.4 Reduzierung der SO<sub>x</sub>-Emissionen

#### **Beschreibung**

Die Verwendung eines Brennstoffs mit einem niedrigen Schwefelgehalt ist als primäre Maßnahme dann äußerst wirksam, wenn eine Reihe gleichermaßen zugänglicher alternativer Brennstoffe verfügbar ist.

Als sekundäre Maßnahme können Trockensorptionsverfahren als Reduzierungsmaßnahmen eingesetzt werden, indem entweder Kalkstein in den Brennofen eingebracht wird (bei Wirbelschichtkesseln) oder indem Calciumhydrat in den Kanal vor einem Gewebefilter oder einem Elektrofilter eingebracht wird.

### **Technische Beschreibung**

Die Entschwefelung ist im BVT-Merkblatt für Großfeuerungsanlagen (LCP) beschrieben [24, COM 2006].

Biomasse ist der am meisten verwendete und der zugänglichste Brennstoff und weist an sich keinen hohen Schwefelgehalt auf. Altholz und einige Produktionsrückstände könnten einen höheren Schwefelgehalt aufweisen.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung der SO<sub>X</sub>-Emissionen von den Verbrennungsprozessen.

### Umweltleistung und betriebliche Daten

Es liegen keine Angaben vor.

## Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die meisten Entschwefelungstechniken erfordern ein Staubbehandlungssystem, bevor die Rauchgase emittiert werden. Dies könnte sich als Einschränkung erweisen, falls das Heißgas für die direkte Trocknung verwendet werden sollen.

## Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der SO<sub>X</sub>-Bildung in den Rauchgasen von Feuerungsanlagen.

## Beispielanlagen

In [67, VITO 2011] wird eine Spanplatten-Produktionsanlage mit einem Nasswäscher mit Zugabe von Natronlauge vor dem direkt beheizten Trockner zitiert. Von der Anlage liegen keine Daten vor. Andere ermittelte Feuerungsanlagen stehen nur in Bezug zu indirekt beheizten Trocknern.

#### Referenzliteratur

[67, VITO 2011], [58, UBA Österreich 2013]

## 4.2.2.5 Reduzierung der NO<sub>X</sub>-Emissionen im Heißgas von Feuerungsanlagen

#### **Beschreibung**

 $NO_X$  in Rauchgasen wird durch richtige Brennstoffmischung, Regelung des Verbrennungsprozesses und gegebenenfalls Einsatz eines SNCR-Verfahrens (selektives nicht-katalytisches Reduktionsverfahren) erhalten, mit dem die Menge der gebildeten  $NO_X$  reduziert wird.

## **Technische Beschreibung**

Zu den primären Maßnahmen zur Verhinderung der NO<sub>X</sub>-Bildung gehören Brennstoff- und Luftstufung, mit denen Temperatur und Sauerstoffgehalt während der Verbrennung gesteuert werden. Die erforderlichen Steuerungen, die für die Verbrennung eingesetzt werden müssen, sind in Abschnitt 4.6.2 und allgemein im BVT-Merkblatt für Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006] beschrieben.

Bei selektiven nicht-katalytischen Reduktionsverfahren (SNCR-Verfahren) werden Stickstoffoxide durch Zugabe von Ammoniakwasser, Harnstoff oder Karbamid zu N<sub>2</sub>.reduziert. Die Reduzierung findet bei hohen Temperaturen statt und die Zugabe erfolgt im oberen Teil des Ofens. Das Betriebsfenster reicht von 850 °C bis 1100 °C, wobei höhere Temperaturen durch die Oxidation von Ammoniak aus dem zugesetzten Ammoniak zur NO<sub>X</sub>-Bildung führen. Das SNCR-Verfahren wird zwar weithin für Verbrennungsprozesse im allgemeinen eingesetzt, bei Verbrennungsgeräten, die Heißgase für direkt beheizte Trockner erzeugen, ist dies jedoch mit einem allgemeinen Nachteil verbunden. Das Betriebsfenster kann im Hinblick auf eine stabile hohe Temperatur und eine ausreichende Reaktionszeit nicht immer erhalten werden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung der NO<sub>X</sub>-Emissionen in den Rauchgasen von den Verbrennungsprozessen im Allgemeinen und Reduzierung der NO<sub>X</sub>-Emissionen bei Verwendung in direkter Trocknung im Speziellen.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Das SNCR-Verfahren wird in anderen Industriesektoren eingesetzt und in der Regel wird damit eine Beseitigungseffizienz von 30–70 % erreicht. Das SNCR-Verfahren wird zwar auch bei einigen Verbrennungseinheiten in diesem Sektor eingesetzt, die Abscheidegrade sind jedoch nicht gemeldet worden. Nur zwei Anlagen, die die Rauchgase für direkt beheizte Trockner verwenden, melden derzeit den Einsatz von SNCR-Verfahren; zwei Anlagen, die Wärme für die Dampferzeugung zur indirekten Trocknung generieren, haben dagegen auch Daten gemeldet.

Eine Anlage (D002), die das SNCR-Verfahren mit Zyklonen zur Entstaubung einsetzt, bevor die Rauchgase zum direkten Trocknen verwendet werden, meldete 161 mg NO<sub>X</sub>/Nm³ als Halbstundenmittelwert auf der Grundlage kontinuierlicher Messungen. Der CO-Wert betrug 31 mg/Nm³, der NH₃-Schlupf betrug dagegen 25 mg/Nm³, jeweils bei einem Sauerstoffgehalt von 13 %.

Eine andere Anlage (D001), die das SNCR-Verfahren mit Zyklonen, das Trockensorptionsverfahren und einen Gewebefilter einsetzt, bevor die Rauchgase für die direkte Trocknung und ein geringfügiger Anteil auch für die indirekte Trocknung verwendet werden, meldete 180 mg NO<sub>X</sub>/Nm³ als Tagesmittelwert (kontinuierliche Messung). Der CO-Wert betrug 60 mg/Nm³ (Tagesmittelwert, kontinuierliche Messung), bei 17 % O<sub>2</sub>. Der NH₃-Schlupf belief sich auf 0,2 mg/Nm³, periodisch gemessen (bei 11 % O<sub>2</sub>). Der verwendete Brennstoff bestand zu 40 % aus Produktionsrückständen und zu 60 % aus anderer Biomasse.

Der Hintergrundbeitrag von  $NO_X$  wird pro  $m^3$  produzierter Platten auf einen Bereich zwischen 0,2 kg und 0,4 kg  $NO_X$  geschätzt. Diese Angaben beruhen auf zwei indirekt beheizten Trocknern. Der entsprechende Massenkonzentration beträgt 108-122 mg/Nm $^3$  bei 18,5 %  $O_2$ .

Zwei Feuerungsanlagen meldeten die in Tabelle 4.3 angegebenen Daten, selbst wenn diese nicht direkt vergleichbar sind und sich teilweise auf indirekte Trocknung beziehen. Um die Daten in Tabelle 4.3 zu vergleichen, wurden die Werte bei  $11\,\%$  O<sub>2</sub> berechnet und liegen im Bereich zwischen  $193\,\text{mg/Nm}^3$  und  $290\,\text{mg/Nm}^3$ .

Tabelle 4.3: Emissionswerte von Feuerungsanlagen zur Dampferzeugung

	NO <sub>X</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm³)	NH <sub>3</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Bemerkungen
D004				Kontinuierliche
40 MW				Messung (periodisch
70 % Produktionsrückstände (Staub),				für NH <sub>3</sub> ),
30 % Rinde.	290	24	6,4	Halbstundenmittel-
Stufenrost				wert,
SNCR-Verfahren, Zyklon,				11 % O <sub>2</sub> , trockener
Trockensorptionsverfahren, Gewebefilter				Bezugszustand
D031				Kontinuierliche
3 Anlagen, 110 MW				Messung,
Vorschubrost				Jahresmittelwert,
10 % Produktionsrückstände, 90 %	193	20 - 40	-	gestützt auf
Altholz.				Tagesmittelwert,
SNCR-Verfahren, Zyklon,				11 % O <sub>2</sub> , trockener
(Trockensorptionsverfahren, Gewebefilter)				Bezugszustand
'-': Es liegen keine Angaben vor.	·	·		·

Die NO<sub>X</sub>-Werte lagen bei Verwendung von Altholz, Erdgas mit hohem Stickstoffgehalt oder Schweröl tendenziell höher. Eine Anlage (D010) setzt eine effiziente Verbrennungssteuerung mit entsprechend niedrigen Werten aller Schadstoffparameter ein, siehe Tabelle 4.4.

Tabelle 4.4: Emissionswerte von einer Feuerungsanlage, die zu 100 % mit Altholz befeuert wird

	Staub (mg/Nm³)	NO <sub>X</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	SO <sub>X</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm³)	Bemerkungen
D010 48 MW 100 % Altholz. Feuerungsanlage mit Stufenrost	10,5	240	13 (periodische Messung)	1,7	Kontinuierliche Messung, Jahresmittelwert, 11 % O <sub>2</sub> , trockener Bezugszustand

## Medienübergreifende Effekte

Ammoniak-Schlupfemissionen von der hinzugefügten Ammoniakquelle, bei Einsatz des SNCR-Verfahrens.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Gas- und Ofentemperatur am Eingabepunkt muss sorgfältig kontrolliert werden, um Ammoniak-Schlupf oder zusätzliche NO<sub>X</sub>-Bildung zu verhindern.

Der Einsatz des SNCR-Verfahrens beschränkt sich auf einheitliche und stabile Verbrennungsprozesse. Wenn die Erzeugung von Heißgasen in der Feuerungsanlage beispielsweise aufgrund des unterschiedlichen Trocknungsbedarfs äußerst unterschiedlich ist, kann es schwierig sein, das ideale Temperatur-Betriebsfenster beizubehalten, das für die effiziente NO<sub>X</sub>-Umwandlung erforderlich ist.

## Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für eine SNCR-Anlage, die für eine 40 MW-Feuerungsanlage, welche hauptsächlich mit Altholz beheizt wird, eingesetzt wird, belaufen sich auf 250.000–350.000 EUR. Die Instandhaltungskosten sind vernachlässigbar, dagegen werden etwa 150.000 EUR als jährliche Betriebskosten für die SNCR-Anlage gemeldet. Nicht in alle bestehenden Feuerungsanlagen kann die SNCR-Anlage direkt eingebaut werden und die zusätzlichen Installationskosten könnten beträchtlich sein. Die Betriebskosten beinhalten auch die Ammoniakquelle, beispielsweise Harnstoff.

## Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der NO<sub>X</sub>-Emissionen aus den Verbrennungsprozessen.

#### Beispielanlagen

Einsatz von SNCR-Anlagen: D001, D003, D004, D031, D051.

Mehrere Anlagen weisen eine effiziente Verbrennungsregelung und ein effizientes Verbrennungsmanagement auf.

#### Referenzliteratur

[24, COM 2006], [26, COM 2006]

## 4.2.2.6 Reduzierung der Staubemissionen im Heißgas

#### 4.2.2.6.1 Elektrofilter (ESP)

#### Beschreibung

Elektrofilter bzw. elektrostatische Abscheider (Electrostatic Precipitators, ESP) nutzen elektrostatische Kräfte, um den Staub in den Rauchgasen von Feuerungsanlagen zu binden.

## **Technische Beschreibung**

Elektrofilter laden die in den Rauchgasen enthaltenen Staubpartikel in einem elektrischen Feld auf und anschließend werden die Partikel auf Kollektorplatten abgelagert, die zu Staubsammeltrichtern befördert werden.

Der Einsatz von Elektrofiltern ist in großen Feuerungsanlagen, die mit einer Vielzahl von Brennstoffen beheizt werden, weit verbreitet. Eine ausführliche Beschreibung von elektrostatischen Abscheidern findet sich auch im BVT-Merkblatt über Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006].

Die Effizienz der Minderungsmaßnahme kann von der Anzahl der Felder, der Verweildauer (Größe), den Katalysatoreigenschaften und etwaigen vorgelagerten Partikelabscheidern abhängen.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Eine wirksame Staubreduzierung in den Rauchgasen von Feuerungsanlagen bevor die Rauchgase in direkt beheizten Trocknern als Heißgase genutzt werden.

## Medienübergreifende Effekte

Ein Elektrofilter nutzt elektrische Energie. Der abgeschiedene Staub ist Abfall und muss behandelt werden.

## **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Elektrofilter haben hohe Abscheidewirkungsgrade bei Staub und Feinstaub. Laut der Literatur können Wirkungsgrade von bis zu 99 % erzielt werden und die Erfahrungen bei dem Betrieb von Elektrofiltern haben ihre Wirksamkeit bewiesen. Allgemeine Leistungsdaten finden sich im BVT-Merkblatt über Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006].

In der Holzwerkstoffbranche nutzt der Großteil der Feuerungsanlagen bzw. Heißgaserzeuger Biomasse oder eine Kombination aus Biomasse und Erdgas als Brennstoff. Der Einsatz von Elektrofiltern ist nicht weit verbreitet und in der Regel werden sie nur in mit Biomasse beheizten Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von über 20 MW eingesetzt. Vier Produktionsstätten haben einen Elektrofilter installiert. Drei dieser Standorte haben ein kombiniertes Wärme- und Trocknersystem, bei dem die Trocknung als indirekt angesehen wird, siehe Abschnitt 4.2.2.3. An einem Standort, der MDF-Platten produziert, ist am Auslass der Feuerungsanlage ein Elektrofilter installiert, um den Staub vor den direkt beheizten Trocknern zu entfernen. Der Brennstoff ist 100 % Biomasse aus internen und externen Quellen. Überwachungsdaten, aus denen die Leistung der eingesetzten Elektrofilter hervorgeht, liegen nicht vor, allerdings kann die Leistung indirekt mit der Leistung von Elektrofiltern in anderen mit Biomasse befeuerten Feuerungsanlagen verglichen werden, die im BVT-Merkblatt über Großfeuerungsanlagen (LCP) angegeben sind [24, COM 2006].

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Elektrofilter sind im allgemeinen bei größeren Feuerungsanlagen anwendbar. Die Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein, wenn die Feuerungsanlage einen direkt beheizten Trockner versorgt. Ein Elektrofilter wird

nicht für Heißgase von kleinen einzelnen Staubbrennern alleine eingesetzt. Bei bestehenden Anlagen kann die Möglichkeit, einen Elektrofilter einzusetzen, eingeschränkt sein. (Der Elektrofilter kann nicht für die Reinigung von Trocknerabgasen eingesetzt werden, weil das Brandrisiko wegen des klebrigen Staubs, des hohen Gehalts an flüchtigen organischen Verbindungen und des hohen Sauerstoffgehalts zu hoch ist).

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Die Vorbehandlung von Heißgasen zur Beseitigung von Feinstaub aus Rauchgasen.

## Beispielanlagen

Siehe oben

### Referenzliteratur

[24, COM 2006]

### 4.2.2.6.2 Gewebefilter

#### **Beschreibung**

Gewebefilter fangen Staub und Feinstaub auf, wenn die Rauchgase durch ein Gewebe strömen.

## **Technische Beschreibung**

Eine allgemeine Beschreibung der Leistung, der Anwendbarkeit und der Verwendung von Gewebefiltern in Feuerungsanlagen findet sich im BVT-Merkblatt über Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006],

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es liegen keine Angaben über die Leistung und die Anwendbarkeit von Gewebefiltern vor, die für Heißgase zur Nutzung in direkt beheizten Trocknern eingesetzt werden.

In einer Anlage zur Herstellung von Platten auf Holzbasis werden verschiedene Staubquellen, die nicht aus Feuerungsanlagen stammen, mit einem Gewebefilter aufbereitet. Eine Beschreibung der Techniken und der entsprechenden Daten findet sich in den Abschnitten 4.2.4.2 und 4.2.5.1.

#### 4.2.2.6.3 Zyklone

## **Beschreibung**

Zyklone nutzen die Fliehkraft zur Staub- und Feinstaubabscheidung, wenn ein Gas durch den kegelförmigen Zyklon strömt.

#### **Technische Beschreibung**

Eine allgemeine Beschreibung der Leistung, der Anwendbarkeit und der Verwendung von Zyklonen in Feuerungsanlagen findet sich im BVT-Merkblatt über Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006].

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es liegen keine Angaben über die Leistung und die Anwendbarkeit von Zyklonen vor, die für Heißgase zur Nutzung in direkt beheizten Trocknern eingesetzt werden.

## Beispielanlagen

D009: Vor einem direkt beheizten MDF-Blasleitung-Trockner eingesetzter Zyklon.

# 4.2.3 Primäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen von Pressen in die Luft

## 4.2.3.1 Leimauswahl und angemessene Betriebsbedingungen der Presse

## **Beschreibung**

Auswahl eines Leims mit einem niedrigen Gehalt an freiem Formaldehyd und die Verwendung der richtigen Betriebsbedingungen der Presse für den jeweiligen Leimtyp, einschließlich einer Kombination der optimalen Presszeit und Presstemperatur zur Reduzierung der Formaldehyd-Emissionen.

## **Technische Beschreibung**

Die Formaldehydwerte in den fertigen Platten und in den Prozessemissionen sind zum Großteil das Ergebnis des verwendeten Leimsystems, insbesondere wenn es sich bei dem verwendeten Leim um Harnstoff-Formaldehydharz handelt, in dem das Formaldehyd lockerer gebunden ist als in anderen Leimsystemen, wie zum Beispiel Phenolformaldehydharz. Die Verwendung eines Leims mit einem niedrigen Gehalt an freiem Formaldehyd könnte die Emissionswerte des Endprodukts und die Formaldehyd-Emissionswerte beeinflussen.

pMDI ist ein Formaldehyd-freier Leim, das als wichtigste Leim in der Produktion von Grobspanplatten und bei der Produktion von Faserplatten in Trockenverfahren, wie zum Beispiel für Flexboards und Hartfaserplatten, eingesetzt wird. pMDI ist in der Produktion von MDF-Platten oder Spanplatten ohne großen Erfolg eingesetzt worden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung der Formaldehydemissionen in die Luft.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Es wurden keine spezifischen Daten eingereicht.

### Medienübergreifende Effekte

Es wurden keine medienübergreifende Effekte gemeldet.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Anforderungen an die Produktqualität könnten den Einsatz einer bestimmten Leimmischung erforderlich machen. Außerdem könnte die Fähigkeit zur Änderung der Betriebsbedingungen eingeschränkt sein.

Bei der Verwendung von pMDI ist ein wirksames Trennmittel von zentraler Bedeutung. Trennmittel sind Wachse, die auf das Presseband aufgetragen werden. Das notwendige zusätzliche Wachs könnte zu höheren TOC-Emissionen führen.

## Wirtschaftlichkeit

Alternativen zu Harnstoff-Formaldehydharzen sind in der Regel teurer. Der Preis für pMDI ist wesentlich höher als der Preis für Formaldehyd enthaltende Harnstoffleime. Melamin enthaltende Leime weisen ebenfalls einen niedrigeren Gehalt an freiem Formaldehyd auf, allerdings ist der Preis für diese Leime ebenfalls vergleichsweise höher.

### Anlass für die Umsetzung

Die Anforderung für reduzierte Formaldehyd-Emissionen aus dem Endprodukt.

## Beispielanlagen

Keine.

#### Referenzliteratur

[67, VITO 2011]

# 4.2.4 Sekundäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen von Trocknern und Pressen in die Luft

#### 4.2.4.1 Nasselektrofilter

#### **Beschreibung**

Ein Nasselektrofilter (WESP) entstaubt Abgase in erster Linie von Trocknern und in zweiter Linie von Pressen. In einem Nasselektrofilter werden die Abgase durch Nasswäsche gereinigt, um einen Teil der organischen Verbindungen und Staub zu entfernen. Anschließend werden die Abgase durch ein elektrisches Feld geleitet, wo der Staub von Elektroden erfasst und aufgefangen wird.

## **Technische Beschreibung**

Das Grundprinzip besteht darin, dass die heißen Trocknerabgase durch ein (absorbierendes) Quenching im Kanal nach den Trockner-Abscheidezyklonen oder am Eingang des Nasselektrofilters auf die Sättigungstaupunkttemperatur abgekühlt werden. Wenn das Gas in den unteren Teil des Nasselektrofilters einströmt, wird es verteilt und in einer Nasswäschestufe gereinigt. Durch das Quenchingwasser und die Nasswäschestufe wird die Temperatur der Abgase gesenkt; auf diese Weise können kondensierbare organische Stoffe in der Wasserphase effektiver gelöst und aufgefangen werden.

Die Gase strömen durch das elektrische Koronafeld in den Elektrofilter, wo sich der Staub auf den positiven Rohren absetzt. Der Staub wird von dem Wasser, das oben auf den Platten in Waschzyklen oder kontinuierlich hinzugegeben wird, abgewaschen und durch die Schwerkraft zum Dekanter am Boden gespült. Der Waschzyklus wird alle 2 bis 12 Stunden einige Minuten lang durchgeführt und während dieser Zeit setzt sich kein Staub in der Elektrofilterstufe ab. Bei den Elektrofiltern handelt es sich üblicherweise um eine rohrförmige Honigwabenstruktur oder um gebündelte Rohre und eine Drahtelektrodenkonstruktion mit vertikalem Gasfluss.

Wasserlösliche organische Verbindungen im Gas werden in der ersten Wasch-/Quenchingstufe gefangen. Ein Teil der kondensierbaren organischen Verbindungen, die sich nach dem Quenching und nach dem Waschen zu Aerosolen kondensieren, wird durch Adsorption auf den Holzstaubpartikeln auf den Niederschlagsplatten in der Elektrofilter-Stufe gefangen.

Der Nasselektrofilter ist Ende der 1980er Jahre eingeführt worden und seitdem sind mehrere Änderungen vorgenommen worden.

Der Nasselektrofilter kann mit zwei parallelen Elektrofiltern gebaut werden, die abwechselnd gereinigt werden, wodurch außerdem der Niederschlag während der Waschzyklen sichergestellt wird.

Für die Kühlung der Elektrofilter mit der Rohrbündelbauweise kann Umgebungsluft verwendet werden, wenn die Kühlerluft durch die Bündel strömt und innen auf den Rohren einen dünnen Kondensationsfilm bildet. Der Vorteil besteht in einem effektiveren Abfangen der Aerosole in der Wasserphase, die während der Waschzyklen abgewaschen werden. Der Kondensationsfilm verhindert die Bildung von Schmutz auf den Elektrofilterflächen. Wenn die gereinigten Abgase den Schornstein verlassen, werden die Tröpfchen üblicherweise von einem Tröpfchenabscheider entfernt, bevor die Abgase in die Atmosphäre abgegeben werden. Der Tröpfchenabscheider ist sehr effizient bei der Minderung überschüssiger Tröpfchen während der Reinigungswaschzyklen der Elektroden.

Die resultierende sichtbare Dampffahne kann fast vollständig durch einen Demister beseitigt werden, der am Ausgang des Schornsteins heiße Luft zugibt. Die Wärme wird von der wiedergewonnenen Energie aus dem Wärmetauscher im Nasselektrofilter oder von anderen Teilen des Produktionsprozesses bereitgestellt.

Die Wärme aus der Wasserphase kann wiedergewonnen werden, um beispielsweise die Verbrennungsluft des Trockners vorzuheizen oder zur Wasserabtrennung der Schornsteinfreisetzungen.

Das wieder aufbereitete Wäscherwasser enthält Feststoffe aus dem Staubabfangen während der Abgasreinigung und wird während der Waschzyklen abgespült. Die Feststoffe setzen sich in einem Schlammdekanter auf dem Boden des Nasselektrofilters ab. Die abgesunkenen Stoffe werden aus der absorbierenden Wasserphase durch ein

prozessintegriertes Rotationssieb entfernt und der resultierende Schlamm wird beispielsweise durch Schneckenpressen entwässert und das Wasser wird dann wieder in den Nasselektrofilter zurückgeleitet.

Chemikalien sind normalerweise nicht erforderlich für die Beseitigung der gesammelten Feststoff-Fraktionen und es muss kein Abwasser abgelassen werden. Um den Wasserverlust durch Verdampfung und – sekundär – im Schlamm auszugleichen, ist eine Versorgung mit Frischwasser erforderlich. Das rezyklierte Wasser kann im Laufe der Zeit mit organischen Verbindungen gesättigt werden, deshalb muss Frischwasser zugegeben werden. Wasser, das abgeleitet wird, muss aufgefangen und aufbereitet werden. Die interne Abwasseraufbereitungsanlage muss in Abhängigkeit beispielsweise von der Menge der abgefangenen VOC und der Klebrigkeit des aufgefangenen Staubs regelmäßig gereinigt werden.

Der Schlamm wird in Trichtern gesammelt und weist einen Wassergehalt zwischen 15 % und 25 % auf und kann als Brennstoff in einer Feuerungsanlage vor Ort oder als Rohstoff verwendet werden. Die erzeugte Schlammmenge beträgt bis zu 2.500 Tonnen/Jahr.

In ganz Europa sind verschiedene Modelle in Betrieb, mit unterschiedlich hohem Maß der Nasswäsche; kondensierend oder nicht-kondensierend; mit ein- oder zweistufigem Elektrofilter-Feld; mit oder ohne interne Abwasser-Aufbereitungsanlage und mit oder ohne Wärmerückgewinnungsanlage und Demister. In Abbildung 4.2 ist ein Nasselektrofilter dargestellt, mit dem Emissionen von zwei Trocknern gereinigt werden.

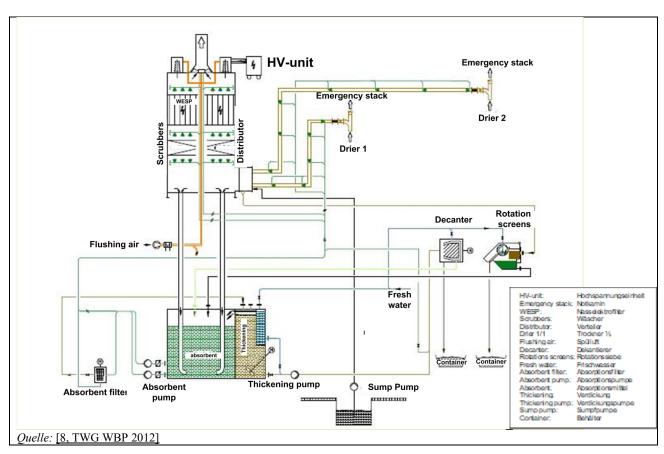


Abbildung 4.2: Funktionsprinzipien eines doppelten Nasselektrofilters mit Abwasseraufbereitungsanlage, Wäscher und einstufigem Elektrofilter

Die Effizienz und Leistung des Nasselektrofilters wird zuerst in der Planungsphase bestimmt. Die Effizienz wird durch kontinuierliche Überwachung der Regelungsparameter sichergestellt. Der wichtigste Parameter ist das Koronapotenzial, d.h. die Gewährleistung, dass die elektrischen Felder beibehalten werden und die effiziente Staubsammlung auf den Platten dadurch sichergestellt wird. Der Wasserfluss und die Funktionsweise der Pumpen werden überwacht, um eine stabile Leistungsfähigkeit der Wäscher sicherzustellen.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Nasselektrofilter sind nützlich bei der Reduzierung von Holzstaub, Feinstaub (Aerosole) und von Gerüchen in Trocknerabgasen und Abgasen von Pressen. Formaldehyd und andere organische Verbindungen werden in einem bestimmten Maß reduziert.

## Umweltleistung und betriebliche Daten

Der Betrieb der Nasselektrofilter wird durch die Daten dokumentiert, die von 30 in Betrieb befindlichen Produktionslinien in ganz Europa erhoben worden sind. Der Großteil dieser Anlagen produziert Spanplatten und Grobspanplatten. In Tabelle 4.5 ist eine Auswahl der Nasselektrofilter mit der besten Leistung dargestellt.

Datenergebnisse unter 2,5 mg/Nm³ könnten zwar korrekt sein, liegen aber an der Quantifizierungsgrenze.

Daten, die nicht in diesen Abschnitt aufgenommen worden sind, wiesen erheblich höhere Durchschnittswerte und gleichzeitig eine starke Schwankung zwischen den kleinsten Werten und den Höchstwerten auf. Bei einer Anlage variierten die Staubwerte während einer Probenahmekampagne, bei der am selben Tag drei Probenahmen durchgeführt wurden, und wiesen einen Staubgehalt von 7 mg/Nm³ bis zu 143 mg/Nm³ auf. Ob die Schwankung auf die Probenahme oder auf eine unterschiedliche Produktzusammensetzung oder auf einen schlecht geregelten Betrieb von Trockner und Nasselektrofilter zurückgeht, ist nicht bekannt und daher wurden diese Datensätze nicht weiter verwendet. Diese Ergebnisse könnten wegen der Betriebsbedingungen des Trockners innerhalb der normalen Variation liegen, werden aber nicht als repräsentativ angesehen.

Es ist zu beachten, dass der Großteil der in der Tabelle angeführten Ergebnisse auf der periodischen Probenahme während einer Probenahmekampagne mit mindestens drei Probenahmen beruht, wobei der Durchschnittswert der Mittelwert der (mindestens) drei Proben ist.

Tabelle 4.5: Durchschnitt der periodischen Probenahme von Staub, flüchtigen organischen Verbindungen und Formaldehyd in Trockneremissionen nach der Reinigung in einem Nasselektrofilter

ID-Nummer der Anlage			Staub	Flüchtige organische Verbindungen	Formaldehyd	
, and the second	Produkt Bemerkung		Durchschnittswe	ert, mg/Nm³, trockener	r Bezugszustand	
D010	OSB	$(17 \% O_2)$	6,5	-	-	
		Auch Presse (17 %				
D079	OSB	$O_2)$	11,2	-	-	
		Auch Presse (20 %				
D041	OSB	$O_2$ )	11,9	-	-	
	OSB und	-				
D056	PB		9,8	-	=	
D001	PB	$(17 \% O_2)$	1	92	7,7	
D003	PB	$(17 \% O_2)$	1,5	139	9,2	
D077	PB	_	2,9	-		
		Auch Presse	,			
D042	PB	$(18 \% O_2)$	3,2	37	7	
D073	PB	Indirekt	3,3	=	=	
D044-a	PB	$(18 \% O_2)$	3,3	38,5	6,2	
		Auch Presse (17 %	•	,	ĺ	
D036	PB	$O_2$ )	4,5	133	_	
D037-a	PB	$(17 \% O_2)$	5,6	185	-	
D055	PB	-	5,6	-	-	
		Auch Presse (18 %				
D043	PB	$O_2)$	6,5	37	5,6	
		Auch Presse (17 %				
D063	PB	$O_2$ )	7,4	138	2,1	
D051	PB	$(19,2\% O_2)$	8,2	29,7	16,5	
D080	PB	-	9,4	=	7,1	
		Feucht				
D006	PB	$(17 \% O_2)$	10,5	47	1	
D078-a	PB	Auch Presse	10,8	=	6,7	
D062	PB	$(17 \% O_2)$	10,9	19,8	-	
D038	PB	$(17 \% O_2)$	=	24,4	-	
		Feucht				
D006-b	PB	$(17 \% O_2)$	11,5	67	1	
D007	PB	$(17 \% O_2)$	12,6	215	26	
D069	PB	Auch Presse	16,2	145	-	
D053 '-': Es liegen keir	PB	-	26,9	-	-	

Ouelle: [22, TWG 2012]

Die Staublast in den Trocknerabgasen könnte von den Beiträgen des Brennstoffs und des Verbrennungsprozesses abhängen. Die in die Tabelle aufgenommenen Anlagen nutzen hauptsächlich Biomasse kombiniert mit zusätzlichen Erdgasbrennern. Flüssige Brennstoffe, wie zum Beispiel schwere Heizöle, werden als zusätzliche Brennstoffe mit einem Brennstoffanteil von 2-10 % eingesetzt. Es liegen keine Daten vor, die den tatsächlichen Staubbeitrag von dem Brennstoff belegen, der voraussichtlich hauptsächlich mit der Biomasse zusammenhängt.

Multizyklone oder Zyklone werden häufig als Vorbehandlung für die Trocknerabgase eingesetzt, bevor sie im Nasselektrofilter gereinigt werden. Zyklone beseitigen den gröberen Staubanteil, was für den effektiven Betrieb des Nasselektrofilters manchmal erforderlich ist.

Im Hinblick auf den organischen Teil der Emissionen schwankt die Leistung eines gut betriebenen Nasselektrofilters an Spanplatten-Produktionslinien im Bereich von 6-10 mg/Nm<sup>3</sup> für Formaldehyd. Die entsprechende Formaldehydbelastung beträgt 24-49 g pro Tonne getrockneter Späne und die entsprechende spezifische Massenbelastung beträgt 160-260 g TOC pro Tonne getrockneter Späne.

Für die Trocknung von Fasern wird ein Nasselektrofilter üblicherweise nicht eingesetzt. In einer Anlage (D002) erreicht ein Nasselektrofilter mit einer guten Leistungsfähigkeit 6,3 mg/Nm<sup>3</sup> Formaldehyd (trockener Bezugszustand, keine Korrektur für O<sub>2</sub>).

In Tabelle 4.6 sind die Emissionswerte für die Trockner in der Produktion von Grobspanplatten angegeben, die Nasselektrofilter einsetzen und bei denen ein niedriger Staubgehalt erzielt wird, die für organische Verbindungen und für Formaldehyd gemeldeten Leistungswerte sind jedoch unterschiedlicher.

Tabelle 4.6: Emissionswerte für TOC und Formaldehyd in Emissionen von OSB-Trocknern nach der Reinigung in einem Nasselektrofilter

ID- Nummer der Anlage	Organische V (mg/l		Formaldehyd (mg/Nm³)	Produkt	Bemerkung
D010	TVOC (FID)	217	12	OSB	Weichholz, 18% O <sub>2</sub> , trocken, pMDI Leim
D041	CVOC	29,80	-	OSB	Einschließlich Presse- Abgase. Weichholz, trockener Bezugszustand, ohne Korrektur für O <sub>2</sub>
D079	CVOC	46 - 60	13,5	OSB	Einschließlich Presse- Abgase. Weichholz, 18% O <sub>2</sub> , trockener Bezugszustand
D027	VOC	150 - 650	-	OSB	Weichholz und Hartholz
- '	teine Angaben vor.	130 030		Jobb	, clemioiz und Hartifol

Quelle: [22, TWG 2012]

Der Beitrag der flüchtigen organischen Verbindungen aus den Rohstoffen hängt beispielsweise von den verwendeten Arten ab. Aus den Daten zu den TVOC-Emissionen, d.h. aus der Darstellung der Leistung des Nasselektrofilters und der entsprechenden Rohstoffe geht die Schwankung in den TOC-Emissionen aufgrund der Rohstoffe allein nicht hervor.

Im Nasswäscher und im Elektrofilter werden wasserlösliche Emissionen, Staub, Partikel und Aerosole, die zusammen den blauen Dunst erzeugen, um 50-95 % reduziert. Es wird anerkannt, dass der Wirkungsgrad für die organische Fraktion erheblich niedriger ist als für die Staubfraktion. Die gemeldeten Abscheidewirkungsgrade betragen bei der Staubfraktion bis zu 95 %, die organischen Verbindungen werden dagegen um 20 % bis 50 % reduziert. Der Abscheidewirkungsgrad bei mit Wasser mischbaren Verbindungen und kondensierbaren organischen Verbindungen ist höher als für den verbleibenden Teil der TOC-Fraktion.

Werden Trocknerabgase und Pressen-Abgase im Nasselektrofilter zusammen gereinigt, werden für Staub, Formaldehyd und TOC dieselben Emissionswerte gemeldet.

Bei zwei Anlagen werden die Presseemissionen von einem speziellen Nasselektrofilter gereinigt, siehe Tabelle 4.7. Die OSB-Linie setzt pMDI ein, weshalb der Formaldehydgehalt allgemein niedrig ist. Die spezifische Massenbelastung für Formaldehyd beträgt 1 g pro m<sup>3</sup> fertiger Grobspanplatte, während sie bei der MDF-Linie 9 g pro m³ fertiger Platte beträgt.

Tabelle 4.7: Emissionswerte für Staub, TOC/NMVOC und Formaldehyd in Emissionen von Pressenlinien nach der Behandlung in einem Nasselektrofilter

ID- Nummer der Anlage	Staub	TOC (mg/Nm³)	Formaldehyd (mg/Nm³)	Produkt		
D010	0,5 - 0,8	47 - 154	0,4 - 0,8	OSB		
D086	2,7 - 18,2	24,4 - 38,3 (NMVOC)	5,4 - 10,5	MDF		
D089	13,4	-	12,5	-		
'-': Es liegen keine Angaben vor.  Ouelle: [22, TWG 2012]						

Zu den Regelungsparametern, die zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Betriebs kontinuierlich überwacht werden, gehören zumindest der Wasserdurchfluss, das Koronapotenzial/bzw. die Sekundärspannung und die Auslasstemperatur.

## Medienübergreifende Effekte

Erzeugter Schlamm von einer angemessenen Qualität kann entweder in die Produktion zurückgeführt oder als Brennstoff in einer Verbrennungsanlage auf dem Standort verwendet werden. Falls diese Alternativen nicht machbar sind, muss der Schlamm von dem Standort entsorgt werden.

Abwasser mit gelösten Feststoffen muss weiter behandelt werden.

Was andere Nasswäscheanlagen ohne chemische oder biologische Oxidation betrifft, werden die kondensierbaren organischen Verbindungen und die wasserlöslichen organischen Verbindungen in den gereinigten Emissionen in die Wasserphase befördert.

Bei dem Betrieb eines Nasselektrofilters müssen Wasser- und Stromverbrauch berücksichtigt werden.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Der Nasselektrofilter wird in einem Durchflussbereich betrieben, der von der Konstruktion diktiert wird. Die Leistung hängt von der Verweilzeit des Rohgases im System ab. Sind die Luftströme niedriger als für die Konstruktion vorgesehen, ist auch der Wirkungsgrad geringer.

Wird frisches Holz mit einem hohen Gehalt an Harzen und Fettsäuren verwendet, insbesondere Kiefer, sind die Trockneremissionen sehr klebrig und es kann erforderlich werden, einen Entschäumer in das Wasser des Rückführungskreises zu geben, um zu verhindern, dass sich die klebrigen Verbindungen an den Wänden und auf den Elektroden absetzen.

Bei der Verwendung einer Heißgasquelle für direkte Trocknung, die signifikante Schwefel- oder Chlormengen enthält, wird der Einsatz eines Nasselektrofilters nicht als erforderlich angesehen [53, FINSA 2007]. Falls zur Erzeugung der Heißgase für direkt beheizte Trockner schweres Heizöl verwendet wird, würde durch den Schwefelgehalt im Heizöl beim Einströmen in den Wäscher Schwefelsäure gebildet, wodurch die Platten/Rohre und die Ausrüstung im Allgemeinen oxidieren würden und der pH-Wert des Wäscherwassers senken würde. Der pH-Wert des Wassers müsste daher durch Zugabe eines neutralisierenden Mittels oder von Frischwasser konstant reguliert werden. Das durch die Neutralisierung gebildete Natriumsulfatsalz kristallisiert sich heraus, weshalb eine Wasserableitung erforderlich ist. Der geschlossene Wasserkreislauf in den meisten Nasselektrofiltern würde unterbrochen, weil eine höhere Menge Nachspeisewasser und ein höherer Wasseranteil abgeleitet und bewirtschaftet werden müsste.

Bei der Verbrennung einiger Altholzarten könnte ein hoher Chlorgehalt freigesetzt werden. In den eingegangenen Daten ist das jedoch nicht als Problem gemeldet worden.

#### Wirtschaftlichkeit

Der Einbau eines Nasselektrofilters ist eine große Investition und die Betriebs- und Wartungskosten sind ebenfalls vergleichsweise hoch.

Die Investitionskosten hängen vom Modell und von der Reinigungskapazität ab:

Bei einem Nasselektrofilter mit einem einstufigen Elektrofilterfeld, der für die Reinigung von Trockneremissionen von einer 1500 m³ Spanplatten-Produktionslinie ausgelegt ist, einschließlich einer eingebauten Wäscheranlage, einer Abwasseraufbereitungsanlage zur Wiederaufbereitung des Wäscherwassers und zum Auffangen von Schlamm, beginnen die Ausrüstungsinvestitionen bei 2,5 Millionen Euro; die jährlichen Betriebskosten liegen einschließlich Wartung über 350.000 Euro von denen 15-20 % für Wartungskosten stehen. Ist die Kapazität höher, steigen die Kosten proportional an.

Ein gemeldetes Beispiel ist eine Nasselektrofilteranlage für eine 2500 m³ Spanplattenanlage mit vier indirekten beheizten Trocknern, bei der die Installationskosten 4-5 Millionen Euro betrugen und die jährlichen Wartungskosten etwa bei 65.000 Euro liegen. Zusätzliche Betriebskosten für den elektrischen Energieverbrauch sind zu berücksichtigen. Im angeführten Beispiel würde sich der Energieverbrauch auf etwa 300 kW belaufen.

Bei einer Beispielanlage für die Produktion von Grobspanplatten mit einer jährlichen Kapazität von 500.000 m³ und mit eingebautem Nasselektrofilter betrugen die Investitionskosten mehr als 9 Millionen Euro, in denen Hochleistungszyklone für die Vorbehandlung der Trocknerabgase enthalten waren. Als jährliche Wartungs- und Betriebskosten für das kombinierte System wurden etwa 550.000-600.000 Euro gemeldet.

#### Anlass für die Umsetzung

Durch den Nasselektrofilter werden Trockneremissionen wirksam entstaubt und einige organische Verbindungen, blauer Dunst und Geruchsemissionen können ebenfalls erheblich reduziert werden.

## Beispielanlagen

Es gibt etwa 35 Nasselektrofilteranlagen, die in der EU-27 im Sektor betrieben werden.

## Referenzliteratur

[82, Lanzerstorfer 2000], [83, Barbu et al. 2014], [87, Swedspan 2011]

## 4.2.4.2 Gewebefilter

## **Beschreibung**

Gewebefilter bzw. Schlauchfilter fangen Staub ab, wenn die Abgase durch ein Gewebe geleitet werden. Gewebefilter werden regelmäßig gereinigt und der gesammelte Staub wird als Brennstoff genutzt.

#### **Technische Beschreibung**

Gewebefilter bzw. Schlauchfilter werden für die Behandlung von Staub eingesetzt, der an verschiedenen Quellen in der gesamten Produktionsanlage gesammelt worden ist. Gewebefilter werden im Sektor eingesetzt, um Trocknerabgase von indirekter Trocknung und alle Staubquellen von der Holzverarbeitung zu reinigen, unter anderem die folgenden Quellen:

- Zerkleinerung und Zerspanung in Holzspäne;
- pneumatische oder mechanische Förderung von Holzspänen;
- Mattenstreuung;
- Sägen;
- Schleifstraßen.

Die Abgase werden durch ein Gewebe geleitet, wo der Feinstaub auf der Oberfläche gebunden wird. Durch die Staubanbackungen auf dem Gewebe wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass am Gewebe weiterer Staub kleben bleibt, wodurch auch der Abscheidewirkungsgrad erhöht wird.

Der Schlauch wird gereinigt, indem er mithilfe unterschiedlicher Methoden so verformt wird, dass der gesammelte Staub in Staubsammeltrichter fällt. Gewebefilter können auch mit Spülluft und durch Pulse-Jet-Reinigung mit Druckluft gereinigt werden oder mechanisch sauber geschüttelt werden. Bei der Reinigung sollte nicht der gesamte Staub aus dem Gewebe entfernt werden, weil dadurch die Effizienz des Filters so lange reduziert würde, bis sich wieder eine neue Staubschicht auf dem Gewebe gebildet hätte.

Gewebefilter sind Teil der Standardausrüstung und können zur Entstaubung in spezifischen und anspruchsvollen Anwendungen konstruiert werden. Größe, Art des Filtergewebes und des Reinigungsmechanismus werden jeweils für den bestimmten Zweck konstruiert. Gewebefilter werden als Gruppen von Schläuchen konfiguriert und so unterteilt, dass die Reinigung oder der Ersatz des Filters durchgeführt werden kann ohne die Gesamtkapazität der Filteranlage außer Betrieb setzen zu müssen.

Die Wahl des Gewebes und die Größe und Konfiguration der Schläuche werden von den Betriebsbedingungen des Gewebefilters, der Eigenschaften der Abgase und dem Abgasdurchfluss bestimmt. Die Filterkapazität sollte hoch genug sein, um einen hohen Druck zu verhindern. Gewebefilter können für hohe Abgasvolumen und für Temperaturen eingesetzt werden, die weit über den Temperaturen liegen, die im Sektor angetroffen werden.

Der Wirkungsgrad von Gewebefiltern wird durch feuchte Emissionen und Emissionen beeinträchtigt, die kondensierbare Verbindungen enthalten.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Gewebefilter fangen Staub von verschiedenen Quellen effektiv ein und sammeln ihn auf.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Durch Gewebefilter, die an allen trockenen Staubquellen eingesetzt werden, können mit sehr wenigen Ausnahmen in der Regel Emissionswerte unter 5 mg/Nm³ erzielt werden. Gewebefilter werden als Standardausrüstung für die Entstaubung angesehen und ermöglichen es, dass nach dem Filter konstante niedrige Staubwerte erhalten werden.

Die Daten über die Leistung von Gewebefiltern, mit denen Trockneremissionen gereinigt werden, beschränken sich auf indirekt beheizte Trockner und werden durch Daten von vier Spanplatten-Produktionslinien repräsentiert, siehe Tabelle 4.8. Bei allen vier Anlagen sind die Gewebefilter zur selben Zeit eingebaut worden wie die Trockner. Aus den Daten geht hervor, dass die Gewebefilter den Staub wirksam entfernen.

Tabelle 4.8: Staubemissionen in Trocknerabgasen, die in Gewebefiltern entstaubt wurden

$(mg/Nm^3)$	NMVOC und Formaldehyd (mg/Nm³)	
Halbstundenmittelwert	Periodische zusätzliche Messungen	
2,74	NMVOC: 190 - 219 Formaldehyd: 6,2	
$0,5-1,5^{(1)}$	-	
1,66	-	
1,3 <sup>(1)</sup>	NMVOC: 230 Formaldehyd: 7,5	
	Halbstundenmittelwert  2,74  0,5 – 1,5 <sup>(1)</sup> 1,66	

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [22, TWG 2012]

Die Gewebefilter sind im Durchschnitt für Durchsätze zwischen 90.000 m³/h und 270.000 m³/h ausgelegt. Kondensierbare Verbindungen in den Trocknerabgasen könnten den Wirkungsgrad des Filters je nach ausgewähltem Gewebe beeinträchtigen. Bei drei der vier Anlagen wurde für die Trocknerabgase am Auslass eine niedrigere Temperatur als 100 °C gemeldet, es liegen aber nicht genug Informationen vor, um festzustellen, ob sich die Temperatur proportional auf die Leistung des Filters auswirkt.

Der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen einschließlich Formaldehyd steht in Bezug zu den Rohstoffen, die bei D004 aus einer Mischung aus frischem Weichholz und Altholz und bei D024 aus einer

<sup>(1)</sup> Auf der Grundlage periodischer Messungen.

Mischung aus Weichholz, Hartholz und Altholz bestehen. Für Gewebefilter wurde keine Effizienz bei der Behandlung oder Reduzierung von organischen Verbindungen gemeldet.

Die konstante Funktionsweise des Gewebefilters wird durch Überwachung des Differenzdrucks und durch häufige Sichtprüfungen sichergestellt. Ein Druckabfall weist auf eine weniger effiziente Filterleistung hin, die zu einem Bruch des Filters führen könnte. Der Bruch eines Gewebefilters ist in dem an den Filter angrenzenden Bereich deutlich zu erkennen. Solange der Druck konstant bleibt, bleibt auch die Leistung des Gewebefilters konstant. Die kontinuierliche Messung des Staubgehalts durch photometrische Messungen kann gleichermaßen als Indikator für die fortgesetzte Integrität des Filters verwendet werden.

Die Mehrheit der Standorte meldete durch Datenerhebung, dass die tägliche Leistung solcher traditionellen Entstaubungstechniken wie zum Beispiel Gewebefilter durch die kontinuierliche Regelung des Differenzdrucks gesteuert wird.

### Medienübergreifende Effekte

Der gesammelte Staub muss weiter bearbeitet werden.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Durch Gewebefilter alleine wird die Menge flüchtiger organischer Verbindungen einschließlich Formaldehyd nicht reduziert.

Der Wirkungsgrad von Gewebefiltern wird durch feuchte Emissionen und Emissionen beeinträchtigt, die kondensierbare Verbindungen enthalten. Die Temperatur in den Abgasen sollte nicht unter den Taupunkt der kondensierbaren Verbindungen abfallen.

Gewebefilter sind nur für indirekt beheizte Trockner in der Spanplattenproduktion eingesetzt worden.

Für die Reinigung von Trocknerabgasen eingesetzte Gewebefilter sollten aus Materialien hergestellt werden, die der Klebrigkeit des gesammelten Staubs widerstehen können.

## Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für den Einsatz eines Gewebefilters zur Reinigung der Abgase von einem indirekt beheizten Rotationstrockner mit einer Kapazität von 25-40 t/h belaufen sich ungefähr auf 600.000 - 800.000 EUR für ein Abgasvolumen zwischen 70.000 Nm³/h und 130.000 Nm³/h. Die jährlichen Wartungskosten liegen bei etwa 60.000 - 80.000 EUR, einschließlich des Austauschs der Filtermaterialien. Bei einigen Anlagen sind sogar höhere Wartungskosten gemeldet worden.

Zusätzliche Betriebskosten für den elektrischen Energieverbrauch sind zu berücksichtigen. Im angeführten Beispiel würde sich der Energieverbrauch auf etwa 200 kW belaufen.

#### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der Staubemissionen.

## Beispielanlagen

Vier Produktionslinien, die in der EU Spanplatten herstellen, setzen Gewebefilter zur Reduzierung der Emissionen aus indirekt beheizten Trocknern ein.

## Referenzliteratur

Keine.

#### **Beschreibung**

Zyklone nutzen die Fliehkraft, um Staub aus einem Abgasstrom zu entfernen. Ein Zyklon ist kegelförmig und wenn ein Gas durch den Zyklon strömt, fallen die Partikel im Gas an den Wänden des Zyklons nach unten und die gereinigten Abgase strömen durch die Mitte nach oben.

#### **Technische Beschreibung**

Multizyklone sind Zyklone mit einem kleinen Durchmesser, die kleinere Partikel im Bereich von 5 - 400 µm (je nach Konstruktionsweise) effizient auffangen. Multizyklone werden nach Standardproduktabscheidungszyklonen in Reihen von 6 bis 24 oder mehr einzelnen parallelen Zyklonen mit Innendurchmessern von 15 cm bis 40 cm eingesetzt. Multizyklone können in Stufen eingesetzt werden und verbessern den Abscheidewirkungsgrad.

Der konventionellen Theorie für die Zyklonenbauweise und den Abscheidewirkungsgrad zufolge fördert der Zyklon mit kleinem Durchmesser das schnelle Drehen der Partikel, die auf dem kürzesten Weg an die Wand des Zyklons geschleudert werden, wo sie herabfallen und abgeschieden werden. Der Literatur zufolge könnten Multizyklone mit einem kleinen Durchmesser Partikel bis herab zu einem Durchmesser von 5 µm abscheiden.

Zyklone fangen keine Aerosole kondensierbarer organischer Verbindungen auf.

Zyklone werden als Vorbehandlung von Trocknerabgasen eingesetzt, beispielsweise vor einem Nasswäscher oder einem Nasselektrofilter. Wenn die Staubbelastung nicht hoch ist, werden Zyklone mitunter auch als eigenständige Minderungstechnik für Fasertrockner benutzt.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Zyklone reduzieren Staub in Trocknerabgasen.

## Umweltleistung und betriebliche Daten

Für Zyklone werden im Hinblick auf die Entstaubung ganz unterschiedliche Leistungen gemeldet. Die Leistung von Zyklonen, die als repräsentativ für Anlagen mit guter Leistungsfähigkeit angesehen werden, ist in Tabelle 4.9 dargestellt.

Tabelle 4.9: Durchschnittswerte regelmäßiger Staubmessungen in Trockneremissionen nach der Entstaubung in einem Zyklon

ID-Nummer der Anlage	Produkt	Staub (mg/Nm³)	Die Daten werden auf nassen oder trockenen Bezugszustand angegeben	O2-Gehalt (Vol%)
D068-a	PB	19	Trocken	Keine Korrektur (19,4 %)
D061-b	PB	31	Trocken	Keine Korrektur
D095	PB	11,5	Trocken	15 %
D032-a	OSB	25	Nass	Keine Korrektur (18 %)
D086-b	MDF	5,4	Trocken	Keine Korrektur (18,9 %)
D059	MDF	8,1	Trocken	Keine Korrektur
D081-d	MDF	10,7	Trocken	Keine Korrektur
D081-b	MDF	11,7	Trocken	Keine Korrektur
D085	MDF	17,6	Trocken	Keine Korrektur (19,8 %)
D040 Indirekter Trockner	MDF	18,5	Trocken	Keine Korrektur (20 %)
D085-a	MDF	23,9	Trocken	Keine Korrektur (19,8 %)
D009	MDF	24,5	Trocken	Keine Korrektur (19,75 %)
D075	Hartfaserplatte	2	Trocken	Keine Korrektur
D074	Hartfaserplatte	5	Trocken	Keine Korrektur
Quelle: [22, TWG				

Bei der Fasertrocknung sind die Werte aufgrund eines niedrigeren Feinstaubgehalts generell niedriger. Die Konstruktion der Zyklone, die für die eigentliche Produktion eingesetzt werden, wirkt sich ganz erheblich auf die Leistungsfähigkeit aus. In diesem Zusammenhang wurden bei vier MDF-Anlagen, die Zyklone einsetzen (D086-a, D030, D086-b und D011-d (indirekter Trockner) Emissionswerte unter 7 mg/Nm³ für Staub festgestellt, alle im trockenen Bezugszustand ohne Korrektur für O<sub>2</sub>).

Für Zyklone ist im Hinblick auf die Minderung organischer Verbindungen keine Effizienz dokumentiert.

## Medienübergreifende Effekte

Der aufgefangene Staub muss behandelt werden.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Multizyklone mit kleinem Durchmesser werden nicht generell für grobes Material eingesetzt, weil große Partikel die Schleuderlamellen in den Rohren der Multizyklone verstopfen könnten. Da Multizyklone nach einem Standardgut-Abscheidungszyklon eingesetzt werden, wird das gesamte größere Gut vor den Multizyklonen aufgefangen.

Wenn die Staubfraktion sehr klebrig ist, wird der Abscheidewirkungsgrad des Zyklons beeinträchtigt.

Durch Zyklone werden weder TOC noch die Formaldehydemissionen reduziert.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

#### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der Staubemissionen.

## Beispielanlagen

Mehr als 20 Anlagen, hauptsächlich MDF-Produktionsanlagen, nutzen Zyklone als wichtigste Entstaubungstechnik für Trocknerabgase oder als Vorbehandlung.

#### Referenzliteratur

Keine.

## 4.2.4.3 Kiesbett-Elektrofilter (EFB-Filter)

#### **Beschreibung**

Der Kiesbett-Elektrofilter (EFB-Filter) beseitigt Partikel und in einem gewissen Maße auch kondensierbare organische Verbindungen durch elektrostatische Filtration.

### **Technische Beschreibung**

Der Kiesbett-Elektrofilter bzw. das elektrostatische Kies-Filtrationsbett besteht aus einer Füllkörpersäule mit Kieseln, die durch eine Bettelektrode elektrisch polarisiert werden. Die Partikel in den Abgasen werden durch ein Koronafeld negativ aufgeladen, das am Abgaseingang durch eine Reihe Metallstifte erzeugt wird, wo die Partikel an den Kieseln aufgefangen werden und haften bleiben. Der Staub wird mit den Kieseln abtransportiert, die im Puls-Modus zirkulieren, und am Boden aufgefangen. Da der Staub trocken ist, wenn er aufgefangen wird, wird kein Schlamm erzeugt. Diese Technik wurde in den 1970er Jahren entwickelt.

Die Abluft von dem Kiesbett kann zum Zwecke einer zusätzlichen Staubminderung durch einen Gewebefilter weiter gereinigt werden oder zur Entfernung von organischen Verbindungen in den gereinigten Trocknerabgasen durch andere Minderungsmaßnahmen behandelt werden.

## **Erzielte Umweltnutzen**

- Reduzierung von Staubemissionen ohne zusätzlichen Wasserverbrauch.
- Reduzierung von blauem Dunst und Gerüchen.

## **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Zum Zeitpunkt der Verfassung des vorliegenden Merkblatts (2014) liegen in der EU keine betrieblichen Daten über die Leistung dieses Systems vor. In einer Spanplatten-Produktionslinie wird diese Technik als Staub-Vorbehandlung eingesetzt. Da die Abgase anschließend in einer RTO-Nachverbrennungsanlage behandelt werden, die für eine einheitliche Leistung einen niedrigen Staubgehalt erfordert, dürfte der Abscheidewirkungsgrad hoch sein.

Anbieter dieser Technik melden Entstaubungswirkungsgrade von über 90 % sowie die Abscheidung von PM<sub>2.5</sub> und kondensierbaren organischen Verbindungen. Der Abscheidewirkungsgrad für Aerosole liegt Laborprüfungen mit einem Ersatzaerosol zufolge angeblich zwischen 20 % und 99 %. Der Abscheidewirkungsgrad für PM<sub>2.5</sub> hängt von der angelegten Spannung ab.

Diese Technik wird in den Vereinigten Staaten für OSB-Trockner mit einer zusätzlichen RTO-Nachverbrennungsanlage zur Eindämmung von flüchtigen organischen Verbindungen eingesetzt. Die Module werden in Reihe geschaltet und je nach Quelle können weitere Module hinzugefügt werden, um den maximalen Abscheidewirkungsgrad zu erhalten. Es werden Luftdurchsätze von über 100.000 m³ pro Modul gemeldet, bei bis zu drei Modulen pro Trockner. Das Filterbett wird bei Temperaturen von 70 °C bis über 140 °C betrieben, wobei Temperaturen über 120 °C über den Kondensierungstemperaturen der meisten kondensierbaren Verbindungen liegen würden. Daher ist es sehr wahrscheinlich, dass eine anschließende sekundäre Behandlung des VOC-Gehalts erforderlich wäre. Von den Standorten liegen keine Daten vor.

An zwei Standorten in Europa sind vor Kurzem Pilottests durchgeführt worden, bei denen ein Teil der Trocknerabgase durch eine Testanlage geleitet wurde. Die Ergebnisse sind zusammengefasst in Tabelle 4.10.

Tabelle 4.10: Ergebnis der Pilottests von Trockneremissionen, die mit einem EFB-Filter gereinigt wurden

Testanlage	Details	Ort der Probenahme	Staub (mg/Nm³)	TVOC (mg/Nm³)
PB				
Direkt beheizter	Luftstrom:	Einlass	22 - 350	100 - 150
Trockner.	$7600 \text{ Nm}^3/\text{h}$			
Rauchgasmischung aus	Temperatur:			
mit Biomasse	70 °C			
befeuerter	12 halbstündige	Auslass	7 - 63	60 - 127
Feuerungsanlage +	Proben			
HFO-Dieselmotoren				
MDF				
Direkt beheizter	Luftstrom:	Einlass	31 - 60	43 - 54
Trockner.	$8600 \text{ Nm}^3/\text{h}$			
Rauchgasmischung aus	Temperatur:			
mit Biomasse	65 °C			
befeuerter	10 einstündige	Auslass	9 - 16	28 - 43
Feuerungsanlage +	Proben			
HFO-Dieselmotoren				
Quelle: [54, EIPPCB 2012].	, [61, EFB 2012]	_		

Auf der Grundlage der Proben von den Pilottests und eines Vergleichs der während desselben Probenahmezeitraums von dem Eingang und von dem Auslass des EFB-Filters genommenen Werte lag der Entstaubungswirkungsgrad für Spanplatten bei etwa 90 % und für MDF-Platten bei 75 %, während der TVOC-Parameter bei der Spanplattenanlage um rund 25 % und bei der MDF-Anlage um rund 20 % reduziert worden ist. Es ist zu beachten, dass die Daten generell nicht die umfassenden Betriebsbedingungen repräsentiert haben. Der Pilottest spiegelte eine sich ändernde Zusammensetzung der Heißgase sowohl von der Biomasse-Verbrennung als auch von den mit Schweröl befeuerten Dieselmotoren und bei zusätzlicher Dotierung mit Staub wider.

## Medienübergreifende Effekte

- Es könnte ein potenzielles Brandrisiko vorliegen, wenn das elektrische Feld mit trockenem Holzstaub gesättigt wird.
- Der Leistungsverbrauch sollte berücksichtigt werden.
- Das aufgefangene Staubmaterial muss separat behandelt werden.

## Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Hohes Brandrisiko.

## Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Daten eingereicht.

## Anlass für die Umsetzung

Staubreduzierung, vor allem, wenn nasse Entstaubungstechniken nicht gewünscht sind oder wenn die Wasserversorgung knapp ist.

## Beispielanlagen

In Österreich ist ein 20 Jahre alter EFB-Filter als Vorbehandlung vor einer RTO-Nachverbrennungsanlage in Betrieb und es wird keine separate Überwachung durchgeführt.

Daten von Pilottests bei einer Spanplattenanlage und einer MDF-Anlage in Spanien.

## Referenzliteratur

[61, EFB 2012]

#### 4.2.4.4 Nasswäscher

#### **Beschreibung**

Durch Nasswäsche werden Staubpartikel und einige gasförmige organische Verbindungen dadurch aus Abgasen abgeschieden, dass der Gasstrom mit Wasser in Kontakt gebracht wird und in der Wasserphase eine Interzeption durch Trägheit und/oder Diffusion erhalten wird.

### **Technische Beschreibung**

Die Nasswäsche-Technologie ist relativ einfach und führt zu einer stabilen und einheitlichen Minderung.

Nasswäscher gibt es in einer Vielzahl an Modellen, die bestimmte Ähnlichkeiten und Kapazitäten aufweisen.

Venturiwäscher können zur Vorentstaubung eingesetzt werden, beispielsweise vor einem Biowäscher. Venturiwäscher sind effizient bei der Abscheidung von Staub, Partikeln und einem Teil der kondensierbaren organischen Verbindungen durch Impaktion und Trägheit des Wasser-Jet-Stream im Wäscher. Wegen ihres hohen Stromverbrauchs und ihres niedrigen Gesamtabscheidegrads sind bei der Reinigung von Trocknerabgasen jedoch möglicherweise andere Lösungen vorzuziehen. Abgase von Pressen weisen ein viel niedrigeres Volumen auf, deshalb werden kleine Venturiwäscher üblicherweise für die Abscheidung von Partikeln vor der Weiterbehandlung der organischen Verbindungen in den Abgasen eingesetzt.

In Füllkörper-Nasswäschern wird das Gas vom Boden eines Turms gegen den Strom durch ein Füllkörpermaterial geleitet, das kontinuierlich mit Umlaufwasser besprüht wird.

Die Abgase von Trockner und Presse werden aufgefangen und durch Spritzdüsen im Kanal mit Wasser besprüht, bevor sie zur Weiterbehandlung abgelassen werden. Durch das Besprühen bzw. Quenching sollen die aufgefangenen Abgase in erster Linie abgekühlt werden, gleichzeitig wird dadurch die Ansammlung klebrigen Staubs in den Kanälen verhindert. Dadurch wird das Brandrisiko enorm verringert. Das Quenching der Trocknerabgase ist Teil der Kondensation der Abgase, durch die das Abfangen kondensierbarer organischer Verbindungen in der Wasserphase unterstützt wird.

Im oberen Teil der Nasswäscher können Tropfenabscheider installiert werden, um die Tropfenübertragung zu verhindern.

Das Umlaufwasser im Nasswäscher muss behandelt werden, um Feststoffe zu beseitigen. Je nach Modell kann die interne Wasseraufbereitungsanlage in einer simplen Sedimentation der Feststoffe und der Beseitigung des Schlamms durch Dekantieren bestehen. Der abgelagerte Schlamm wird durch prozessintegrierte Wasserphase Schneckenpressen entwässert, die die wieder in den Wäscher zurückführen. Druckentspannungsflotation (Dissolved Air Flotation, DAF) kann ein integraler Bestandteil der Anlage sein und scheidet die abgesetzten und suspendierten Feststoffe wirksam durch Koagulation und Flotation ab.

Es können auch zusätzliche Maßnahmen, wie zum Beispiel chemische Oxidation, eingesetzt werden, um einen hohen Abscheidewirkungsgrad für Formaldehyd zu erreichen, beispielsweise indem das Wäscherwasser oder ein nachfolgender Reaktionstank mit Natriumbisulfit und Natriumhydroxid versetzt wird. Die chemische Oxidation kommt in einigen wenigen Anlagen zum Einsatz, in denen die Oxidationsverfahren als innerbetriebliche Forschungsprojekte entwickelt worden sind.

Die chemische Oxidation der niedrigeren Aldehyde und der niedrigeren Alkohole könnte durch eine Nachreinigung nach den anderen Abscheideanlagen, in denen kondensierbare organische Verbindungen und Staub bereits durch andere Verfahren abgeschieden worden sind, entwickelt werden.

Die gezielte chemische Oxidation, beispielsweise durch katalytische Gasbehandlung, ist ein zusätzlicher Behandlungsschritt, der für die Abgase nach dem Abscheiden insbesondere der Partikel, aber auch der kondensierbaren organischen Verbindungen eingesetzt wird, zum Beispiel in Form eines Venturiwäschers oder eines Nasselektrofilters. Die chemische Oxidation wird durch Wasserstoffperoxid erzielt, durch verschiedene Metallkatalysatoren unterstützt und beispielsweise durch UV-Licht eingeleitet.

Die Wasserableitung, die Behandlung des Schlamms und der Einsatz von Chemikalien müssen sorgfältig geprüft werden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Durch Nasswäscher wird der Staubgehalt und in einem gewissen Maße auch der Gehalt an organischen Verbindungen reduziert.

### Umweltleistung und betriebliche Daten

Staubemissionen und Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen von Nasswäschern sind in Tabelle 4.11 dargestellt.

Tabelle 4.11: Durchschnittswerte der periodischen Messungen, einschließlich Mindest- und Höchstwerte der gemessenen Staubwerte in Trockneremissionen nach der Reinigung in einem Nasswäscher

ID-Nummer der Anlage	Trocken oder feucht/ O <sub>2</sub> Referenz <sup>(1)</sup>	Produkt	Staub, Minimum (mg/Nm³)	Staub, Durchschnitt (mg/Nm³)	Staub, Maximum (mg/Nm³)	Flüchtige organische Verbindungen (mg/Nm³)
D019	-/-	MDF	4,4	4,7	6	39,8
D049	Trocken/18,6 %	MDF	1,8	8,1	12	227
D046	Trocken/17 %	MDF	9,4	13,5	17	45
D039	Nass/17 %	MDF	3	5	8	-
D048	Trocken/19,2 %	MDF	6,1	11,7	17,7	148
D045	Trocken/17 %	MDF	13,3	20,6	29,6	58
D047	Trocken/17 %	PB	32,4	33	33,5	69
D059-a	Trocken/-	PB	21,7	67,8	110	166
D050	Trocken/19,3	MDF	32,9	36,9	40,2	171
D090	Trocken/-	Hartfaserplat te	5,9	9,4	14,4	99

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Quelle: [22, TWG 2012]

Der TOC-Gehalt von Produktionslinien für MDF-Platten liegt unter 50 mg/Nm³, wenn eine entsprechende spezifische Massenbelastung unter 1200 g TOC/Tonne getrockneter Fasern berücksichtigt wird. Drei Produktionslinien für MDF-Platten, die chemische Oxidation zusammen mit einem Nasswäscher für eine bessere Formaldehydzerstörung einsetzen, wiesen sowohl im Hinblick auf die Konzentration als auch im Hinblick auf die spezifische Belastung einen niedrigen Formaldehydgehalt auf. Die TOC-Werte lagen zwischen 148 mg/m³ und 230 mg/m³ und die spezifische Massenbelastung zwischen 2400 g und 2900 g TOC/Tonne getrockneter Fasern.

Der Formaldehydgehalt und die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen von MDF-Trocknerlinien mit Nasswäschern sind in Tabelle 4.12 dargestellt.

<sup>(</sup>¹) O<sub>2</sub>-Zahlen in Kursivschrift stellen den gemessenen Sauerstoffgehalt dar, wenn sie ohne Korrektur auf einen Bezugssauerstoffgehalt angegeben sind.

Tabelle 4.12: Formaldehydemissionen und die entsprechenden spezifischen Massenbelastungen von MDF-Fasertrocknern mit Nasswäschern

ID-	Organische flüchtige Verbindungen	Formaldehyd	Spezifische Massenbelastung		
Nummer der Anlage	mg/Nm <sup>3</sup> trockener Bezugszustand (keine O <sub>2</sub> -Korrektur)	mg/Nm³ trockener Bezugszustand (keine O2-Korrektur)	g Formaldehyd/Tonne getrocknete Fasern	Bemerkung	
D048	148	6,6	105	Nasswäscher Chemische Oxidation	
D049	227	9,1	120	Nasswäscher Chemische Oxidation	
D050	171	9,7	130	Nasswäscher Chemische Oxidation	
D046	45(1)	7,5 <sup>(1)</sup>	170	Nasswäscher	
D045	58(1)	14,6(1)	200	Nasswäscher	

(1) Bei 17 % Sauerstoffgehalt.

Quelle: [22, TWG 2012], [23, WBP-Industrie 2012].

Bei einigen Anlagen wird die weitere Beseitigung von Formaldehyd und beispielsweise Methanol gemeldet. Bei einer Beispiel-Produktionsstätte wurden die Abgase von dem Fasertrockner mithilfe eines Nasswäschers gereinigt, dessen Waschwasser mit Natriumbisulfit und Natriumhydroxid versetzt worden ist. Der Standort meldete einen Abscheidewirkungsgrad für Formaldehyd von über 95 % und die alle zwei Wochen gemessenen Formaldehyd-Massekonzentrationen lagen zwischen 1 mg/Nm³ und 4 mg/Nm³.

Die Beseitigung von Formaldehyd und einfachen Alkoholen sowie anderen Aldehyden durch katalytische Gasaufbereitung ist für Produktionsanlagen in Kanada und den Vereinigten Staaten dokumentiert. Die Technologie wird in der EU bisher nicht eingesetzt. Die gemeldeten Abscheidewirkungsgrade für Formaldehyd und Methanol liegen über 90 % bei einer entsprechenden Konzentration unter 1 mg/Nm³.

Presse-Emissionen werden häufig in kleineren prozessintegrierten Nasswäschern gereinigt, die Staub und einen Teil der VOCs sowie Formaldehyd beseitigen.

Tabelle 4.13: Emissionen von Staub, TVOC/CVOCs und Formaldehyd aus Presseabgasen, die mit Nasswäschern gereinigt wurden

ID-Nummer der Anlage	Staub (mg/Nm³)	TVOC (mg/Nm³)	Formaldehyd (mg/Nm³)	Bemerkung
D062, PB	3	14	-	Hydrozyklon
D081, PB	11,6	86 (CVOC)	3,6	Venturiwäscher
D081, MDF	8,9 - 9,4	55 – 79 (CVOC)	2,7 - 2,8	Venturiwäscher
D065, D067, MDF	7-8	2 - 24	-	Venturiwäscher/Hydrozyklone

'-': Es liegen keine Angaben vor.

(1) Bei 17 % Sauerstoffgehalt.

Ouelle: [22, TWG 2012], [23, WBP-Industrie 2012].

### Medienübergreifende Effekte

- Zur Wiederaufbereitung des Wassers kann der Verbrauch von Chemikalien erforderlich sein.
- Es wird Schlamm erzeugt, der weiterbehandelt werden muss.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Nasswäscher werden hauptsächlich in Produktionslinien für MDF-Platten eingesetzt. Der höhere Staubgehalt von Spanplatten-Trocknern würde die Vorbehandlung der Staubfraktion erfordern.

#### Wirtschaftlichkeit

Der Verbrauch von Wasser und Strom muss geprüft werden.

Es wurden keine anlagenspezifischen Informationen eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der organischen Verbindungen und von Staub in Abgasen von Trocknern und Pressen.

### Beispielanlagen

Der Einsatz von kleineren Nasswäschern zur Reinigung von Presse-Abgasen ist weit verbreitet. Bei der Produktion von MDF-Platten ist der Einsatz von Nasswäschern zur Reinigung von Trocknerabgasen weit verbreitet.

#### Referenzliteratur

[42, EIPPCB/EPF 2012].

#### 4.2.4.5 Biowäscher

#### **Beschreibung**

Ein Biowäscher nutzt die biologische Oxidation zum Abbau der kondensierbaren und nicht kondensierbaren flüchtigen organischen Verbindungen, die auf einem Füllkörper mit einer Bakterienkultur adsorbiert werden; außerdem reduziert er Staub durch einen vorgeschalteten Waschschritt.

### **Technische Beschreibung**

Der Biowäscher besteht aus einer Füllkörpersäule mit Kunststoff-, Keramik- oder anderem Bettmaterial, das mit Wasser geflutet wird. Die Abgase werden am Boden der Säule eingeleitet und strömen durch das Füllkörpermaterial zum Schornstein. Das Wasser wird kontinuierlich wiederaufbereitet; es wird vom Boden der Säule abgeleitet und zur Spitze der Säule befördert, wo es über die Oberfläche des Füllkörpers gesprüht oder gerieselt wird. Organische Verbindungen, wie zum Beispiel die Fraktion flüchtiger organischer Verbindungen der Emissionen von Trockner und Presse, werden durch biologische Oxidation abgebaut, wenn sie auf dem Füllkörpermaterial adsorbiert werden.

Der Bodenablass enthält einige absorbierte Verbindungen, Staub und abgespültes Wasser von der Säule. Das Wasser wird zu einem Absetzbecken oder zu einem Dekanter geleitet, bevor es zur Spitze der Säule gepumpt wird. Die biologische Oxidation findet sowohl in der Füllkörpersäule als auch im Absetzbecken statt. Die Bedingungen im Absetzbecken und in der Füllkörpersäule können durch automatische Anpassung des pH-Werts und durch die Zugabe von Nährstoffen optimiert werden.

Die Temperatur im Biowäscher sollte innerhalb eines engen Bereichs gehalten werden, um eine stabile und effiziente biologische Aktivität aufrecht zu erhalten. Ein Biowäscher braucht Zeit, um sich zu stabilisieren, bevor die Bakterienkulturen eingerichtet sind und die richtige Betriebstemperatur ermittelt ist. Zum Senken der Temperatur kann ein Vorwäscher, wie etwa ein Venturiwäscher oder ein Hydrozyklon eingesetzt werden, der auch dazu dient, die gröbsten Staubfraktionen abzuscheiden. Manchmal ist eine Vorbehandlung erforderlich, um überschüssigen Staub zu entfernen, da der Abscheidewirkungsgrad des Biowäschers vom Staub beeinflusst wird, der das Filtermaterial verstopfen kann.

Die Vorbehandlung kann bei gröberem Staub auch durch wirksames Besprühen und Quenching im Kanalsystem vor dem Eingang in den Biowäscher erzielt werden, und die Staubfraktion kann beim Einströmen in den Biowäscher abgefangen werden. Der aufgefangene Staub wird mit dem Bodenablass des Biowäschers zusammengebracht und in das Absetzbecken geleitet.

Die beiden wichtigsten Regelungsparameter für einen stabilen Abscheidewirkungsgrad sind die Temperaturregelung und die Regelung der Wasserqualität im Hinblick auf den pH-Wert und den Gehalt an Gesamtschwebstoffen (TSS).

### **Erzielte Umweltnutzen**

Abbau von flüchtigen organischen Verbindungen in geringer Konzentration durch biologische Oxidation und außerdem Entstaubung.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Biowäscher werden bislang nur in Produktionslinien für MDF-Platten eingesetzt und Daten sind angeführt in Tabelle 4.14. Vor dem Biowäscher wird der Staubgehalt durch Zyklone, einen Venturiwäscher oder Waschtürme auf einen akzeptablen Wert gebracht. Die Staub-Vorbehandlung wird entsprechend den Anforderungen des Biowäschers ausgelegt.

Bei einer Produktionsanlage für MDF-Platten (D031) werden die Presse-Abgase ebenfalls im Biowäscher gereinigt.

Der organische Teil der Emissionen wird anhand verschiedener Parameter analysiert. Es liegen keine Angaben zu den Bestandteilen der flüchtigen organischen Verbindungen und zur Frage vor, ob der biologische Abbau zu einem Anteil nicht vollständig abgebauter organischer Verbindungen führen könnte. Die Werte für Staubgehalt und Formaldehydgehalt sind niedrig.

Tabelle 4.14: Durchschnittliche Werte periodischer Messungen von Staub, organischen Verbindungen und Formaldehyd in Trockneremissionen nach ihrer Reinigung in einem Biowäscher

ID-Nummer der Anlage	Produkt	Staub (mg/Nm³)	Flüchtige organische Verbindungen (mg/Nm³)	Formaldehyd (mg/Nm³)
D005	MDF	2,5	37 (NMVOC)	5,2
D026	MDF	3	122 (VOC, feucht)	-
D028	MDF	5	100 (NMVOC, feucht)	2,7
D031	MDF	11,0	42 (TOC, feucht)	-
D094	MDF	8,5	82 (TOC, feucht)	7,2

<sup>&#</sup>x27;-': Es liegen keine Angaben vor.

Hinweis: Falls nicht anders angegeben, gelten alle angeführten Daten für einen trockenen Bezugszustand ohne Korrektur für Sauerstoff.

Quelle: [22, TWG 2012]

Die biologische Aktivität der Bakterien erfordert eine stabile und optimale Temperatur, die zwischen den einzelnen Wäschern geringfügig variieren wird. Als optimal wird eine Temperatur um die 35 °C angesehen. Von einem Standort wurden thermophile Bakterien gemeldet, die bei einer Temperatur zwischen 55 °C und 65 °C arbeiten. Die Bakterien bauen die Schadstoffe bei einer Temperatur unterhalb der optimalen Temperatur zwar langsamer ab, eine zu hohe Temperatur wird die Bakterienkultur jedoch zerstören und ist daher von Nachteil.

Bei einem Biowäscher, der die Abgase von einem MDF-Trockner und seiner MDF-Presselinie reinigt, wird die Erzeugung von Schlamm in einem Volumen von etwa 1 m³/h gemeldet.

Für eine konstant gute Leistung müssen der pH-Wert und die Durchflussmenge im Wasser überwacht und zur Kontrolle interne Probenahmen von Formaldehyd, dem gesamten organischen Kohlenstoff (TOC), dem Chemischem Sauerstoffbedarf (CSB) und den gesamten suspendierten Schwebstoffen (TSS) durchgeführt werden.

### Medienübergreifende Effekte

- Zur Wiederaufbereitung des Wassers kann der Verbrauch von Chemikalien erforderlich sein.
- Der erzeugte Schlamm muss behandelt werden.
- Der Verbrauch von Strom muss geprüft werden.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Damit der Biowäscher sehr effizient ist, ist eine Staubminderung erforderlich, bevor die Abgase in den Biowäscher einströmen.

#### Wirtschaftlichkeit

Der Einbau eines Biowäschers ist eine große Investition und die Betriebs- und Wartungskosten sind ebenfalls vergleichsweise hoch.

Bei einer Beispielanlage für die Produktion von MDF-Platten mit einer jährlichen Kapazität von 350.000 m³ beliefen sich die Investitionskosten auf rund 6 Millionen EUR. Die jährlichen Betriebs und Wartungskosten betrugen über eine Million Euro.

### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der organischen Verbindungen in Abgasen von Trocknern und Pressen.

### Beispielanlagen

Biowäscher werden hauptsächlich in der Produktion von MDF-Platten eingesetzt. Sie werden im Sektor seit über 10 Jahren eingesetzt.

#### Referenzliteratur

Keine.

#### 4.2.4.6 Thermische Oxidation

#### Beschreibung

Zerstörung organischer Verbindungen durch thermische Oxidation brennbarer Materialien und Umwandlung des gesamten Kohlenstoffs in den Abgasen in CO<sub>2</sub>.

### **Technische Beschreibung**

Eine thermische Nachverbrennungsanlage besteht aus einer Brennkammer, in der der einströmende Abgasstrom von einer Flamme aus der Verbrennung des Brennstoffs (in der Regel Erdgas) und den in den Abgasen enthaltenen flüchtigen organischen Verbindungen erhitzt wird. Die Temperatur in einer einfachen Nachverbrennungsanlage mit einmaligem Durchlauf beträgt zwischen 650 °C und 1000 °C.

Regenerative thermische Oxidationsanlagen (RTO-Anlagen) haben zwei oder mehr Kammern, in denen die Verbrennungswärme in den gereinigten Abgasen aus einem Verbrennungszyklus in der ersten Kammer verwendet wird, um den Keramik-Füllkörper in der zweiten Kammer vorzuheizen, in der ein neuer Zyklus zur Reinigung der einströmenden Abgase beginnt. Die Verbrennungstemperatur in der RTO-Anlage erreicht zwischen 800–1100 °C. Bevor die gereinigten Abgase freigesetzt werden, kann die in ihnen enthaltene Wärmeenergie für andere Zwecke wiedergewonnen werden.

### **Erzielte Umweltnutzen**

Zerstörung flüchtiger organischer Verbindungen und Beseitigung von Gerüchen.

### Umweltleistungsdaten

In den Vereinigten Staaten werden RTO-Anlagen für die Behandlung von flüchtigen organischen Verbindungen in Abgasen von Trocknern und Pressen eingesetzt. Üblicherweise werden die Trocknerabgase in einem Nasselektrofilter, einem Nasswäscher oder einem Venturiwäscher vorbehandelt, um Staub zu entfernen.

Der bei der Zerstörung der flüchtigen organischen Verbindungen erhaltene Emissionswert liegt den eingegangenen Meldungen zufolge zwischen 0,1 mg/Nm³ und 5 mg/Nm³.

Eine RTO-Anlage wird in Österreich betrieben, um Trocknerabgase von einem direkt betriebenen Spanplattentrockner zu reinigen. Vor der RTO-Anlage wird der Staub in den Trocknerabgasen in einem Kiesbett-Elektrofilter entfernt, bei dem es sich derzeit außerdem um den einzigen in Europa handelt. Die Emissionswerte

nach der RTO-Anlage werden jedes zweite Jahr gemessen. Bei 17 % O<sub>2</sub>, ergeben sich: Staub 2,8 mg/Nm³, NO<sub>X</sub> 288 mg/Nm³, CO 11 mg/Nm³, Formaldehyd 0,013 mg/Nm³ und NMVOC 1,9 mg/Nm³.

### Medienübergreifende Effekte

Hoher Energieverbrauch.

Es wird eine zusätzliche Energiezugabe (hauptsächlich durch Erdgas) benötigt, um die hohen Temperaturen für die thermische Oxidation aufrechtzuerhalten. Dadurch werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen von fossilen Brennstoffen erhöht.

Bei der Verbrennung von Abgasen in einer RTO-Anlage wird NO<sub>X</sub> erzeugt und eine unzureichende Oxidation führt in ähnlicher Weise zu erhöhten CO-Werten.

Falls die Abgase Chlor- oder Schwefelverbindungen enthalten, können sich saure Gase bilden und zu Salzablagerungen im Füllkörpermaterial führen. Dadurch wird der Füllkörper zerstört und die Abgase müssen zusätzlich vorbehandelt werden. Das Füllkörpermaterial muss dann häufig mit Wasser gewaschen werden, das vor seiner Entsorgung richtig aufbereitet werden muss.

Die Erfahrungen aus dem Betrieb von Nachverbrennungsanlagen in den Vereinigten Staaten haben gezeigt, dass die Bildung von kohlestoffhaltigen Materialien von Partikeln innerhalb der Oxidationskammer regelmäßig "ausgebrannt" werden muss, um unkontrollierte Brände zu verhindern und den Wirkungsgrad beizubehalten. Bei der Reinigung zum Ausbrennen der Keramikkammern fallen außerordentliche Emissionen hauptsächlich von PAH-Verbindungen und Teerölen an. Der Energieverbrauch wird sich bei diesen Ausbrennungen ebenfalls erhöhen.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Eine RTO-Anlage kann zwar generell eingesetzt werden, wirtschaftliche Einschränkungen und Energieeinschränkungen können aber eine entscheidende Rolle spielen, wenn diese Technik für eine gezielte Zerstörung flüchtiger organischer Verbindungen ausgewählt wird. Es wird eine wirksame vorgelagerte Staubbehandlung und -Eindämmung erforderlich, um sowohl eine gute Leistung aufrechtzuerhalten, als auch das Brandrisiko zu reduzieren.

Um eine akzeptable Energieeffizienz zu erhalten, muss die Rückgewinnung der Wärmeenergie in den gereinigten Abgasen in Erwägung gezogen werden.

Eine RTO-Anlage kann zwar auch bei niedrigen Konzentrationen flüchtiger organischer Verbindungen betrieben werden, eine Nachverbrennungsanlage ist jedoch besser für viel höhere Konzentrationen flüchtiger organischer Verbindungen geeignet, weil die Verbrennung der flüchtigen organischen Verbindungen in der Flamme zu einem Temperaturanstieg beiträgt. Ist die Konzentration nicht hoch genug, müssen zusätzliche Brennstoffe eingesetzt werden, um die Flammentemperatur hoch zu halten. Unter diesen Betriebsbedingungen ist eine Nachverbrennungsanlage keine kostengünstige oder kosteneffiziente Lösung.

#### Wirtschaftlichkeit

RTO-Anlagen werden generell als teuer in der Installation angesehen und sowohl wegen des zusätzlichen Brennstoffs als auch wegen der erforderlichen zusätzlichen Wartung mit hohen Betriebskosten in Verbindung gebracht.

#### Anlass für die Umsetzung

Strenge Eindämmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen und Geruchsemissionen.

### Beispielanlagen

Eine RTO-Anlage wird in einer Produktionsanlage für Spanplatten in Österreich zur Reinigung von Trocknerabgasen eingesetzt. Für die erforderliche Entstaubung vor der RTO-Anlage wird ein Kiesbett-Elektrofilter eingesetzt. Dabei handelt es sich um das einzige Beispiel für diese Entstaubungstechnik in ganz Europa.

Die thermische Oxidation einschließlich RTO-Anlagen zur Abscheidung flüchtiger organischer Verbindungen wird in anderen Sektoren weithin eingesetzt.

In den Vereinigten Staaten werden RTO-Anlagen insbesondere für die Behandlung von flüchtigen organischen Verbindungen in Abgasen von Trocknern und Pressen eingesetzt. Üblicherweise werden die Trocknerabgase beispielsweise in einem Nasselektrofilter vorbehandelt, um Staub zu entfernen.

### Referenzliteratur

[69, AT UBA 2013], [63, US EPA 2002], [60, US EPA 2004], [70, Sauer 2002], [102, EPA (US) 2003].

### 4.2.4.7 Verbrennung von Presseabgasen in einer Feuerungsanlage vor Ort

#### **Beschreibung**

Die gesammelten Abgase von der Presse werden zuerst durch Quenching oder Nasswäsche vom Staub gereinigt und anschließend verbrannt.

### **Technische Beschreibung**

Die Verbrennung bzw. Nachverbrennung von Presseabgasen nach einem anfänglichen Quenching oder einem Nasswäscher ist weit verbreitet, um den Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen in den Presseemissionen zu zerstören, damit wird außerdem ein Beitrag zur positiven Energiebilanz des Standortbetriebs geleistet. Es sind weder Emissionsdaten oder Massenbilanzen vorgelegt worden, noch sind Angaben über die Abscheidegrade für die Verbrennung oder Nachverbrennung der Presseabgase vorgelegt worden.

Die Verbrennung wird durchgeführt, indem die Presseabgase direkt als Luftquelle für die Luftstufung im Kessel zugeführt werden. Es ist jedoch ebenso weit verbreitet, die Presseabgase in die Mischkammer zuzuführen, wo die Heißgase mit Frischluft gemischt werden, um die beschriebene hohe Gastemperatur zu erhalten.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung der Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen von den Presseabgasen, darunter auch Formaldehyd.

### Umweltleistung und betriebliche Daten

Es liegen keine Meldungen vor.

### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Anwendbarkeit wird durch die Konstruktion der Feuerungsanlage bestimmt.

### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Energieeinsparung und gleichzeitige Reduzierung der Belastung der Presseabgase mit flüchtigen organischen Verbindungen.

#### Beispielanlagen

Die Technik wird im gesamten Sektor weithin eingesetzt.

### Referenzliteratur

Keine.

# 4.2.5 Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen aus anderen Quellen

In diesem Abschnitt werden andere Luftemissionen als Emissionen von Trocknern und Pressen behandelt. Zu den Tätigkeiten und den entsprechenden Luftemissionen gehören auch vorgelagerte Tätigkeiten, einschließlich der gesamten Lagerung, Verarbeitung und des Transports des Holzes vor der Trocknung, die Mattenstreuung sowie alle der Presse nachgelagerten Tätigkeiten. Zu den nachgelagerten Tätigkeiten gehören Schleifen und Konfektionierung, die an allen Standorten durchgeführt werden. Darüber hinaus werden die Techniken behandelt, mit denen Emissionen von Papierimprägnierungslinien verhindert oder gemindert werden können. Andere Emissionsquellen von gelenkten Emissionen können sehr anlagenspezifisch sein, sollten aber grundsätzlich mit den in diesem Abschnitt genannten Emissionsquellen vergleichbar sein.

Die gelenkten Emissionen entstehen von Holzverarbeitungsprozessen, in denen eine Entstaubung erforderlich ist, um die Verbreitung von Staub am gesamten Arbeitsplatz und somit ein potenzielles Brandrisiko zu verhindern.

### 4.2.5.1 Gewebefilter und Zyklofilter

### **Beschreibung**

Gewebefilter fangen Feinstaub auf, wenn die Rauchgase durch ein Gewebe geleitet werden. Ein Zyklofilter kombiniert die Anziehungskräfte aus der Zyklontechnologie zur Abscheidung gröberer Staubpartikel und zum Auffangen feinerer Staubpartikel mit einem Spülluftfilter oder einem Pulse-Jet-Gewebefilter.

### **Technische Beschreibung**

Verschiedene Staubquellen werden mit einem Gewebefilter gereinigt. Eine ausführlichere Beschreibung von Gewebefiltern findet sich in Abschnitt 4.2.4.2.

Die Sammlung von Produktrückständen durch Absaugen der Luft bei allen staubhaltigen Quellen und die anschließende Staubsammlung durch den Einsatz von Gewebefiltern oder Zyklofiltern führen zu einer Maximierung der Menge an Brennstoffen, die aus Produktionsrückständen abgeleitet werden. Durch den Einsatz eines zentralen Sammelsystems und den Transport des gesammelten Staubs in geschlossenen Förderbändern zur Brennstofflagerung kann die Staubsammlung und -beförderung optimiert werden.

Wegen der von den Gewebefiltern und Zyklofiltern erzielten effektiven Entstaubung kann die gefilterte saubere Luft in der Regel als Raumheizung oder Lüftung in die Produktionsgebäude rückgeleitet werden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

- Reduzierung von Abfall, der vom Standort abtransportiert werden muss.
- Niedrigere diffuse Emissionen.

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Gewebefilter und Zyklofilter werden in der holzverarbeitenden Industrie generell eingesetzt. Für den Holzwerkstoffsektor liegen sehr wenige Daten vor. Die von Gewebefiltern oder Zyklofiltern erreichten Emissionswerte liegen in der Regel unter 5 mg/m³.

### Medienübergreifende Effekte

- Energieverbrauch für Lüfter- und Filterbetrieb.
- Potenziell höhere NO<sub>X</sub>- und Staubemissionen, wenn Schleifstaub verbrannt wird.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Interne Produktionsrückstände, wie zum Beispiel Schleifstaub, könnten eine strengere Regelung des Verbrennungsprozesses in Bezug auf den NO<sub>X</sub>-Ausstoß erforderlich machen und können möglicherweise zu höheren Staubemissionen führen.

Der Staub von der Altholz-Reinigung könnte Schadstoffe enthalten und sollte nicht mit anderen gesammelten Staubtypen gemischt werden, bevor er qualitativ bewertet wurde.

#### Wirtschaftlichkeit

Gewebefilter für nachgelagerte Tätigkeiten würden kleinere Quellen reinigen, können aber gleichermaßen auch ein zentrales Sammelsystem versorgen. Bei Gewebefiltern, die für die Reinigung von 100.000 Nm³/h ausgelegt sind, beginnen die Investitionskosten bei 100.000 - 150.000 EUR. Die Investitionskosten können noch höher liegen, wenn die Abgasquelle feucht oder klebrig ist oder wenn die gereinigte Luft als Raumheizung rückgeleitet wird.

Die Betriebskosten liegen über 35.000 EUR und umfassen den Stromverbrauch und den Ersatz der Filtermaterialien.

Bei einigen Anlagen mit einer jährlichen Kapazität von 350.000 - 650.000 m³ fertigen Platten machten Gewebefilter für alle kleineren vor- und nachgelagerten Quellen eine Investition von 3 - 4,5 Millionen EUR aus.

Der Betrieb von Lüftern, Filtern und Transportsystemen für den gesammelten Staub kann bis zu 20 % des Gesamtstromverbrauchs an einem Produktionsstandort ausmachen.

### Anlass für die Umsetzung

- Optimierung der Brennstoffmenge durch Sammlung von Holzspänen und Holzstaub.
- Niedrigere diffuse Emissionen.

#### Beispielanlagen

Gewebefilter und effektive Sammlungssysteme werden an allen Standorten eingesetzt, um trockene Staubquellen einzudämmen. An einigen Standorten werden Ringsysteme und zentrale Gewebefilter eingesetzt, die den gesammelten Staub auf Standortebene behandeln.

#### Referenzliteratur

Keine

### 4.2.5.2 **Zyklone**

Eine Beschreibung und Leistungsdaten finden sich in Abschnitt 4.2.2.6.3

# 4.2.6 Techniken zur Reduzierung gelenkter Emissionen von Trockneröfen für Papierimprägnierungslinien

#### 4.2.6.1 Harzauswahl

### **Beschreibung**

Die Wahl eines Harzes mit einem niedrigen Gehalt an Formaldehyd und flüchtigen organischen Verbindungen führt auch zu einem geringeren Gehalt an Formaldehyd und flüchtigen organischen Verbindungen in der vom Trockner ausgestoßenen Luft.

### **Technische Beschreibung**

Harze mit einem niedrigeren Formaldehydgehalt, wie zum Beispiel Harze auf Melaninbasis, führen zu niedrigeren Formaldehydemissionen von den Trockneröfen für imprägniertes Papier.

### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung der Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen von der Trocknung imprägnierten Papiers.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Eine Produktionsanlage mit Überwachungsdaten von sechs Imprägnierungslinien unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Kapazität verwendet Harze mit einem niedrigen Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen und Formaldehyd. Es liegen lediglich Daten zu den gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) vor, siehe Tabelle 4.15. Die entsprechenden spezifischen Massebelastungen sind ebenfalls angegeben. Der Unterschied zwischen den einzelnen Produktionslinien hängt nicht allein mit der Auswahl der Harze zusammen, sondern auch mit den eingesetzten Trocknungsbedingungen.

Tabelle 4.15: Emissionen der gesamten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) von Papierimprägnierungslinien an einer Anlage für die Produktion von Platten auf Holzbasis ohne Minderungstechniken, aber mit Verwendung von Harzarten mit einem niedrigen Gehalt an freien flüchtigen organischen Verbindungen

D068	TVOC, Durchschnitt (mg/Nm³)	TVOC, Mindestwert und Höchstwert der periodischen Probenahmen (mg/Nm³)	Spezifische Massenbelastung (g TVOC/m² imprägniertes Papier)
Linie 1	34,9	14 - 47	0,38
Linie 2	20	-	0,15
Linie 3	25,4	6 - 33	0,37
Linie 4	12,7	3 - 15	0,15
Linie 5	11,9	9 - 16	0,04
Linie 6	26,3	16 - 32	0,38
'-': Es liegen ke	ine Angaben vor.		

### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Einige Produktpaletten und Sorten von imprägniertem Papier dürften mit einer eingeschränkten Harzauswahl schwer herzustellen sein. Die endgültige Qualität und die Eigenschaften des Produkts werden vom Markt festgelegt und die Harzauswahl steht notwendigerweise mit der Ausgewogenheit zwischen Kosten und Produktleistung in Zusammenhang.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Verhinderung von VOC-Emissionen.

### Beispielanlagen

D068.

### Referenzliteratur

Keine.

### 4.2.6.2 Biofilter

### **Beschreibung**

Ein Biofilter führt den biologischen Abbau der kondensierbaren und nicht kondensierbaren flüchtigen organischen Verbindungen durch, die auf einem Füllkörper mit einer Bakterienkultur adsorbiert werden.

### **Technische Beschreibung**

Der Biofilter besteht aus einer Füllkörpersäule mit Kunststoff-, Keramik- oder anderem Bettmaterial. Die Abgase werden am Boden der Säule eingeleitet und strömen durch das Füllkörpermaterial zum Schornstein. Das Wasser wird kontinuierlich wiederaufbereitet; es wird vom Boden der Säule abgeleitet und zur Spitze der Säule befördert, wo es über die Oberfläche des Füllkörpers gesprüht oder gerieselt wird. Organische Verbindungen werden durch biologische Oxidation abgebaut, wenn sie auf dem Füllkörpermaterial adsorbiert werden.

Die Temperatur im Biofilter sollte innerhalb eines engen Bereichs gehalten werden, um eine stabile und effiziente biologische Aktivität aufrecht zu erhalten. Biofilter brauchen Zeit, um sich zu stabilisieren, bevor die Bakterienkulturen eingerichtet sind und die richtige Betriebstemperatur ermittelt ist. Zum Senken der Temperatur

kann ein Vorwäscher, wie zum Beispiel ein Venturiwäscher oder ein Hydrozyklon eingesetzt werden, der auch dazu dient, etwaigen Staub abzuscheiden. Die Trocknerofen-Emissionen von den Imprägnierungslinien weisen in der Regel einen geringen Staubgehalt auf.

Zur Beibehaltung einer konstant guten Leistung müssen der pH-Wert und die Durchflussmenge im Wasser überwacht und zur Kontrolle interne Probenahmen von Formaldehyd, dem gesamten organischen Kohlenstoff (TOC), dem Chemischem Sauerstoffbedarf (CSB) und dem Gehalt an Gesamtschwebstoffen (TSS) durchgeführt werden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Abbau von flüchtigen organischen Verbindungen in geringer Konzentration durch biologische Oxidation.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Für Biofilter liegen kaum Daten vor und die verfügbaren Daten sind meistens von einer Anlage abgeleitet, die erst vor kurzem einen Biofilter installiert hat. Eine Anlage in Italien hat einen Biofilter zur Minderung von Formaldehyd betrieben, es liegen allerdings keine Daten dazu vor. Dennoch wird die Technik in anderen Industriesektoren eingesetzt. Der Einsatz von Biofiltern und ihre Leistung im Hinblick auf organische Verbindungen kann jedoch mit dem Einsatz von Biowäschern zur Reinigung von Trocknerabgasen und Presseabgasen in Linien zur Produktion von MDF-Platten verglichen werden.

Der gemeldete Gehalt an chlorhaltigen flüchtigen organischen Verbindungen (CVOC) betrug 16 mg/Nm³, mit einer entsprechenden spezifischen Belastung von 0,07 g CVOCs/m² imprägnierten Papiers. Die Messwerte für die Formaldehydkonzentration in den Emissionen lagen zwischen 1 mg/Nm³ und 3 mg/Nm³.

### Medienübergreifende Effekte

- Zur Wiederaufbereitung des Wassers kann der Verbrauch von Chemikalien erforderlich sein.
- Ein vorgelagerter Nasswäscheschritt zur Entstaubung könnte sich als notwendig erweisen.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Damit der Biofilter sehr effizient ist, kann mitunter eine Entstaubung erforderlich sein, bevor die Abgase in den Biofilter einströmen.

### Wirtschaftlichkeit

Es liegen keine Berichte vor.

### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der organischen Verbindungen in Abgasen von Trocknern und Pressen.

### Beispielanlagen

Zwei Anlagen haben einen eigenständigen Biofilter für die Imprägnierungslinien installiert.

#### Referenzliteratur

Keine.

### 4.2.6.3 Beimengung der Trocknerofen-Abgase zu den Hauptreinigungsanlagen

#### **Beschreibung**

Die heißen Abgase aus den Trocknungsöfen können in den Reinigungsanlagen gereinigt werden, mit denen bereits die auf dem Standort vorhandenen organischen Verbindungen behandelt werden.

### **Technische Beschreibung**

Da die Heißgase sehr wenig Staub enthalten, sind Reduzierungssysteme vorzuziehen, die die organischen Verbindungen behandeln und reduzieren.

Biowäscher werden für Abgase von Fasertrocknern eingesetzt und Biofilter für die Abgase von Trockneröfen von der Imprägnierung von Papier, gleichzeitig sind die beiden Techniken im Sektor bisher aber noch nicht eingesetzt

worden. Es wird darauf hingewiesen, dass derzeit auf mindestens zwei Standorten des Sektors ein eigenständiger Biofilter in Betrieb ist, der nur die Abgase von dem Imprägnierungsofen reinigt.

Die Nachverbrennung von Abgasen aus Trocknungsöfen findet nur an wenigen Standorten Anwendung. Der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen wird in der Feuerungsanlage oder in der Mischkammer für Heißgase verbrannt, die für die direkte Trocknung verwendet wird. Es liegen keine Daten zur Effizienz vor, es wird aber davon ausgegangen, dass die Fraktion der flüchtigen organischen Verbindungen bei Temperaturen, wie sie in den Heißgasen vor der Beimengung von Luft typisch sind, problemlos thermisch zerstört wird.

An einem Standort kommt auch die Reinigung in einem Nasselektrofilter zum Einsatz, auch wenn die Fähigkeit des Nasselektrofilters, die organischen Verbindungen zu behandeln, sehr wahrscheinlich begrenzt sein dürfte.

### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Berichte vor.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Nachverbrennung oder Verbrennung von Abgasen von den Trocknungsöfen in einer Feuerungsanlage vor Ort hängt ab von den technischen Einschränkungen der Feuerungsanlage und von der Feuerungstechnik. Staubbrenner oder Gasbrenner, die ausschließlich Heißgase für die direkte Trocknung erzeugen, dürften für die Abgasverbrennung kaum geeignet sein. Für die Verbrennung von Abgasen ist eine ausreichende hohe und stabile Temperatur erforderlich.

### Wirtschaftlichkeit

Es liegen keine Berichte vor.

#### Anlass für die Umsetzung

Es liegen keine Berichte vor.

### Beispielanlagen

Österreich (D003, Nachverbrennung), Spanien (D070, WESP).

### Referenzliteratur

Keine.

### 4.2.6.4 Thermische Oxidation

### **Beschreibung**

Zerstörung organischer Verbindungen durch thermische Oxidation der brennbaren Materialien und Umwandlung aller in den Abgasen vorhandenen Kohlenstoffe in CO<sub>2</sub> und Wasser.

#### **Technische Beschreibung**

Eine technische Beschreibung findet sich auch in Abschnitt 4.2.4.6.

Die regenerative thermische Oxidationsanlage (RTO-Anlage) nutzt einen Keramikfüllkörper in der Kammer, während die katalytische thermische Oxidationsanlage (KTO-Anlage) ein katalytisches Material im Füllkörper nutzt. Die Verbrennungstemperatur in der RTO-Anlage erreicht 800 - 1100 °C, die regenerative katalytische Oxidationsanlage (RCO-Anlage) bei niedrigeren Temperaturen von 400 - 700 °C betrieben wird.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Zerstörung flüchtiger organischer Verbindungen und Beseitigung von Gerüchen.

### Umweltleistungsdaten

Im Sektor werden sowohl RTO-Anlagen als auch CTO-Anlagen eingesetzt. Die Daten von vier Anlagen, die thermische Oxidation einsetzen, sind dargestellt in Tabelle 4.16 für die Reinigung von Abgasen von Trocknungsöfen für die Papierimprägnierung.

Tabelle 4.16: Emissionen organischer Verbindungen aus mit thermischer Oxidation gereinigten Trocknungsöfen für Papierimprägnierungslinien

ID- Num- mer der Anlage	TVOC (mg/Nm³)	Formaldehyd (mg/Nm³)	Spezifische Massenbelastung (g TVOC/m² imprägniertes Papier)	Minderungstechnik	
D003	7 - 17	1 - 8,8	0,07 - 0,19	Katalytische thermische Oxidationsanlage	
D063	26	-	0,07	Katalytische thermische Oxidationsanlage	
D094	4,6	0,7	-	Regenerative thermische Oxidationsanlage	
D077	Chlorhaltige flüchtige organische Verbindungen (CVOC) 3,2 - 34,7	1,6 - 4,1	0,008 - 0,17	Regenerative thermische Oxidationsanlage (2011 außer Betrieb genommen)	
'-': Es lieger	'-': Es liegen keine Angaben vor.				

Den eingegangenen Meldungen zufolge liegen die für die gesamten flüchtigen organischen Verbindungen erzielten Emissionswerte zwischen 7 mg/Nm³ und 35 mg/Nm³, während die Formaldehydwerte zwischen 0,7 mg/Nm³ und 8,8 mg/Nm³ liegen.

### Medienübergreifende Effekte

Hoher Energieverbrauch.

Laut den Meldungen ist die Bildung von NO<sub>X</sub> möglich und sollte geprüft werden, in ähnlicher Weise führt eine unzureichende Oxidation zu erhöhten CO-Werten.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Eine regenerative Nachverbrennungsanlage (RTO bzw. RNV) oder eine katalytische Nachverbrennungsanlage (CTO) sind zwar grundsätzlich einsetzbar, wirtschaftliche Einschränkungen und Energieeinschränkungen können bei der Wahl dieser Technik jedoch eine entscheidende Rolle spielen.

Um eine hohe Energieeffizienz zu erhalten, muss die Rückgewinnung der Wärmeenergie in den gereinigten Abgasen in Erwägung gezogen werden.

### Wirtschaftlichkeit

Für den Einsatz der thermischen Oxidation bei der Papierimprägnierung wurden keine spezifischen wirtschaftlichen Daten erhalten.

#### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung der Emissionen an flüchtigen organischen Verbindungen und der Formaldehydemissionen.

### Beispielanlagen

Derzeit betreiben mindestens drei Anlagen eine RTO- oder eine CTO-Anlage.

#### Referenzliteratur

[101, EPA 1999], [102, EPA (US) 2003].

### 4.2.7 Techniken zur Reduzierung diffuser Emissionen

## 4.2.7.1 Umsetzung von Maßnahmen einer guten Betriebspraxis, um diffuse Staubemissionen vom Holzlagerplatz auf ein Mindestmaß zu reduzieren

### **Beschreibung**

Regelmäßige Reinigung der internen Transportwege, des Holzlagerplatzes und der Fahrzeuge, mit denen Holzrohstoffe geliefert werden, durch mechanisches Kehren.

Berieselung der Stapel staubanfälliger Materialien und Transportwege mit Wasser.

### **Technische Beschreibung**

Die regelmäßige Reinigung der Transportwege, der Lagerbereiche und der Fahrzeuge ist Bestandteil der Maßnahmen einer guten Betriebspraxis.

An den Standorten werden während der Trockenperioden manuelle oder klimaangepasste automatische Berieselungsanlagen eingesetzt, die auch das aufgefangene Regenwasser oder das abfließende Oberflächenwasser nutzen können. Die Berieselung wird außerdem eingesetzt, um die Feuchtigkeit in den Baumstämmen auf einem ausreichenden Wert zu halten, beispielsweise über 50 %, um biologischen Abbau zu verhindern.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Durch die regelmäßige Reinigung des Geländes und der Räumlichkeiten werden die Staubemissionen auf ein Mindestmaß reduziert. Ein zusätzlicher Nutzen entsteht in einer geringeren Belastung des Oberflächenabflusswassers mit Holzstaub, wodurch die Aufbereitung des aufgefangenen Wassers erleichtert wird.

Durch eine kontrollierte Wasserberieselung werden durch Winddrift erzeugte diffuse Emissionen reduziert.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es wurden keine spezifischen Informationen erhalten.

### Medienübergreifende Effekte

- Bei der Reinigung kann Staub mobilisiert und in die Umgebungen verteilt werden.
- Zusätzlicher Wasserverbrauch und erhöhtes Wasserablassvolumen, wenn Berieselung auf dem Holzlagerplatz eingesetzt wird. Das ist nur relevant, wenn unnötigerweise zusätzliches Wasser verwendet wird.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Berieselung ist an Standorten mit gepflasterten Flächen mit Auffangen des abfließenden Oberflächenwassers allgemein anwendbar.

### Wirtschaftlichkeit

Nicht relevant.

### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung diffuser Emissionen von dem Holzlagerplatz während trockener und windiger Zeiträume.

### Beispielanlagen

Regelmäßige Reinigungen werden im gesamten Sektor eingesetzt.

#### Referenzliteratur

Keine.

## 4.2.7.2 Reduzierung diffuser Emissionen aus der Beförderung von Holzrohstoffen auf ein Mindestmaß

#### **Beschreibung**

Einsatz geschlossener mechanischer Förderbänder und pneumatischer Förderer für die Beförderung von staubanfälligen Materialien, um diffuse Emissionen zu verhindern oder zu reduzieren.

### **Technische Beschreibung**

Pneumatische Förderanlagen für Holzrohstoffe verwenden Niederdruck- oder Hochdrucksysteme und befördern bis zu 100 t/h an Holzhackschnitzeln. In Niederdruckförderanlagen werden Lüfter für die Beförderung des Materials vom Trockner oder von und zu Lagersilos eingesetzt.

### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung diffuser Emissionen von Holzrohstoffen.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es wurden keine Informationen erhalten.

### Medienübergreifende Effekte

Verbrauch von Energie.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Zur Reinigung der Umluft von der pneumatischen Beförderungsanlage sollte ein Staubabscheider eingesetzt werden.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Zur Reduzierung der Verbreitung diffuser Staubemissionen in die Umgebungen des Standorts.

### Beispielanlagen

Die meisten Anlagen entscheiden sich für kombinierte Beförderungslösungen, um diffuse Emissionen und den Verlust von Holzrohstoffen auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

### Referenzliteratur

Keine.

## 4.2.7.3 Nähere Bestimmung flüchtiger Emissionen mit der Quelltermrückrechnung (englisch Reverse Dispersion Modelling, RDM)

### **Beschreibung**

Die Quelltermrückrechnung ist eine Methode zur näheren Bestimmung der fiktiven Emissionsrate diffuser Staubemissionen von einer Produktionsstätte für Platten auf Holzbasis in die Atmosphäre. Dieses Verfahren wird in der Norm EN 15445:2008 beschrieben.

### **Technische Beschreibung**

Flüchtiger Staub wird nicht in einer festen Durchsatzrate abgegeben und der abgegebene Staub wird in der Luft zerstoben. In vielen Fällen tragen verschiedene Staubquellen zur Staubkonzentration an einer Probenahmestelle bei. In den Berechnungen sollten alle diffuse Quellen, wie zum Beispiel verwehter Staub von Holzstapeln auf einem Holzlagerplatz, Staub von dem Umschlag der Holzrohstoffe im allgemeinen sowie diffuser Staub von den Fertigungsgebäuden, berücksichtigt werden.

Bei den im Modellierungsszenario angestellten Berechnungen werden Felddaten von dem Standort berücksichtigt, wie zum Beispiel Anzahl, Höhen und Breiten der diffusen Staubquellen, meteorologische Informationen und Probenahmestellen.

Die Quelltermrückrechnung ist ein Tool, mit dem Verbesserungen bei der Minimierung diffuser Staubemissionen festgelegt und verwaltet werden können.

### **Erzielte Umweltnutzen**

Die Quelltermrückrechnung ist ein Tool, mit dem der Standort die wichtigsten Staubemissionsquellen ermitteln und die Informationen zur Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Emissionen nutzen kann. Die ergriffenen Maßnahmen zielen darauf ab, als Teil des Umweltmanagementsystems für die Anlage eine gute Betriebspraxis und entsprechende Verbesserungsmaßnahmen einzusetzen.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es liegen keine Berichte vor.

### Medienübergreifende Effekte

Es wurden keine medienübergreifende Effekte registriert.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Methode kann weder zur Eindämmung der Staubemissionen von einem Standort noch zu einem Vergleich der flüchtigen Emissionen aus diffusen Quellen von zwei oder mehr Standorten verwendet werden.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Erstellung des anfänglichen Quelltermrückrechnungsmodells und die regelmäßigen Folgemaßnahmen dürften mit anderen Untersuchungen oder Statusberichten vergleichbar sein, die an einem Industriestandort regelmäßig erstellt werden.

### Anlass für die Umsetzung

Ermittlung möglicher Verbesserungen für die Eindämmung diffuser Staubemissionen als Teil des Umweltmanagementsystems.

### Beispielanlagen

Nicht angegeben.

#### Referenzliteratur

EN 15445:2008.

# 4.3 Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen in Wasser

Abwasser ist Wasser, das aus einer beliebigen Kombination von Wasser besteht, das von Wohngebäuden, Industriegebäuden und Gewerbegebäuden abgeleitet wird, aus Oberflächenabflusswasser und aus gelegentlich freigesetztem Fremdwasser jeglicher Art.

Auch wenn die Emissionen in Wasser für die meisten Produktionsprozesse in der Branche in der Regel niedrig sind, gibt es einige Tätigkeiten, bei denen die Emissionen in Wasser kontrolliert werden müssen. In Abschnitt 0 sind die folgenden wesentlichen potenziellen Quellen ermittelt worden:

- Prozesswasser von der Zerfaserung und der Faserproduktion;
- Oberflächenabflusswasser und Entwässerung vom Holzlagerplatz und anderen Außenbereichen mit Holzverarbeitungstätigkeiten.

Die Abflüsse zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an holzbasierten Feststoffen aus, was zu hohen Werten für TSS, CSB und BSB5 führt, während andere Schadstoffe, wie zum Beispiel Ammonium, Nitrate und die gesamten Kohlenwasserstoffe unter spezifischen Umständen in den Abflüssen vorhanden sein könnten.

Es sind die folgenden weniger bedeutenden beisteuernden Ströme ermittelt worden, die behandelt werden sollten:

- für die Reinigung der Anlage genutztes Wasser;
- Wasser der Nassabscheider;
- Leckagen und Lecks von gelagerten Chemikalien;
- Leimwasser.

Letztendlich kann es auch Unterschiede zwischen Prozesswasserströmen oder Abwasserströmen von Anlagen geben. Der Umgang mit und die Ableitung von Haushaltsabwasser von Büros und Hilfstätigkeiten sind nicht berücksichtigt worden. Diese Punkte dürften jedoch für alle Industriestandorte branchenübergreifend gleich sein und sind Gegenstand der vorhandenen Fachliteratur über die Sammlung, Handhabung und Behandlung von Abwasser.

## 4.3.1 Primäre Techniken zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen in Wasser

### 4.3.1.1 Minimierung der Schadstoffbelastung in gesammelten Abwasserströmen

#### **Beschreibung**

Versiegelung der Oberfläche des Holzlagerplatzes mit Pflastersteinen, Beton oder Asphalt und die Abtrennung von Rohholzlagerbereichen und Außenbereichen zur Holzverarbeitung und anderen Bereichen mit zusätzlichem Umweltverschmutzungspotenzial.

Das Oberflächenabflusswasser von dem Abwasser aus der Holzfaserproduktion wird separat für die Durchführung einer separaten Aufbereitung gesammelt.

### **Technische Beschreibung**

Sand und Erde sind im Holzrohstoff unerwünscht, da sie eine strengere Reinigung erfordern und sowohl im Hinblick auf zusätzliche Reinigungen als auch im Hinblick auf Verschleiß und Abnutzung des Refiners zu einem höheren Energiebedarf im Spanvorbereitungsverfahren erfordern .

Durch die Pflasterung des Holzlagerplatzes wird der direkte Kontakt mit dem Boden verhindert und die Sammlung des Wassers vom Holzlagerplatz erleichtert. Das von einem gepflasterten Holzlagerplatz gesammelte Oberflächenabflusswasser trägt eine geringere Fracht an Gesamtschwebstoffen aus Sand und Erde, wodurch sich auch eine niedrigere Verschmutzungslast ergibt. Das gesammelte Oberflächenabflusswasser enthält immer noch

hohe Mengen an Holzmaterialien, insbesondere dann, wenn andere Materialien als Rundholz oder Baumrinde gelagert werden, und dieser Holzgehalt muss reduziert werden, bevor das Wasser abgelassen wird.

Die Trennung und die separate Aufbereitung des Oberflächenabflusswassers und des Abwassers aus der Holzfaserproduktion könnte sich als nützlich erweisen, weil die Oberflächenabflüsse in einfachen Absetzbecken problemlos behandelt werden können.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

- Die Holzrohstoffe werden von Sand und Steinen sauber gehalten.
- Reduzierung der Schadstoffbelastung von gesammeltem Oberflächenabflusswasser und Abwasser von der Holzfaserproduktion.
- Verhinderung von Versickerung in den Boden.
- Effiziente Wassersammlung.
- Behandlung von Oberflächenabflusswasser unterschiedlicher Qualität.
- Reduzierung der Versickerung von potenziell kontaminiertem Oberflächenabflusswasser von dem Holzlagerplatz in den Boden und ins Grundwasser.
- Individuelle Behandlung der Prozesswasser-, Kühlwasser- und Reinigungswasserströme unterschiedlicher Qualität.

### Umweltleistung und betriebliche Daten

Abgesehen von den oben genannten offensichtlichen Umweltvorteilen liegen keine Daten über die tatsächlichen Auswirkungen der Versiegelung von Holzlagerflächen im Vergleich zu Holzlagerflächen ohne Versiegelung vor.

Die Abwasseraufbereitung kann durch die Sammlung von Abwasser aus separaten kleineren Sammelbereichen mit hohen CSB/BSB5-Belastungen optimiert werden.

### Medienübergreifende Effekte

Durch Pflasterung wird die Wassermenge erhöht, die in das Oberflächenwasser abgeleitet wird.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die örtliche Empfindlichkeit der aufnehmenden Umgebung könnte eine Einschränkung für eine direkte Ableitung sein und in diesem Fall müsste das gesammelte Wasser behandelt werden.

Was die Trennung und separate Behandlung des Oberflächenabflusswassers und des Abwassers von der Holzfaserherstellung betrifft, kann die Anwendbarkeit bei bestehenden Anlagen wegen der Konfiguration der bestehenden Entwässerungsinfrastruktur eingeschränkt sein.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Investitionen beinhalten auch die Kosten für die Pflasterung. Die Wartungskosten sind niedrig.

### Anlass für die Umsetzung

Zur Reduzierung der Schadstoffbelastung im gesammelten Oberflächenabflusswasser von Außenbereichen.

### Beispielanlagen

Der Großteil der Anlagen zur Herstellung von Platten auf Holzbasis verfügt auf den meisten Holzlagerplätzen an den Standorten über Pflasterungen.

#### Referenzliteratur

Keine.

### 4.3.1.2 Rückführung von Prozessabwasser aus der Holzfaserherstellung

### **Beschreibung**

Rückführung von Wasser aus dem Refiner, der Kochstufe und der Hackschnitzelwaschanlage durch die zwischengeschaltete physikalische Beseitigung von Feststoffen.

### **Technische Beschreibung**

Das Prozessabwasser aus der Holzfaserherstellung kann durch einfaches Sieben und durch Dekantieren filtriert werden. Das Wasser kann anschließend direkt zur Hackschnitzelwaschstufe zurückgeführt werden. Der Schlamm besteht hauptsächlich aus Holzspänen und kann direkt als Brennstoff genutzt werden, vor allem, wenn Schneckenpressen eingesetzt werden, um die überschüssige Flüssigkeit zu beseitigen. Der Schlamm kann zusätzlich als Holzrohstoff für die Spanplattenherstellung genutzt werden.

Zwischen der Kochstufe, bei der die Holzhackschnitzel mit Dampf aufgeweicht und gekocht werden, und dem Refiner wird mit einer Stopfschnecke Wasser aus den Spänen entfernt. Die Wasserphase kann während der Zerfaserung als Beimengung in die Refinerscheibe gegeben werden oder unmittelbar nach dem Einströmen in die Blasleitung. Das restliche konzentrierte Wasser kann weiter innerhalb des Prozesses behandelt werden, beispielsweise durch Verdampfung, Flotation oder Druckentspannungsflotation.

Das Umlaufwasser in Nassabscheidern enthält Staub und organische Verbindungen. Nasselektrofilter und Biowäscher im allgemeinen verfügen über prozessintegrierte Anlagen zur Beseitigung von niedergeschlagenem Holzstaub aus dem Wasser durch einfache Sedimentation und Schneckenpumpen oder durch Druckentspannungsflotation oder Koagulation/Ausflockung.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

- Niedrigerer Wasserverbrauch.
- Geringere Abwasserabflüsse, die behandelt werden müssen.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es wurden keine Daten über die Leistung bzw. über die Abscheidegrade gemeldet.

Ein Lieferant machte die folgenden Angaben zu den Abscheidegraden vor dem Kochen: ≥ 92 % bei TSS und ≥ 80 % bei CSB.

### Medienübergreifende Effekte

Der erzeugte Schlamm muss behandelt werden.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Es liegen keine Berichte vor.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine anlagenspezifische Informationen oder Daten eingereicht.

Ein Lieferant gab die folgenden Kennzahlen für eine Druckentspannungsflotationsanlage an, in der Prozesswasser vom Kochen der Holzspäne vor dem Zerfasern behandelt wird:

Kapazität: 10 m³ Prozesswasser/h; Investitionskosten:  $\sim 250.000$  EUR; Betriebs und Wartungskosten:  $\sim 78.000$  EUR; niedriger Frischwasserverbrauch; Energie: 700 W/m³

Ein Lieferant gab die folgenden Kennzahlen für eine Druckentspannungsflotationsanlage an, in der Waschwasser und Reinigungswasser aus einem Nasselektrofilter behandelt werden:

Kapazität:  $10~\text{m}^3$  Prozesswasser/h; Investitionskosten:  $\sim 180.000~\text{EUR}$ ; Betriebs- und Wartungskosten:  $\sim 45.000~\text{EUR}$ ; niedriger Frischwasserverbrauch; Energie:  $250~\text{W/m}^3$ 

### Anlass für die Umsetzung

- Zur Behandlung von Prozesswasser am Ort der Entstehung, um den Betrieb einer umfassenden Abwasseraufbereitungsanlage am Standort zu vermeiden.
- Reduzierung des Wasserverbrauchs beim Zerfasern.
- Reduzierung des Wasserverbrauchs für Nassabscheider und zur Aufrechterhaltung eines hohen Staubabscheidewirkungsgrads.

### Beispielanlagen

Prozessinterne Filtrationsschritte auf Refiner-Ebene werden weithin eingesetzt.

Bei neueren Anlagen gehören ein Nasselektrofilter, eine prozessintegrierte Druckentspannungsflotationsanlage oder eine Dekantierungsanlage, gefolgt von Schneckenpressen usw. zur Standardausrüstung.

#### Referenzliteratur

Keine.

### 4.3.2 Behandlung von Oberflächenabflusswasser

Gesammeltes Wasser von Oberflächenabflüssen von Außenbereichen zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an Feststoffen aus, weshalb die Trennung der suspendierten Feststoffe aus dem Wasserstrom weit verbreitet ist. Die behandelten Techniken sind größtenteils physikalische Trennungstechniken:

- Siebe zum Entfernen grober Feststoffe, gefolgt von entweder:
- Sedimentation in Sandfängen, Absetzbecken und gefolgt von einem Rückhaltebecken, um absetzbare Feststoffe zu beseitigen, dem gegebenenfalls eine Ölabscheidung vorgelagert wird oder
- Filtration und Abbau in einer Pflanzenkläranlage.

Das behandelte Oberflächenabflusswasser wird entweder direkt in einen Vorfluter abgeleitet oder zur weiteren Behandlung in eine Abwasseraufbereitungsanlage. An einigen Anlagen wird auch Versickerung in den Boden eingesetzt.

### 4.3.2.1 Vorbehandlung: Sieben (Gitter- und Feinsieben)

### **Beschreibung**

Durch physikalisches Sieben mit Gitter- und Feinsieben werden grobe Feststoffe durch Interzeption aus dem Abwasser entfernt. Sieben ist der grundlegende Trennungsschritt, der an allen Standorten für die Vorbehandlung sowohl von Oberflächenabflusswasser als auch von Prozesswasser (beispielsweise vom Zerfasern) eingesetzt wird.

### **Technische Beschreibung**

Physikalisches Sieben mit Gitter- und Feinsieben kann mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Ausrüstungen durchgeführt werden. Zu den Siebtechniken, die für die Behandlung von Oberflächenabflusswasser eingesetzt werden, gehören geneigte oder gebogene Siebe oder Trommelspaltsiebe. Gebogene Siebe müssen regelmäßig gereinigt werden, um das angesammelte Material zu beseitigen. Trommelspaltsiebe bestehen aus einem Zylinder, der in einem Durchflusskanal rotiert, in dem Partikel je nach der Durchflussrichtung entweder auf der Außenfläche oder auf der Innenfläche des Zylinders gesammelt werden. Die gesammelten Materialien auf dem Sieb werden kontinuierlich beseitigt und das Sieb wird manchmal mit Wasser besprüht, um es sauber zu halten.

Zentrifugen oder Rotationsscheibensiebe, die Feststoffe einschließlich Splitt und Sand beseitigen, werden als Vorbehandlungsschritte vor der Behandlung in einer Abwasseraufbereitungsanlage eingesetzt. Durch die Beseitigung des Splitts wird die Ausrüstung in der Abwasseraufbereitungsanlage vor Abrieb geschützt. Durch die Reduzierung des Feststoffgehalts wird auch die Menge der Feststoffe reduziert, die später durch Ausflockung oder Sedimentation entfernt werden müssen. Rotationsscheibensiebe können sehr feine absetzbare Feststoffe beseitigen und können als Alternative zu einem Absetz- oder Sedimentationsbecken eingesetzt werden.

Das gesiebte Material, insbesondere von der Vorbehandlung des Abwassers aus der Fasererzeugung, wird vor der weiteren Behandlung mithilfe von Schneckenpressen oder Bandpressen entwässert.

### **Erzielte Umweltnutzen**

Aus dem gesammelten Abwasser werden grobe Partikel, Splitt und absetzbare Feststoffe entfernt.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Gitter- oder Feinsieben ist ein Vorbehandlungsschritt vor anderen primären Abwasseraufbereitungsschritten, auch wenn keine Daten zum Nachweis der Wirksamkeit bei der Behandlung von Oberflächenabflusswasser vorliegen. Das Gittersieb soll große und grobe Materialien beseitigen, durch die die nachgelagerte Behandlung gestört werden könnte. Die Beseitigungseffizienz liegt bei nahezu 100 % für die Größe der Holzmaterialien, die ein Sieb

abfangen soll. Die gesamten suspendierten Schwebstoffe (TSS) können erheblich reduziert werden, wohingegen BSB5 und CSB weniger reduziert werden.

### Medienübergreifende Effekte

Das gesiebte Material muss vor der Handhabung je nach seinem Gehalt unter Umständen weiter behandelt werden.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Keine angegeben.

### Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für gebogene Siebe sind gering und erfordern in der Regel nur passive Ausrüstungen; Trommelspaltsiebe oder Zentrifugen beispielsweise sind dagegen mit höheren Investitionskosten verbunden und müssen mit Strom betrieben werden. Die Wartungskosten sind niedrig.

### Anlass für die Umsetzung

Zur Beseitigung grober Partikel vor der weiteren Behandlung.

### Beispielanlagen

Alle Standorte, die Oberflächenabflusswasser behandeln, setzen Gittersiebe als primäre Vorbehandlung ein.

### Referenzliteratur

[22, TWG 2012]

#### 4.3.2.2 Sedimentation in Rückhaltebecken und Absetzbecken

#### **Beschreibung**

In Rückhaltebecken oder Absetzbecken werden gröbere Materialien durch passive Sedimentation zurückgehalten.

### **Technische Beschreibung**

Das gesammelte Oberflächenabflusswasser vom Holzlagerplatz wird durch ein Rückhaltebecken oder ein Absetzbecken geleitet, damit sich grobe Holzmaterialien, Steine, Sand und Splitt absetzen können. Das gesammelte und gefasste Oberflächenabflusswasser wird in der Regel in einem Fein- oder Gittersieb vorbehandelt, indem größere Steine und Holzstücke entfernt werden.

Der Boden des Rückhaltebeckens ist aus einem undurchlässigen Material gebaut, um zu verhindern, dass Wasser mit einem hohen TSS-Wert in den Boden sickert. Die undurchlässige Bodenschicht kann aus einer künstlichen oder natürlichen Barriere aus kaum durchlässigem Lehm oder als Alternative aus einer Membran aus Hochleistungskunststoff bestehen. Das Rückhaltebecken ist so bemessen, dass der Spitzenstrom der Ableitungen in den Vorfluter oder in die nachgelagerte Abwasseraufbereitungsanlage kontrolliert werden kann und eine ausreichende Verweilzeit gewährleistet wird, damit sich die groben Materialien absetzen können. Es können mehrere Rückhaltebecken hintereinander eingesetzt werden, um Spitzenableitungen besser einzudämmen und die Sedimentation suspendierter Feststoffe zu verbessern. Vor dem Rückhaltebecken können auch Sandfänge und kleinere Absetzbecken eingesetzt werden. Die sedimentierten Materialien werden im Einklang mit der bemessenen Verweilzeit des Rückhaltebeckens regelmäßig entfernt.

Auch wenn im Rückhaltebecken ein gewisses Maß an biologischer Aktivität stattfinden kann, liegen keine Daten vor, die belegen, dass Rückhaltebecken alleine eine spezifische Leistung bei dem Abbau organischen Materials im Wasser oder im sedimentierten Material aufweisen.

Ein Absetzbecken funktioniert auf die gleiche Weise, fasst aber ein kleineres Volumen und hat eine geringere Rückhaltezeit.

In vielen Fällen wird als Vorbehandlung eine Ölabscheidung durchgeführt. Bei den eingesetzten Ölabscheidern (OWS) handelt es sich in der Regel um Standard-Schwerkraftabscheider. Standard-Schwerkraftabscheider sind Bauwerke für die Speicherung von Flüssigkeiten, die eine ausreichende hydraulische Verweilzeit bieten, damit

Öltropfen an die Oberfläche steigen können. Das Öl bildet eine separate Schicht, die dann durch Abschöpflöffel, Pumpen oder mit anderen Methoden entfernt werden kann. Der Auslass ist unter dem Ölniveau angeordnet, damit Wasser, das den Abscheider verlässt und in das Rückhaltebecken/Absetzbecken fließt, frei von Öl ist.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Ein Rückhaltebecken ermöglicht die Beseitigung von Feststoffen und Holzschmutz aus Oberflächenabflusswasser von Holzlagerplätzen und verhindert durch die Kontrolle der Ableitungsspitzenlasten eine Überlastung der Vorfluter oder nachgelagerten Abwasseraufbereitungsanlagen.

Absetzbecken bieten eine Vorbehandlung, bei der absetzbare Feststoffe, Holzschmutz und Splitt sedimentiert werden.

Ölabscheider scheiden Öl vom Abwasser ab und reduzieren die Ableitung von Öl und Kohlenwasserstoffen in Vorfluter.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Wenn das Rückhaltebecken ausreichend groß ist, ändert sich die Abflusskonzentration im Laufe der Zeit nicht merklich, weil dann die durch heftige oder plötzliche Regenfälle nach Zeiten ohne Niederschläge verursachten Spitzeneinlassströme durch das Volumen ausgeglichen werden. Aus diesem Grund wird die Wirksamkeit des Rückhaltebeckens durch den Emissionswert genau beschrieben. Die Überwachung wird meistens durch einzelne Probenahmen durchgeführt, die von dem unregelmäßigen Durchfluss abhängen und davon, ob sich die Konzentration im Laufe der Zeit nicht oder sehr stark ändert.

Die Emissionswerte für die wichtigsten analysierten Parameter des in die Vorfluter abgeleiteten Oberflächenabflusswassers sind in Tabelle 4.17 angeführt. Nicht alle Parameter werden an allen Anlagen überwacht.

	8	· ·
Parameter	Ablass in Vorfluter, durchschnittlicher Emissionswert (mg/l)	Bemerkungen
TSS	9 - 29	6 Anlagen
BSB <sub>5</sub>	2,3 - 14	4 Anlagen
CSB	18 - 122	6 Anlagen
NH4-N	1, 2	2 Anlagen
TN	15-115	3 Anlagen

Tabelle 4.17: Emissionswerte im Zusammenhang mit der Sedimentation/Ölabscheidung

Die Differenz in den festgestellten Emissionswerten ist einer Kombination der folgenden Gründe geschuldet:

• Eingangslast des kontaminierten Wassers;

Hinweis: Daten von D015, D017, D039-a, D065-a, D068, D070, D086.

- Verweilzeit;
- lokale Genehmigungsbedingungen, die die Empfindlichkeit des Oberflächenwassers widerspiegeln.

Aus den für die Branche erhaltenen Emissionsdaten konnte die tatsächliche Abscheideleistung nicht abgeleitet werden. Die gemeldeten Schätzwerte liegen für TSS bei rund 50–80 %.

Der Betrieb des Rückhaltebeckens wird durch eine ordnungsgemäße Instandhaltung erzielt, zu der auch die folgenden Tätigkeiten gehören:

Tägliche Kontrollen der Siebe, des Ölabscheiders, der Eindämmungen des Rückhaltebeckens und der Abflussstelle. Durch tägliche Kontrollen der Siebe auf Verstopfungen oder Blockierungen mit größeren Fragmenten und Kontrollen der Bauwerke auf Unversehrtheit sowie Kontrollen der Pumpen wird ein Überlaufen der Becken verhindert. • Sichtprüfung des Ablagerungsniveaus und Beseitigung des Sediments, bevor die Verweilzeit zu kurz wird und zu unvorhergesehenen Überflüssen von unbehandeltem Wasser führt.

### Medienübergreifende Effekte

Die sedimentierten Materialien haben die Eigenschaften von Schlamm und müssen nach ihrer Beseitigung aus dem Rückhaltebecken weiter behandelt oder entsorgt werden.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Rückhaltebecken sind für die Rückhaltung und Abscheidung von Feststoffen, beispielsweise von gesammeltem Oberflächenabflusswasser allgemein anwendbar. Ein Rückhaltebecken wird als einfaches, aber wirksames Mittel zur Abscheidung von Feststoffen angesehen.

Rückhaltebecken sind nicht anwendbar für die Behandlung komplexerer Abwasserströme, die eine anspruchsvollere Behandlung erfordern als Sedimentation alleine.

Je nach den lokalen Qualitätsanforderungen an die endgültige Ableitung vom Standort zum Vorfluter oder zur weiteren Aufbereitung außerhalb des Standorts kann es sein, dass die Sedimentation nicht ausreicht, um die vorgeschriebenen CSB- und TOC-Werte zu erzielen.

Rückhaltebecken nehmen ziemlich große Flächen des Außenbereichs ein und Rückhaltebecken können nicht eingesetzt werden, wenn keine ausreichend große Flächen zur Verfügung stehen.

### Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für die Einrichtung von Rückhaltebecken und für den dazugehörenden Anschluss an die Entwässerung sind in Abhängigkeit vom Zustand des Gebiets, auf dem das Becken eingerichtet werden soll und vom Zugang zu Holzrohstoffen, wenn es oberirdisch gebaut wird, unterschiedlich hoch. Die Betriebs- und Wartungskosten hängen auch davon ab, ob Pumpen benötigt werden, von der Frequenz, mit der sedimentierte Materialien beseitigt werden und von der Ausrüstung, die für die Regelung der Durchflussmenge gebraucht wird.

### Anlass für die Umsetzung

Der wichtigste Anlass für die Umsetzung ist die Behandlung des Oberflächenwassers mit hoher Gesamtschwebstofffracht auf kontrollierte Weise, um die Belastung der Vorfluter oder der Abwasseraufbereitungsanlagen außerhalb des Standorts zu reduzieren.

Die Notwendigkeit großer Mengen an jederzeit verfügbarem Löschwasser macht Rückhaltebecken wünschenswert.

### Beispielanlagen

Rückhaltebecken und kleinere Absetzbecken werden in der gesamten Branche zur Behandlung von Oberflächenabflusswasser eingesetzt.

### Referenzliteratur

[54, EIPPCB 2012], [55, EIPPCB 2012], [99, US EPA 1999].

#### 4.3.2.3 Sandfilter

#### **Beschreibung**

Sandfilter beseitigen feine suspendierte Feststoffe nach einer anfänglichen Sedimentation der gröberen Feststoffe und Materialien.

### **Technische Beschreibung**

Sandfilter können als zweiter Schritt für die Beseitigung suspendierter Feststoffe aus Oberflächenabflusswasser von dem Holzlagerplatz und von anderen Außenbereichen eingesetzt werden. Der erste Schritt ist ein Rückhaltebecken bzw. eine Sedimentationskammer für die Sedimentation größerer Feststoffe und

Schmutzpartikel. Sandfilter werden in Kombination mit Sedimentation oder Flotation außerdem als Filtrationsschritt für die Behandlung von Prozesswasser eingesetzt.

Der Sandfilter filtert suspendierte Feststoffe, die BSB<sub>5</sub>-Fracht und senkt dadurch den Gesamtwert für den CSB. Der Sandfilter wird durch Rückspülung in die Sedimentationskammer oder zu einer separaten Sammelstelle gereinigt.

Das Filtermaterial kann aus Sand und Steinen oder aus Torf bestehen, der außerdem den Abbau der organischen Materialien, wie zum Beispiel suspendierte Feststoffe auf Holzbasis, begünstigt.

### **Erzielte Umweltnutzen**

Suspendierte Feststoffe und die BSB<sub>5</sub>-Fracht werden durch richtig bemessene Sandfilter effektiv beseitigt, wodurch die CSB-Werte in dem behandelten Oberflächenabflusswasser und in Prozesswasser gesenkt werden. Im Filtermaterial kann es außerdem in einem gewissen Maß zu biologischem Abbau kommen.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Der Großteil der Anlagen sammelt und behandelt zwar Oberflächenwasser, nur wenige Anlagen haben aber den speziellen Einsatz von Sandfiltern gemeldet.

Sandfilter werden weithin für die Behandlung von leicht kontaminiertem Wasser, wie zum Beispiel Oberflächenabflusswasser, eingesetzt und sind auch in anderen Branchen als letzte Filtrations- und Trennstufe vor der Wasserableitung gut dokumentiert.

Die gute Leistung des Sandfilters wird durch eine ordnungsgemäße Instandhaltung erzielt, zu der auch die folgenden Tätigkeiten gehören:

- Tägliche Kontrollen der Siebe, des Ölabscheiders, der Sedimentationskammer/des Rückhaltebeckens, der Sandfilterkammer und der Abflussstelle. Durch tägliche Kontrollen der Siebe auf Verstopfungen oder Blockierungen mit größeren Fragmenten und Kontrollen des Filterbettzustands sowie Kontrollen der Pumpen wird ein Überlaufen verhindert.
- Instandhaltung des Filters durch Beseitigung größerer Fragmente und Schmutzpartikel auf der Oberfläche des Filters.
- Sichtkontrolle des Sandfilters zur Kontrolle der Rinnen im Filtermaterial, durch die andernfalls die Filtereffizienz und die hydraulische Verweilzeit merklich reduziert werden.
- Regelmäßiger Austausch der Filtermedien, wie zum Beispiel für Rückspülung.

### Medienübergreifende Effekte

Der von der Rückspülung der Sandfiltermaterialien resultierende Schlamm muss gesammelt und entweder zusammen mit dem sedimentierten Material aus dem Rückhaltebecken und der Sedimentationskammer oder aber separat entsorgt werden.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Sandfilter sind zum Abfangen und Trennen von Feststoffen aus dem gesammelten Oberflächenabflusswasser von Holzlagerplätzen und aus Prozesswasserquellen mit ausschließlich suspendierten Feststoffen allgemein anwendbar. Sandfilter haben einen geringen Platzbedarf und können bei den meisten Standorten untergebracht werden.

Sandfilter alleine sind für die Behandlung komplexerer Abwasserströme nicht ausreichend.

Je nach den lokalen Qualitätsanforderungen an die endgültige Ableitung vom Standort zum Vorfluter oder zur weiteren Aufbereitung außerhalb des Standorts kann es sein, dass Sandfilter in Kombination mit einer Sedimentationskammer nicht ausreichen, um die vorgeschriebenen CSB- und TOC-Werte zu erzielen.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für die Einrichtung eines Sandfilters hängen von dem Modell des gewählten Sandfilters ab. Sandfilter können aus offenen oberirdischen Becken, unterirdischen Gewölbesandfiltern oder anderen Modellen bestehen,

die allesamt Standardbaueinheiten sind, die für die Behandlung von Regenwasser auf Industriestandorten weithin eingesetzt werden.

Die Betriebs- und Wartungskosten hängen auch davon ab, ob Pumpen benötigt werden, von der Rückspülungsfrequenz der Filter, von der Handhabung des resultierenden Schlamms, von der Menge des hinzugefügten Filtermaterials und von der notwendigen Ausrüstung für die Regelung der Durchflussmenge.

#### Anlass für die Umsetzung

Der wichtigste Anlass für die Umsetzung besteht in der Behandlung des Oberflächenwassers mit hoher TSS-, BOD<sub>5</sub>- und CSB-Fracht auf kontrollierte Weise, um die Belastung der Vorfluter oder der Abwasseraufbereitungsanlagen außerhalb des Standorts zu reduzieren.

### Beispielanlagen

Sandfilter werden in der Branche zwar für die Vorbehandlung von Prozesswasser eingesetzt, aber nur sehr selten für gesammeltes Oberflächenwasser.

#### Referenzliteratur

[100, US EPA 1999].

### 4.3.2.4 Pflanzenkläranlage

### **Beschreibung**

Eine Pflanzenkläranlage ist ein flacher Teich, der mit Schilf und anderen Sumpfpflanzen bestückt ist. Der Teich verfügt über eine lange hydraulische Verweilzeit für das Wasser, das in die Pflanzenkläranlage fließt, was der Pflanzenkläranlage ausreichend Zeit gibt, die organischen Verbindungen im Wasser biologisch abzubauen. Die Pflanzenkläranlage nimmt eine große Fläche in Anspruch und wird als letzter Schritt vor der Ableitung in Oberflächengewässer eingesetzt.

### **Technische Beschreibung**

Die Pflanzenkläranlage wirkt durch Filtration der suspendierten Feststoffe, Absorption von Metallen durch Pflanzen und durch den biologischen Abbau leicht zugänglicher organischer Verbindungen. Die Pflanzenkläranlage sollte so gebaut werden, dass sie für das durchlaufende Wasser eine hohe Dämpfungszeit aufweist, weil dadurch die biologische Aktivität und das Absetzen der Partikel begünstigt werden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Behandlung und Dämpfung leicht kontaminierten Oberflächenwassers, wobei TSS und CSB durch Filtration und biologischen Abbau unter Einsatz der Pflanzen in der Pflanzenkläranlage entfernt werden.

Die Beseitigung von Stickstoff kann ebenfalls erreicht werden.

### Medienübergreifende Effekte

Keine.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Pflanzenkläranlagen werden in verschiedenen Anwendungen zur Behandlung leicht kontaminierten Regenwassers eingesetzt, beispielsweise für die Behandlung von Straßenabflusswasser. Der Einsatz in der Holzwerkstoffbranche ist bei einer Anlage dokumentiert worden. Die Pflanzenkläranlage hat eine Länge von 800 m und empfängt Oberflächenabflusswasser von Außenbereichen, das in Oberflächenabflüssen gesammelt und in die Pflanzenkläranlage gepumpt wird. Die Pflanzenkläranlage leitet das Wasser in einen empfindlichen Strom ab und wird nur im Hinblick auf den pH-Wert, Formaldehyd- und Ammoniumgehalt überwacht. Die Ableitungen von TSS und CSB sind vernachlässigbar und werden nicht überwacht. Der Gehalt an Ammonium NH<sub>4</sub>-N liegt zwischen 0,6 mg/l und 4,8 mg/l mit einem Jahresmittelwert von 2,6 mg/l und einem pH-Wert zwischen 7,2 und 8,1. Beide Parameter werden täglich durch Einzelprobenahmen gemessen. Formaldehyd wird täglich überwacht und der Jahresmittelwert beträgt 1,1 mg/l, mit Schwankungen zwischen 0,27 mg/l und

1,97 mg/l. Massenbelastungen werden nicht angegeben, weil die genaue Menge des abgeleiteten Wassers nicht bekannt ist. Die Ausströmrate beträgt im Durchschnitt 10 m³/h und schwankt in Abhängigkeit zum Niederschlag.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Pflanzenkläranlage kann bei Bedarf als letzte Reinigungsstufe vor der Ableitung des behandelten Wassers in Oberflächengewässer eingesetzt werden. In der Pflanzenkläranlage können auch komplexere Abwasserströme behandelt werden, die aufgelöste Salze enthalten. Die Pflanzenkläranlage kann nicht alleine eingesetzt werden, weil größere Feststoffe, Schmutz und leicht sedimentierbare Materialien aus dem Wasser entfernt werden sollten, bevor sie in die Pflanzenkläranlage fließen. Eine starke Belastung mit leicht sedimentierten Materialien wird die Pflanzenkläranlage blockieren, wenn diese nicht zuvor herausgefültert werden.

In Gebieten mit kaltem Klima ist der Wirkungsgrad von Pflanzenkläranlagen im Winter niedrig, weil die biologische Aktivität und die Aufnahme durch die Sumpfpflanzen niedrig ist.

Die Pflanzenkläranlage und ihre Biologie sind empfindlich gegenüber der Konzentration von Chemikalien, weshalb sie vor kontaminiertem Wasser, beispielsweise aus Verschüttungen und vor benutztem Löschwasser geschützt werden sollten.

Eine Pflanzenkläranlage braucht Zeit, um eine ausreichende Filterungskapazität zu entwickeln und wird ihre Leistung mit zunehmendem Alter verbessern.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Kapitalkosten hängen von der Größe der Pflanzenkläranlage ab und können höchst unterschiedlich ausfallen. Die Wartungskosten und die Energiekosten sind niedrig.

### Anlass für die Umsetzung

Durch lokale Vorschriften im Zusammenhang mit der Empfindlichkeit von Oberflächengewässern kann eine höhere Qualität für das Wasser vorgegeben werden, das abgeleitet werden muss.

### Beispielanlagen

Pflanzenkläranlagen werden für die Behandlung leicht kontaminierten Oberflächenabflusswassers eingesetzt und sind den Meldungen zufolge bei mindestens einer Anlage installiert worden.

#### Referenzliteratur

[65, Scholz 2011].

### 4.3.3 Behandlung des Prozesswassers von der Faserproduktion

Das zur Zerfaserung genutzte Wasser weist hohe Lasten an Fasern und teilweise aufgelösten Fasern auf. Das Prozesswasser braucht ein Mindestmaß an Aufbereitung, bevor es für das Zerfasern oder in anderen Teilen des Produktionsprozesses wiederverwendet oder bevor es vom Standort abgeleitet werden kann.

Die zur Aufbereitung des Prozesswassers aus dem Refiner eingesetzten Techniken reichen von einfacher Filtrationsausrüstung, die zur Wasseraufbereitung in den Refiner integriert wird, bis zu vollständigen Abwasseraufbereitungsanlagen, in denen das Prozesswasser zur Wiederverwendung oder zur Ableitung aufbereitet wird.

Filtration und primäre physikalisch-chemische Aufbereitung von Wasser werden durchgeführt, um Holzspäne und Feststoffe zu beseitigen und um die anfängliche Gesamtschwebstoff-Konzentration vor einer sekundären Behandlung, wie zum Beispiel einer biologischen Behandlung, zu senken. Wenn die Qualität des aufbereiteten Wassers vor dessen Wiederverwendung oder Ableitung von entscheidender Bedeutung ist, wird ein tertiärer Aufbereitungs- und Reinigungsschritt durchgeführt. Die Techniken werden nachstehend in der logischen Behandlungsreihenfolge beschreiben.

### 4.3.3.1 Vorbehandlung, Beseitigung größerer Feststoffe

#### **Beschreibung**

Eine allgemeine Beschreibung und weitere Informationen finden sich in Abschnitt 4.3.2.1.

### Umweltleistung und betriebliche Daten

Den eingegangenen Meldungen von zwei Produktionsanlagen für MDF-Platten zufolge liegen die Abscheidewirkungsgrade bei der Siebung des einströmenden Abwassers vor der Weiterbehandlung bei 60 - 70 % der eingehenden Gesamtschwebstofffracht.

## 4.3.3.2 Primäre Behandlung durch physikalische Trennung von Partikeln und suspendierten Feststoffen

#### **Beschreibung**

Physikalische Trennung von Partikeln und suspendierten Feststoffen vor der weiteren Behandlung durch Ausflockung und/oder durch Koagulation unterstützte Flotation. Flocken, die sich durch mechanisches Rühren oder durch Koagulation gebildet haben, werden entweder durch schwerkraftbedingtes Absetzen oder Flotation beseitigt.

### **Technische Beschreibung**

Der Hauptzweck der physikalischen Trennungstechniken besteht in der Beseitigung von Feststoffen (TSS), bei denen es sich in den Abwässern in dieser Branche hauptsächlich um Holzstaub und Holzfasern handelt. Sehr grobe Materialien werden durch Siebung beseitigt; kleinere Partikel und suspendierte Feststoffe werden dagegen durch Filtration, Koagulation, Ausflockung usw. entfernt.

Die Ausflockung begünstigt die Aggregation kleinerer Partikel zu größeren Partikeln, wodurch die Partikel besser durch Schwerkrafttrennung abgeschieden werden können. Die Ausflockung wird durch mechanisches Rühren oder Luftumwälzung erhalten. Sie findet in separaten Becken statt. Zur Unterstützung der Flockenbildung kann zuvor eine prozessinterne Zugabe von Koagulationsmitteln durchgeführt werden.

Flotation ist die Beseitigung suspendierter Feststoffe und von Partikeln mit Dichten nahe an der Dichte von Wasser.

Bei der Druckentspannungsflotation (DAF) wird die Ausflockung durch Hochdruckluft unterstützt, durch die die Flocken umgewälzt und aggregiert werden. Im Becken konzentrieren sich die leichten Flocken an der Oberfläche und werden durch Überlauf oder durch einen Räumer auf einer Bandpresse beseitigt, mit der die Feststoffe entfernt und entwässert werden. Eine Druckentspannungsflotationsanlage ist kompakt und nimmt wenig Platz ein. Druckentspannungsflotation wird weithin als prozessinterne Behandlung für nasse Minderungsmaßnahmen und für Refiner-Prozesswasser eingesetzt. Größere Koagulations- und Ausflockungsbecken mit mechanischem Rühren und Belüftung werden in unabhängigen Abwasseraufbereitungsanlagen als Vorbehandlung vor biologischer Behandlung eingesetzt.

Die Sedimentation sorgt für die Beseitigung absetzbarer Feststoffe und erzeugt auf dem Boden des Sedimentationsbeckens Schlamm. Öl und Fett setzen sich zusammen mit schwimmenden Materialien auf der Oberfläche ab und können in einem nachgeschalteten Ölabscheider oder mit Oberflächen-Abschöpflöffeln entfernt werden. Rückhaltebecken, die für die Behandlung von Oberflächenabflusswasser eingesetzt werden, verwenden im Wesentlichen Sedimentation. Durch Sedimentation wird je nach der Beschaffenheit des CSB ein Teil des organischen Materials beseitigt. Schlamm muss regelmäßig vom Boden entfernt werden, was durch Schlammräumbalken oder andere Standardausrüstung erzielt wird.

Der Schlamm aus den oben genannten Prozessen besteht hauptsächlich aus abgefangenen oder abgesetzten Feststoffen und wird beispielsweise durch Dekantieren, gefolgt von Schneckenpressen, Bandpressen oder ähnlicher Ausrüstung entwässert, um überschüssiges Wasser zu entfernen.

### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung der TSS-, BSB5- und CSB-Last vor der weiteren biologischen Behandlung.

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Die gemeldeten Abscheidewirkungsgrade deuten darauf hin, dass die physikalischen Trennungsverfahren wichtige Schritte bei der Abscheidung von Feststoffen aus dem Abwasser darstellen. Von vier Produktionsanlagen für MDF-Platten wurden die folgenden Daten gemeldet:

- 50 % TSS-Beseitigung durch Ausflockung, Sedimentation und Dekantieren;
- 30 % CSB-Beseitigung durch Sedimentation;
- 60 % CSB-, 50 % TSS- und 50 % BSB<sub>5</sub>-Beseitigung durch Druckentspannungsflotation;
- 95 % TSS-Beseitigung durch Ausflockung, Koagulation und Dekantieren.

Die Abscheidewirkungsgrade werden nicht von Massenkonzentrationen begleitet, weil der Abscheidungsschritt ein Schritt im Wasseraufbereitungsverfahren ist. Bei einer allgemeinen Abwasseraufbereitung wird erwartet, dass bis zu 70 % der TSS und bis zu 40 % des  $BSB_5$  beseitigt werden.

Der bei der Ausflockung, Flotation und Druckentspannungsflotation erzeugt Schlamm kann problemlos zu Bandoder Schneckenpressen befördert werden. Der Schlamm kann bei entsprechender Entwässerungsbehandlung einen Feuchtigkeitsgehalt von mindestens 20 - 25 % erreichen, was für eine sichere Handhabung ausreicht.

Schlamm aus einer Druckentspannungsflotationsanlage, die prozessintern in einer nassen Minderungsanlage installiert ist, ist von einer Qualität, die es ermöglicht, ihn als Brennstoff zu nutzen. Der aus gemischteren Abwasserströmen erhaltene Schlamm kann nicht immer als Brennstoff genutzt werden, sondern muss unter Umständen weiterbehandelt werden.

### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Bei Rückhaltebecken hängt die Sedimentation von der Verweilzeit im Becken und von der verfügbaren Oberfläche ab. Absetzen und Sedimentation hängen außerdem von der Temperatur ab, und in Gebieten mit kaltem Klima findet die Sedimentation langsamer statt.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung von TSS und CSB vor der Weiterbehandlung in biologischen Behandlungsanlagen.

#### Beispielanlagen

Verschiedene Anlagen nutzen prozessintegrierte Druckentspannungsflotationsanlagen auf Refinerebene oder gemeinsam mit Nassabscheidern. Die genannten Verfahren werden an allen Standorten mit einer unabhängigen Abwasseraufbereitungsanlage eingesetzt.

#### Referenzliteratur

Keine.

### 4.3.3.3 Biologische Behandlung

#### Beschreibung

Bei der biologischen Behandlung werden kolloidale oder lösbare organische Materialien und Stoffe durch biologischen Abbau beseitigt.

### **Technische Beschreibung**

Die biologische Behandlung ist eine weltweit bekannte Technik, die an Standorten eingesetzt wird, an denen Prozesswasser hauptsächlich von der Herstellung von MDF-Platten erzeugt wird sowie außerdem an Produktionsstätten für andere Faserplatten. Die biologische Behandlung ist ein sekundärer Behandlungsschritt,

der nach primären Behandlungsschritten (wie zum Beispiel Filtration, Koagulation und Ausflockung) eingesetzt wird.

Die biologische Behandlung erfasst mehrere Prozesse, am häufigsten Belebtschlammverfahren, belüftete Lagunen, Biorieselbettreaktoren sowie Membranbioreaktoren.

Eine vollständige Beschreibung der Verfahren zur Abwasseraufbereitung findet der Leser in der entsprechenden Fachliteratur und im BVT-Merkblatt für Abwasser- und Abgasbehandlungssysteme und -management in der chemischen Industrie (CWW) [3, EC 2003].

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung der Emissionen von organischem Material (CSB, BSB5).

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Die gemeldeten Abscheidewirkungsgrade deuten darauf hin, dass die biologische Behandlung bei der Beseitigung von CSB aus Abwasser sehr wirksam sein kann.

Die gemeldeten CSB-Abscheidewirkungsgrade liegen bei biologischer Behandlung, der Flotations- oder Klärbecken nachgeschaltet sind, zwischen 30 % und 97 %. Die Leistungsdaten enthalten Ergebnisse von Anlagen mit Belebtschlammverfahren, einem Membran-Bioreaktor oder kombinierten Lösungen, wie zum Beispiel Biorieselbettreaktoren und Lüftungsbecken. Hohe Wirkungsgrade (> 95 %) für TSS und BSB<sub>5</sub> wurden in Verbindung mit Membranbioreaktoren gemeldet.

Die Massenkonzentration am Auslass der Abwasseraufbereitungsanlage schwankt für den CSB zwischen 20 mg/l und 940 mg/l. Die Mittelwerte für BSD schwanken zwischen 60 mg/l und 700 mg/l.

Die entsprechenden spezifischen Lasten schwanken zwischen 52 g und 320 g CSB/Tonnen trockener Zellstoff. Die Angaben sind aus den Daten von fünf Anlagen abgeleitet. Eine Anlage mit einem zusätzlichen Sandfilter und einem Umkehrosmoseschritt meldete eine spezifische Last von 20 g CSB/Tonne trockener Zellstoff. Die Ergebnisse zwischen den einzelnen Anlagen sind sehr unterschiedlich, was die anfängliche Zusammensetzung und die CSB-Last im Abwasser widerspiegelt.

Für eine Abwasseraufbereitungsanlage mit Siebung zum Entfernen von größeren Feststoffen als 1 mm, Druckentspannungsflotation, einem Denitrifikationsschritt und einem Membranbioreaktor wurden Abscheidewirkungsgrade von 95 % CSB, 100 % TSS und 99 % BSB5 gemeldet, die Massenkonzentrationen für TSS unter 1 mg/l, BSB5 unter 5 mg/l und CSB zwischen 90 mg/l und 130 mg/l zur Folge hatten.

### Medienübergreifende Effekte

Der Schlamm muss weiter behandelt werden.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Es liegen keine Berichte vor.

### Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten und auch die Betriebskosten für eine vollständige Abwasseraufbereitungsanlage sind hoch.

In einem Beispiel für eine vollständige Anlage, in der Prozesswasser aus der Herstellung von MDF-Platten behandelt wird, lagen die Investitionskosten bei etwa 4 - 6 Millionen Euro, während die jährlichen Betriebskosten bei etwa 600.000 - 800.000 Euro liegen. Die Schritte in der Aufbereitungsanlage waren Ausflockung, Sedimentation und biologische Behandlung mit abschließender Filtration. Die zusätzlichen Kosten für die Handhabung und Entsorgung des Schlamms und für die nachgelagerte Behandlung sind in den Betriebskosten nicht enthalten.

### Anlass für die Umsetzung

Zur Reduzierung der Schadstoffbelastung des Prozessabwassers vor der Ableitung, entweder um die Grenzwerte für die Ableitung in Oberflächengewässer einzuhalten oder um die Kosten für die nachgelagerte Weiterbehandlung in einer kommunalen Kläranlage (UWWTP) zu senken.

Das Belebtschlammverfahren wird vorzugsweise eingesetzt, wenn hohe oder sehr hohe Aufbereitungswirkungsgrade erforderlich sind und vor allem, wenn Ammoniumwerte eingeschränkt werden sollen.

### Beispielanlagen

Der Großteil der installierten spezifischen eigenständigen Abwasseraufbereitungsanlagen verfügt über eine Verfahrensstufe mit biologischem Abbau.

#### Referenzliteratur

[3, EC 2003], [56, J. M. Fernández et al. 2001].

### 4.3.3.4 Tertiäre Aufbereitung von Abwasser

### **Beschreibung**

Zu tertiären Techniken gehört die Entfernung von absetzbaren Feststoffen und Stickstoffverbindungen aus behandeltem Abwasser vor der Wiederaufbereitung oder der Ableitung. Filtration wird für die Entfernung von suspendierten Feststoffen aus dem behandelten Abwasser vor der Ableitung eingesetzt. Durch biologische Nitrifikations- und Denitrifikationstechniken werden Ammonium und Nitrate umgewandelt. Durch die Umkehrosmose werden restliche Stickstoffverbindungen beseitigt. Der Einsatz tertiärer Techniken wird stark durch die nachgelagerte Anlage für das Abwasser beeinflusst.

### **Technische Beschreibung**

Die Filtration wird weithin als letzter Behandlungsschritt eingesetzt, entweder durch die Verwendung eines Sandfilters vor der Ableitung oder durch Mikrofiltration ergänzt. Absetzlagunen für die Sedimentation sowie Belüftungs- und Klärbecken nach der biologischen Behandlung werden dem Sandfilter als Vorbehandlung vorangestellt, siehe auch Abschnitt 4.3.2.3 über Sandfilter. Die Mikrofiltration wird mit ähnlichen Siebgeräten durchgeführt, die auch für die primäre Behandlung verwendet werden, wie zum Beispiel Trommelspaltsiebe, allerdings mit Öffnungen im Bereich von 20 - 35 μm.

Mit der Umkehrosmose werden aufgelöste Salze und gelöste organische Verbindungen aus dem gereinigten Abwasseraufbereitungsstrom getrennt. Der Umkehrosmose sollte eine Mikrofiltration vorangestellt werden. Ammonium, organischer Stickstoff und Nitrate werden durch Umkehrosmose zwar entfernt, wenn die Zulaufkonzentration von den Abwasserströmen aber hoch ist, müssen in der biologischen Behandlung Umwandlungsschritte umgesetzt werden, bevor die Umkehrosmose durchgeführt wird.

Ein Teil des organischen Stickstoffs, wie zum Beispiel Harnstoff, kann während der biologischen Behandlung und in Belüftungsschritten in Ammoniak/Ammonium umgewandelt werden. Für die Ammoniak-/Ammoniumumwandlung und für die Stickstoffumwandlung können Nitrifikations- und Denitrifikationsverfahren eingesetzt werden, die aber nur von wenigen Anlagen gemeldet werden.

Eine vollständige Beschreibung der Verfahren zur Abwasseraufbereitung findet der Leser in der entsprechenden Fachliteratur und im BVT-Merkblatt für Abwasser- und Abgasbehandlungssysteme und -management in der chemischen Industrie (CWW) [3, EC 2003].

#### Erzielte Umweltnutzen

Reinigung von Abwässern, Reduzierung von CSB, BSB<sub>5</sub>, TSS und Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor), zur Verbesserung der Verwertung oder zur Einhaltung lokaler Einschränkungen für Ableitungswerte.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Bei der Wiederaufbereitung eines Teils des gereinigten Abwassers, beispielsweise zur Dampferzeugung zum Zerfasern, ist die Qualität wichtig. Bei einer Anlage (D002) wurde das gereinigte Abwasser zur Vorbereitung des Leimgemischs und zur Vorbereitung der Harnstofflösung für die SNCR-Anlage sowie zur Dampferzeugung zum Zerfasern wiederverwendet. Das Abwasser stammt hauptsächlich aus der Zerfaserung. Zu den eingesetzten Behandlungsschritten gehören die folgenden Schritte in vereinfachter Form:

### Vorbehandlung:

- o Speicherbecken, 0 % Beseitigung der zufließenden CSB-Last;
- o gebogenes Sieb, 33 % Beseitigung der zufließenden CSB-Last.
- Primäre physikalische Trennung:
  - o Sedimentationsbecken, 30 % Beseitigung der zufließenden CSB-Last.
- Sekundäre biologische Behandlung:
  - o Becken mit Belebtschlammverfahren, 5 % Beseitigung der zufließenden CSB-Last.
  - o Flotation, 24 % Beseitigung der zufließenden CSB-Last.
- Tertiäre Behandlung:
  - o Filtration durch Sandfilter;
  - o Umkehrosmose, 8 % Beseitigung der zufließenden CSB-Last.

Jedes Jahr wird ein Volumen von etwa 85.000 m<sup>3</sup> an Abwasser aufbereitet. Die Überwachung durch Einzelprobenahme zeigte 60 mg/l CSB, 29 mg/l BSB<sub>5</sub>, während der Gesamtstickstoffgehalt 1,130mg/l betrug.

### Medienübergreifende Effekte

Der Energieverbrauch bei Umkehrosmose kann hoch sein.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Umkehrosmose erfordert eine effiziente Vorbehandlung nicht nur der Feststoffe, sondern auch des CSB. Falls Stickstoffverbindungen und kolloidales Material in großen Mengen vorhanden sind, können sie die Membran verschmutzen.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Umkehrosmose ist mit hohen Betriebskosten verbunden.

Es wurden keine anlagenspezifischen Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Es liegen keine Berichte vor.

### Beispielanlagen

D002.

### Referenzliteratur

Keine.

## 4.4 Techniken zur Reduzierung von Emissionen in den Boden

Andere Techniken, wie zum Beispiel die Pflasterung von Holzlagerplätzen und der Einsatz einer undurchlässigen Bodenschicht in Abwasserspeicherbecken, bieten ebenfalls Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen in den Boden, siehe Abschnitte 4.3.1.1 und 4.3.2.2.

### 4.4.1 Sicherer Umgang mit Hilfsmaterialien

#### **Beschreibung**

Das Risiko von Emissionen in den Boden wird durch sicheres Management des Umgangs, der Lagerung und des Transports von Chemikalien, flüssigen Brennstoffen und Prozessabwasser reduziert.

### **Technische Beschreibung**

Leime und Hilfsmaterialien werden sicher gehandhabt, indem die folgenden allgemeingültigen Grundsätze angewendet werden:

I. Verladung und Entladung von Leimen und anderen Hilfsstoffen nur in ausgewiesenen Bereichen, die gegen das Abfließen von Leckagen geschützt sind.

- II. Sammlung und Lagerung aller zu entsorgenden Stoffe in ausgewiesenen Bereichen, die gegen das Abfließen von Leckagen geschützt sind.
- III. Ausstattung aller Pumpenschächte oder sonstiger Zwischenlager, aus denen Stoffe austreten können, mit Alarmen, die bei hohem Flüssigkeitsstand aktiviert werden.
- IV. Aufstellung und Durchführung eines Programms zur Prüfung und Inspektion von Tanks und Förderleitungen für Leime, Additive und Harzmischungen, flüssige Brennstoffe, Ammoniaklösungen, Abwasser oder andere Flüssigkeiten.
- V. Dichtheitsprüfungen aller Flansche und Ventile von Rohren, die zum Transport von anderen Materialien als Wasser und Holz verwendet werden; Protokollierung dieser Prüfungen.
- VI. Bereitstellung eines Rückhaltesystems zum Auffangen sämtlicher Leckagen an Flanschen und Ventilen von zum Transport von anderen Materialien als Wasser und Holz verwendeten Rohren; ausgenommen davon sind technisch dichte Flansche und Ventile.
- VII. Bereitstellung von Sperren und geeignetem absorbierendem Material in ausreichender Menge.
- VIII. Vermeidung von unterirdischen Rohrleitungen zum Transport von anderen Stoffen als Wasser und Holz. Davon ausgenommen ist die Abwasserinfrastruktur.

Techniken zur Lagerung, den Transport und die Handhabung von flüssigen und festen Hilfsstoffen, insbesondere Chemikalien sind beschrieben im BVT-Merkblatt über Emissionen aus der Lagerung (EFS) [6, EC 2006].

#### Erzielte Umweltnutzen

Niedriges Risiko für Unfälle, die zur Kontaminierung des Bodens und des Grundwassers führen.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es liegen keine Meldungen vor.

### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Keine.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

### Anlass für die Umsetzung

Sicheres Management der allgemeinen Handhabung von Chemikalien und anderen Materialien.

### Beispielanlagen

Es liegen keine Meldungen vor.

#### Referenzliteratur

UMS-Systeme im allgemeinen. BVT-Merkblatt über Emissionen aus der Lagerung (EFS) [6, EC 2006].

## 4.5 Techniken zur Reduzierung des Wasserverbrauchs

Der Wasserverbrauch stammt hauptsächlich aus dem Zerfasern der Späne zu Fasern und dem Betrieb von Nassabscheidern.

Der Wasserverbrauch auf Standortebene wird außerdem durch das Umweltmanagementsystem gesteuert, siehe Abschnitt 4.9.

Durch die prozessinterne Behandlung der Prozesswasserströme am Refiner und die Wiederaufbereitung von Wasser werden der Frischwasserverbrauch gesenkt und die Eingangsfracht von Wasseraufbereitungsanlagen am Standort verringert. Die Techniken werden unter den primären Maßnahmen zur Verhinderung oder Reduzierung von Emissionen in Wasser beschrieben, siehe Abschnitt 4.3.1. Die Wiederaufbereitung des Prozesswassers aus dem Refiner durch Verdampfung wird unter den Techniken zur Erhöhung der Energieeffizienz beschrieben, siehe Abschnitt 4.6.5.

## 4.5.1 Sammlung leicht kontaminierten Wassers zur Anlagenreinigung und für andere Zwecke

#### **Beschreibung**

Sammlung leicht kontaminierten Wassers und die Wiederverwendung dieses Wassers zu anderen Zwecken als der Produktion.

### **Technische Beschreibung**

Auf Standortebene wird leicht kontaminiertes Wasser für Zwecke verwendet, bei denen die Qualität des Wassers weniger wichtig ist. Dieses leicht kontaminierte Wasser wird erhalten, indem unter anderem die folgenden Wasserströme gesammelt werden:

- sauberes Regenwasser vom Dach;
- dekantiertes gebrauchtes Leimwasser vom Reinigen oder das übrig geblieben ist;
- gesammeltes und vorbehandeltes Oberflächenabflusswasser.

Das leicht kontaminierte oder sogar saubere Wasser kann für die folgenden Zwecke genutzt werden:

- zur Reinigung des Trockners und der Anlage im allgemeinen;
- zum Waschen der Holzhackschnitzel;
- zum Mischen von Leimen.

Die Sammel- und Speicherinfrastruktur hängt von der Wasserquelle ab. Für fast sauberes Wasser werden offene Außenbecken eingesetzt, die gleichzeitig als Speicherbecken für Löschwasser dienen.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Reduzierung des Wasserverbrauchs vom Wassernetz oder vom Brunnen.

### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Die Verwendung von leicht kontaminiertem Wasser oder sauberem Regenwasser wird von mehreren Standorten in der Branche gemeldet.

Die potenziellen Einsparungen im Wasserverbrauch sind nicht bekannt.

### Medienübergreifende Effekte

Keine.

### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Falls das wiederaufbereitete Wasser eine bestimmte Qualität haben muss, könnte eine konstante Kontrolle der Wasserqualität erforderlich sein.

### Wirtschaftlichkeit

Voraussichtlich geringe Kosten.

Anlass für die Umsetzung Reduzierung des Rohwasserverbrauchs.

**Beispielanlagen** Mehrere Anlagen in der Branche.

### Referenzliteratur

Keine.

# 4.6 Techniken zur Erhöhung der Energieeffizienz

Die Erhöhung der Energieeffizienz und das Senken des Gesamtenergieverbrauchs auf Standortebene ist Teil eines Umweltmanagementsystems. Allgemeine Maßnahmen zum Erhalt einer hohen Energieeffizienz sind:

- richtige Bemessung der Anlage;
- richtige Instandhaltung und Wartung der Anlagen innerhalb der Anlage, einschließlich der Verarbeitungsgeräte und der entsprechenden Lüfter, Motoren und Minderungssysteme.

Auf dem Sektor sind es insbesondere die energieintensiven Arbeitsvorgänge, wie Trocknen, Pressen und Zerfasern, bei denen energieeffiziente Lösungen ergriffen worden sind.

# 4.6.1 Rückgewinnung von Energie in Heißluftemissionen

#### **Beschreibung**

Rückgewinnung von Wärme aus Heißluftemissionen durch Verdunstungskondensation, Wärmetauscher, Vorheizen der Luftversorgung und Rückleitung der heißen Abgase.

#### **Technische Beschreibung**

Die Trocknung erfordert einen großen Energieeintrag, deshalb sollten bei der Konstruktion der Anlage Möglichkeiten zur Rückgewinnung der Prozesswärme berücksichtigt werden, die andernfalls durch die schließlich aus dem Trockner ausgestoßenen Abgase freigesetzt wird.

Latente Wärme von den Trocknerabgasen kann mithilfe von Verdunstungskondensation und Wärmetauschern zurückgewonnen werden. Die direkte Wärmerückgewinnung wird von Wärmetauschern ausgeführt. Ein Wärmetauscher ist ein Gerät, in das Energie von einer Flüssigkeit oder einem Gas über eine feste Oberfläche auf eine andere Flüssigkeit bzw. auf ein anderes Gas übertragen wird. Wärmetauscher werden entweder zum Erwärmen oder zum Kühlen von Prozessen oder Anlagen eingesetzt. Die Wärmeübertragung erfolgt sowohl durch Konvektion als auch durch Wärmeleitung [4, EC 2009].

Die Rückführung eines Teils der Abgase vom Trockner wird weithin eingesetzt. Die Rückführung der Trocknerabgase von einem direkt beheizten Trockner wird erhalten, indem ein kleiner Teil (in der Regel weniger als 20 %) der Abgase zur Nachverbrennungsanlage geleitet wird. Siehe auch Abschnitt 4.2.2.2 und Abschnitt 4.2.2.3.

Die Wärmerückgewinnung zur Nutzung außerhalb des Standorts in örtlichen Fernwärmenetzen ist eine Lösung, wenn die Wärme in Niedertemperaturströmen zurückgewonnen wird.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Erhöhte Energieeffizienz auf Anlagenebene.

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es sind keine Daten oder Informationen zu Energieeinsparungen oder der erzielten Gesamtenergieeffizienz eingegangen.

#### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Durch die Verschmutzung von Wärmetauschern kann die Effizienz der Wärmerückgewinnung verringert werden.

Durch die Rückführung der Trocknerabgase zum Rotationstrockner kann die erforderliche Reinigungsfrequenz des Trockners erhöht werden.

Die Wärmerückgewinnung kann sogar von einer Niedertemperaturquelle mit einer Temperaturdifferenz von lediglich 20 °C nützlich sein, allerdings sollte eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine anlagenspezifischen Informationen oder Daten eingereicht.

Die Rückführung der Abgase kann in Nachrüstungen umgesetzt werden, deren Amortisationszeit kurz sein dürfte.

#### Anlass für die Umsetzung

Erhöhung der Energieeffizienz auf Anlagenebene.

#### Beispielanlagen

Maßnahmen zur Energierückgewinnung werden an allen Anlagen eingesetzt. Die meisten wurden speziell für die Anlage oder als Teil einer Nachrüstung von einem oder mehreren Prozessen konstruiert.

#### Referenzliteratur

[4, EC 2009].

# 4.6.2 Verbrennungsregelung

#### **Beschreibung**

Verbesserung der Verbrennungsleistung und Optimierung des Betriebs von Feuerungsanlagen durch Überwachung und Regelung der wichtigsten Verbrennungsparameter.

## **Technische Beschreibung**

Die Verbrennungsleistung wird durch Berücksichtigung und Steuerung der folgenden Variablen verbessert:

- Verbrennungstemperatur;
- Ansaugluftüberschuss und Luft-Brennstoffverhältnis;
- Luftstufung, falls anwendbar;
- Temperaturprofil;
- Temperatur am Verbrennungskammerauslass vor dem Mischen mit zusätzlicher Luft;
- Rauchgas-Sauerstoffgehalt;
- NO<sub>X</sub>/CO-Bilanz, insbesondere bei stickstoffhaltigen Brennstoffen;
- Brennstoffzufuhr.

Die Verbrennung kann durch Überwachung dieser Parameter je nach tatsächlicher Auslegung von Ofen und Kessel optimiert werden, wodurch der Wärmewirkungsgrad verbessert, der Anteil der unverbrannten Kohlenstoffe in der Asche reduziert und die CO- und NO<sub>X</sub>-Konzentrationen im Rauchgas verringert werden.

Die Emissionen von unverbranntem Kohlenstoff, wie zum Beispiel CO und organischen Kohlenwasserstoffen, sind die Folge einer unvollständigen Verbrennung durch zu niedrige Verbrennungstemperaturen, eine zu kurze Verweilzeit in der Verbrennungszone oder eine ineffiziente Mischung von Brennstoff und Verbrennungsluft, was zu lokalen Bereichen mit Sauerstoffdefiziten führt.

Kohlenmonoxid ist das wichtigste unverbrannte Gas. Es ist selbst bei hohen Temperaturen eine stabile Verbindung, falls kein Sauerstoff vorhanden ist. Im Gegensatz dazu können Kohlenwasserstoffe bei hohen Temperaturen in einer sauerstoffarmen Atmosphäre zersetzt werden und Ruß bilden. Generell kann gesagt werden, dass Emissionen von unverbrannten Kohlenwasserstoffen erzeugt werden können, wenn eine niedrige Temperatur in der Verbrennungszone und eine ineffiziente Brennstoff-Luft-Mischung zusammentreffen. Ruß trägt zur Bildung von blauem Dunst bei, wenn das Heißgas zur direkten Trocknung eingesetzt wird.

Durch einige Maßnahmen zur Reduzierung der NO<sub>X</sub>-Emissionen, wie zum Beispiel der Verbrennung mit niedrigerem Luftüberschuss oder starker Luftstufung, können die Emissionen der unverbrannten Kohlenstoffgase erhöht werden. In diesen Fällen muss die Bedeutung der Sicherstellung einer effizienten Luft-Brennstoff-Mischung in der Verbrennungsanlage hervorgehoben werden. Die NO<sub>X</sub>-Reduzierung mit dem SNCR-Verfahren kann auch zu höheren CO-Emissionen führen. Die CO-Emissionen können gesenkt werden, wenn die

Kalksteinzufuhr in Wirbelschichtkesseln erhöht wird (in der Regel nicht anwendbar für direkt beheizte Trockner). In Feuerungsanlagen auf dem Sektor wird dies nicht generell eingesetzt.

Der Kesselwirkungsgrad und die NO<sub>X</sub>-Erzeugung hängen größtenteils von der richtigen Verteilung des Brennstoffs und der Luft im Kessel ab. Durch ein wirksames Regelungssystem werden Messungen der Gaskonzentration in den Kesseln ermöglicht, insbesondere in der Nähe der Brenner.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

- Erhöhter Wärmewirkungsgrad.
- Reduzierung von NO<sub>X</sub>, CO und TOC.
- Reduzierung von Ruß, der zu Staub führt.
- Bessere Qualität der Rostasche, mit einem niedrigen Gehalt unverbrannten Kohlenstoffs in der Asche.
- Begrenzte Bildung von Dioxinen aufgrund eines stabileren Prozesses im Kessel.

## **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Umfangreiche Erfahrung in der Branche.

Im Allgemeinen können CO-Emissionen von der Verbrennung unter 50 mg/Nm³ gehalten werden, wenn der Verbrennungsprozess gut kontrolliert wird. Kohlenwasserstoffemissionen in modernen Kraftwerkskesseln sind vernachlässigbar und liegen in der Regel unter 5 mg/Nm³. [24, COM 2006].

#### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Allgemein anwendbar.

## Wirtschaftlichkeit

Anlagenspezifisch.

#### Anlass für die Umsetzung

- Reduzierung der Emissionen von NO<sub>X</sub>, CO und TOC.
- Regelung des Verbrennungsprozesses und Verbesserung seiner Effizienz.

## Beispielanlagen

Alle Anlagen führen Verbrennungstätigkeiten aus.

#### Referenzliteratur

[24, COM 2006].

# 4.6.3 Entwässerung von Rinde und Schlamm

#### **Beschreibung**

Vorbehandlung von Brennstoffen, indem der Wassergehalt von Biomassebrennstoffen durch Einsatz mechanischer Entwässerungsausrüstung gesenkt wird.

#### **Technische Beschreibung**

Zur Entwässerungsausrüstung gehören Filter und Siebe, Schneckenpressen, Bandpressen, Trommelpressen und Zentrifugen, die das überschüssige Wasser von nasser Rinde, Schlamm auf Biomassenbasis aus Minderungsanlagen für Luftemissionen und für die Abwasseraufbereitung entfernen.

Die Entwässerungsausrüstung ist meistens direkt mit der Sammlung von Schlamm verbunden, wenn solcher erzeugt wird, hauptsächlich, um seine Handhabung und seinen Transport zur Feuerungsanlage zu erleichtern. Nach oder während der Zerkleinerung von uneinheitlicher Rinde, die beim Entrinden erhalten wird, kann das Rindenmaterial in einer Presse entwässert und anschließend in die Feuerungsanlage gespeist werden. Die

Entwässerung kann in Abhängigkeit von der Jahreszeit eingesetzt werden, weil Rundholz im Winter und bei Frost mit Dampf aufgetaut werden muss, was zu einem hohen Feuchtigkeitsgehalt führt.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Die Energieeffizienz des Verbrennungsprozesses kann verbessert werden.

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es liegen keine Angaben vor.

#### Medienübergreifende Effekte

Die Entwässerungsausrüstung kann energieintensiv sein und der Grad der Entwässerung sollte gegen die erzielbare Energieeffizienz im Verbrennungsprozess abgewogen werden.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Es liegen keine Angaben vor.

#### Wirtschaftlichkeit

Es wurden keine Informationen oder Daten eingereicht.

#### Anlass für die Umsetzung

Zur Verbesserung der Effizienz des Verbrennungsprozesses.

#### Beispielanlagen

Die Entwässerung von Schlamm ist für Schlamm, der aus den prozessinternen Nassabscheidern von Trocknern und Pressen und von einigen Behandlungsschritten in Abwasseraufbereitungsanlagen stammt, gängige Praxis.

Es liegen auch Beispiele für Standorte vor, an denen die Rinde wegen der Rindenqualität oder aufgrund des Einsatzes eines vollkommen trockenen Entrindungsverfahrens nicht entwässert wird.

#### Referenzliteratur

Keine.

## 4.6.4 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK)

#### **Beschreibung**

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen)

#### **Technische Beschreibung**

KWK-Feuerungsanlagen, die Dampf für die indirekte Trocknung und Strom erzeugen, ermöglichen einen maximalen Spielraum bei dem Energieertrag.

Altholz und alle Rückstände, die ebenfalls als Abfall gelten, werden als Brennstoffe genutzt. Die Nutzung des problematischeren Teils der aus der Biomasse gewonnenen Brennstoffe zieht in der Praxis den Betrieb einer Verbrennungsanlage für Holzabfälle nach sich. Die Heißgase werden nicht zur direkten Trocknung verwendet, sondern für die Dampferzeugung zur indirekten Trocknung, für die Erwärmung von Thermoöl und für die Stromerzeugung.

Eine Beschreibung von KWK-Anlagen, die Biomasse oder kombinierte Brennstoffe verwenden, findet sich im BVT-Merkblatt über Großfeuerungsanlagen (LCP) [24, COM 2006].

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Bei einer unabhängigen Feuerungsanlage, die Wärme zur Dampferzeugung für die indirekte Trocknung und für die Stromerzeugung zur Einspeisung ins Stromnetz erzeugt, wird Brennstoff eingespart, indem die Nutzung von Biomassebrennstoffquellen maximiert wird.

Bei einer unabhängigen Feuerungsanlage kann die Energieeffizienz hoch sein, weil der Energieertrag reguliert werden kann, um Wärme und Strom maximal zu nutzen.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Es liegen keine Angaben vor.

# Medienübergreifende Effekte

Keine angegeben.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Für eine mit Biomasse befeuerte KWK-Anlage ist die Zugänglichkeit von Brennstoff von entscheidender Bedeutung und Großfeuerungsanlagen haben einen sehr hohen Brennstoffbedarf. Die Versorgung aus internen Produktionsrückständen reicht nicht aus, um den Brennstoffbedarf zu decken. Um keine frische Biomasse zu verwenden, die in der Branche einen Rohstoff darstellt, stellt Altholz für KWK-Anlagen, die mit Biomasse befeuert werden, den wichtigsten Brennstoff dar. Der Altholzmarkt ist jedoch unter Umständen zu instabil, um eine sichere Brennstoffversorgung gewährleisten zu können.

Dieselmotoren können eine energieeffiziente Wahl darstellen, wenn sie primär zur Stromerzeugung für das Stromnetz oder zur zusätzlichen Dampferzeugung für indirekte Trocknung oder einfach für die Erzeugung von Heißgas für direkte Trocknung und für die Übertragung der Wärmeenergie zur Erwärmung von Thermoöl eingerichtet werden. KWK-Anlagen, die mit flüssigen Brennstoffen betrieben werden, könnten Emissionen erzeugen, die sich nicht für die direkte Trocknung eignen und die in der Regel eine zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahme erfordern.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für eine neue mit Biomasse befeuerte KWK-Anlage von 40 MW, die Dampf für die indirekte Trocknung und Strom erzeugt, belaufen sich auf etwa 30 Millionen Euro, bei einem ungefähren jährlichen Brennstoffverbrauch von 250.000 Tonnen Holzbiomasse. Falls kontaminierte Holzabfälle als Brennstoff verwendet werden, kommen zusätzliche Kosten für eine Minderungsanlage hinzu.

#### Beispielanlagen

Auf dem Sektor werden KWK-Anlagen mit einer Vielzahl unterschiedlicher Brennstoffe betrieben.

#### Referenzliteratur

[24, COM 2006].

## 4.6.5 Wärmerückgewinnung von Dampf während des Zerfaserns

#### **Beschreibung**

Wärmerückgewinnung aus Dampf während des Zerfaserns unter Verwendung von Wärmetauschern und Verdampfung des verwendeten Dampfs.

#### **Technische Beschreibung**

Die Rückgewinnung von Wärme aus Dampf, der in der Kochstufe des Zerfaserns verwendet wird, erfolgt mithilfe von Wärmetauschern, Fallfilmverdampfern und Plattenverdampfern, die wiederum Wasser für die Dampferzeugung vorheizen und Wasser für die Spanwäsche und die Vorkoch-Verfahrensstufen erhitzen.

Der Dampf kann durch Vakuumverdampfung zurückgewonnen werden, bei der das Wasser von den Fasern und anderen Holzbestandteilen getrennt und destilliertes heißes Wasser erzeugt wird. Das Kondensat kann als Brennstoff und das Wasser kann zur Dampferzeugung verwendet werden. Das Ergebnis ist Null Ableitung von Abwasser aus der Zerfaserungsanlage.

Niederdruckdampf kann wieder auf einen höheren Druck komprimiert werden, falls am Standort kein Bedarf für Niederdruckdampf besteht.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Der Gesamtenergieverbrauch zum Zerfasern und der Wasserverbrauch werden gesenkt.

Durch geschlossene Verdampfungssysteme und Vakuumverdampfung wird die Notwendigkeit beseitigt, die Abflüsse von der Refineranlage zu behandeln.

## **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es wurden keine Daten eingereicht.

### Medienübergreifende Effekte

Die Vakuumverdampfung kann einen hohen Energieverbrauch erfordern.

# Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Der Bedarf nach unterschiedlichen Arten von wiedergewinnbarer Energie (Dampf bei niedrigem und hohem Druck, Wasser bei verschiedenen Temperaturen) ist von Zerfaserungsanlage zu Zerfaserungsanlage unterschiedlich.

Die Nutzbarkeit von Hochdruck-Wärmerückgewinnung wird durch die erforderliche Reinigung der Wärmetauscher und die An- und Abfahrvorgänge in der Refineranlage begrenzt.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit muss von Fall zu Fall bewertet werden.

#### Anlass für die Umsetzung

Kosteneinsparungen durch Energieeinsparungen bei der Dampferzeugung und ein geschlossenes System für die Aufbereitung von Abwasser aus der Refineranlage.

#### Beispielanlagen

Anlagen zur Herstellung von MDF-Platten auf dem Sektor setzen die Technik zwar ein, es wurden jedoch keine Referenzanlagen gemeldet.

#### Referenzliteratur

[91, EC 2014], [36, COM 2001].

# 4.7 Verbrauch von Chemikalien und Rohstoffen

# 4.7.1 Optimierung der Verwendung von Leimen entsprechend dem herzustellenden Produkt

#### **Beschreibung**

Die Optimierung der Verwendung von Leimen entsprechend dem herzustellenden Produkt ist auf dem Sektor eine gängige Technik.

Durch die Rückführung von Ausschuss aus der Presse könnte wegen der Oberflächeneigenschaften der Ausschussspäne, die gehärtetes Leim enthalten, die Verwendung von Leim bei der Spanplattenherstellung im Prinzip leicht gesenkt werden.

Es liegen keine Daten für die anlagenspezifische Produktion vor.

# 4.8 Techniken zur Steuerung der Erzeugung von Abfall/Rückständen

# 4.8.1 Rohstoffkontrolle durch Einsatz eines Steuerungsprogramms für extern gesammeltes Altholz

#### **Beschreibung**

Steuerung der Qualität von extern gesammeltem Altholz durch physische und chemische Prüfungen, um festzustellen, ob das Material für die Lagerung am Standort und zur Nutzung als Rohstoff oder als Brennstoff geeignet ist.

#### **Technische Beschreibung**

Ein Steuerungsprogramm umfasst sowohl die Standardbedingungen, um die Qualität des Rohstoffs sicherzustellen, der an die Anlage geliefert werden soll als auch die internen Kontrollen, die vom Betreiber bei Erhalt des Rohstoffs durchgeführt werden.

Es werden sowohl physikalische als auch chemische Prüfungen durchgeführt, zu denen alle folgenden Prüfungen oder eine Auswahl davon gehören:

- Lieferanten von Altholz sollten klare Angaben zur erwarteten Qualität erteilt werden, die zugelassen werden kann.
- Das erhaltene Material wird vor dem Entladen daraufhin geprüft, dass es mit der Erklärung des Lieferanten übereinstimmt. Das Material sollte nicht feucht oder nass sein, weil dies zur Vermoderung und zur Qualitätsverschlechterung führt.
- Das Material sollte in Abhängigkeit zum Umfang der Sortierungsmöglichkeiten und zur Effizienz der Materialreinigung frei von Erde, Splitt und Schmutz, wie zum Beispiel Kunststoffen, Metallen, Faserplatten und Papier sein.
- Die Prüfung des Schwermetallgehalts im Zusammenhang mit Holzimprägnierung wird regelmäßig durch Kombinationen von Laboruntersuchungen und Sprühprüfungen durchgeführt, bei denen durch eine Farbreaktion spezifische Metalle festgestellt werden.
- Chemische oder physikalische Prüfungen können im selben Prüflabor durchgeführt werden wie die täglichen Produktprüfungen.

Es gibt keine europäische Norm, in der ein akzeptabler Schadstoffgehalt oder die Reihe der Schadstoffe bestimmt wird, die bei der Kontrolle von Altholz als Rohstoff zu untersuchen ist. Neben Industriespezifikationen für die Mindestanforderungen an die Kontrolle des erhaltenen Altholzes, das als Rohstoff verwendet wird, liegen nationale Normen oder Leitlinien vor. Einzelne Möbelhersteller oder Plattenhersteller können individuelle interne Standards für die Dokumentation spezifischer Produktmerkmale verwenden, beispielsweise die Kennzeichnung als umweltfreundliches oder nachhaltiges Produkt oder eine Kennzeichnung mit einem mehr sicherheitstechnischen nutzerbezogenen Schwerpunkt.

Der Schadstoffgehalt in verschiedenen Holzrohstoffen hängt stark von der Nutzung von Altholz und insbesondere von beim Verbraucher angefallenem Holz (post-consumer wood) zusammen [80, Schinagl et al. 2008].

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Sicherer Umgang mit Altholzmaterialien am Standort.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Keine.

### Medienübergreifende Effekte

Keiner identifiziert.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Allgemein anwendbar.

## Wirtschaftlichkeit

Es liegen keine Meldungen vor.

#### Anlass für die Umsetzung

- Produktqualität.
- Stabile Produktion.
- Nationale Rechtsvorschriften oder Industrienormen.

#### Beispielanlagen

Nicht angegeben.

#### Referenzliteratur

[64, EPF 2002], [72, BS 2004], [73, UBA AT 2010]

# 4.8.2 Optimierung der Brennstoffmenge durch Sammlung von Holzspänen und Holzstaub.

#### Beschreibung

Maximierung der Sammlung von Produktrückständen durch Absaugen der Luft bei allen staubhaltigen Quellen und anschließende Staubsammlung durch den Einsatz von Gewebefiltern oder Zyklofiltern.

#### **Technische Beschreibung**

Optimierung der Staubsammlung durch den Einsatz von Gewebefiltern oder Zyklofiltern und anschließender Nutzung des Staubs als Brennstoff in einer Feuerungsanlage auf dem Standort. Durch den Einsatz zentraler Sammelanlagen und den Transport des gesammelten Staubs in geschlossenen Förderbändern zur Brennstofflagerung kann die Staubsammlung und -beförderung optimiert werden.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

- Reduzierung von Abfall, der vom Standort abtransportiert werden muss.
- Reduzierung der diffusen Emissionen.

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Die Staubsammlung von vor- und nachgelagerten Verarbeitungen ist je nach der Holzverarbeitungsausrüstung und der Sammlungseffizienz unterschiedlich.

In einer Anlage zur Spanplattenherstellung, die etwa 1.700 m³/Tag produziert, werden durch den Einsatz von Zyklonen und Gewebefiltern beispielsweise rund 27.000 Tonnen/Jahr gesammelt. Die gleiche Menge wurde auch in einer Anlage zur Spanplattenherstellung gesammelt, die etwa 1.200 m³/Tag produziert. Eine Anlage zur Herstellung von OSB- und MDF-Platten mit extensiver nachgelagerter Verarbeitung sammelte etwa 90.000 Tonnen/Jahr von Gewebefiltern und Zyklonen.

#### Medienübergreifende Effekte

- Potenziell höhere NO<sub>X</sub>- und Staubemissionen bei der Verbrennung.
- Energieverbrauch für den Betrieb von Lüftern und Filtern.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Interne Produktionsrückstände, wie zum Beispiel Schleifstaub, könnten eine strengere Regelung des Verbrennungsprozesses in Bezug auf den NO<sub>X</sub>-Ausstoß erforderlich machen und können möglicherweise zu höheren Staubemissionen führen.

#### Wirtschaftlichkeit

Gewebefilter und effektive Sammlungssysteme werden an allen Standorten eingesetzt, um trockene Staubquellen einzudämmen.

Der Betrieb von Lüftern, Filtern und Transportsystemen für die Sammlung und den Transport von Staub kann bis zu 20 % des Gesamtstromverbrauchs an einem Produktionsstandort ausmachen.

#### Anlass für die Umsetzung

- Maximierung der Sammlung von Staub, der als Brennstoff genutzt werden kann.
- Reduzierung der diffusen Emissionen.

#### Beispielanlagen

Gewebefilter und effektive Sammlungssysteme werden an allen Standorten eingesetzt, um trockene Staubquellen einzudämmen. An einigen Standorten werden Ringsammelsysteme und zentrale Gewebefilter eingesetzt, die den gesammelten Staub auf Standortebene behandeln.

#### Referenzliteratur

Keine

# 4.8.3 Sichere Lagerung, sicherer Transport und Wiederverwendung von Rostasche und Schlacke von Biomasse-Feuerungsanlagen

#### **Beschreibung**

Rostasche und Schlacke aus einer mit Biomasse befeuerten Rostfeuerungsanlage werden häufig mit einer sekundären Wasserquelle befeuchtet, um die Rostasche und die Schlacke zu kühlen. Die gekühlte Rostasche und Schlacke wird auf dem Standort separat in einem undurchlässigen Bereich gelagert, in dem das Abflusswasser gesammelt wird. Die befeuchtete Rostasche kann problemlos transportiert und gelagert werden.

Rostasche kann neben der Deponierung für verschiedene Zwecke verwendet werden. Je nach Qualität und Menge zählen dazu unter anderem: Zementherstellung, Bodenverbesserung in Forsten und Straßenbau

#### **Erzielte Umweltnutzen**

- Reduzierung versehentlicher Freisetzungen in den Boden.
- Wiederverwendung von Rostasche und Schlacke anstelle ihrer Deponierung.
- Reduzierung des Brandrisikos bei der Handhabung heißer Aschen und Schlacken.

#### **Umweltleistung und betriebliche Daten**

Es liegen keine Meldungen vor.

## Medienübergreifende Effekte

Keiner identifiziert.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Das Befeuchten der Rostasche ist nur für Rostfeuerungsanlagen relevant. Wenn kleine Mengen Rostasche gehandhabt werden, ist es praktisch, die Rostasche in Trichtern zum direkten Abtransport vom Standort zu sammeln.

#### Wirtschaftlichkeit

Es liegen keine Meldungen vor.

#### Anlass für die Umsetzung

Reduzierung des Brandrisikos aus gesammelten Rostaschen und Schlacken im Zusammenhang mit Rostfeuerung auf ein Mindestmaß.

#### Beispielanlagen

Nicht angegeben.

#### Referenzliteratur

Keine.

# 4.8.4 Wiederverwendung der intern gesammelten Holzrückstände in der Produktion

#### **Beschreibung**

Im Sortierungsschritt werden Ausschuss, Verschnitt und übergroßes Material gesammelt und direkt in den Produktionsprozess geleitet.

#### **Technische Beschreibung**

Holzrohstoff, der sofort wieder in den Produktionsprozess zurückgeführt werden kann, besteht aus übergroßen Spänen, die während des Zerkleinerns und Zerspanens aussortiert werden. Die Holzspäne werden wieder zu dem Zerkleinerungsschritt zurückgeleitet. Das Material wird entweder in Trichtern gesammelt oder direkt zum Zerkleinern befördert.

Vor der Presse gesammelter Verschnitt wird gegebenenfalls auch zur Sortierung und Zerkleinerung befördert. Verschnitt enthält nicht gehärtetenLeim und eignet sich als Holzrohstoff.

Ausschussplatten werden automatisch sortiert und aus dem Produktionsfluss genommen, wenn die Qualität der Platte nicht zufriedenstellend ist. Die Sammlung von Ausschussplatten findet entlang der nachgelagerten Verarbeitungslinie nach der Presse bis zum Lagerbereich statt.

Der Ausschuss muss gehandhabt werden, wozu der Transport zu Trichtern und die Zerkleinerung gehören, bevor er zu Spänen verarbeitet werden kann. Ausschuss kann auch als Brennstoff verwendet werden, es gibt aber einen zusätzlichen Vorteil, wenn bereits mit Leim behandelte Platten in der Produktion verwendet werden, weil dadurch der Leimverbrauch gesenkt werden könnte.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Einsparung von Holzrohstoff.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Keine.

#### Medienübergreifende Effekte

Keiner identifiziert.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Verwendung von Produktionsrückständen kann bei der Produktion von MDF- und OSB-Platten unter Umständen begrenzt sein. Andererseits könnten Rückstände von OSB-Platten als Rohstoff für Spanplatten verwendet werden.

#### Wirtschaftlichkeit

Keine Angaben.

# Anlass für die Umsetzung

Einsparung von Holzrohstoffen.

#### Beispielanlagen

Alle Anlagen wiederverwerten Material, das über das Potenzial verfügt, als Holzrohstoff für die Plattenherstellung verwendet zu werden.

#### Referenzliteratur

Keine.

# 4.9 Umweltmanagementsysteme

#### **Beschreibung**

Ein formelles System, um die Einhaltung der Umweltziele nachzuweisen.

#### **Technische Beschreibung**

In der Richtlinie wird der Begriff "Techniken" (unter der Bestimmung des Begriffs "beste verfügbare Techniken") als "sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlagen geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt werden" bestimmt.

In dieser Hinsicht ist ein Umweltmanagementsystem (UMS) eine Technik, die es Betreibern von Anlagen ermöglicht, Umweltschutzbelange systematisch und nachweisbar zu regeln. Umweltmanagementsysteme sind am effizientesten und wirksamsten, wenn sie integraler Bestandteil des Gesamtmanagements und des Betriebs der Anlage sind.

Ein UMS lenkt die Aufmerksamkeit des Anlagenbetreibers auf die Umweltleistung der Anlage, insbesondere durch den Einsatz eindeutiger Betriebsverfahren sowohl für den Betrieb bei Normalbedingungen als auch für den Betrieb bei anderen Bedingungen als Normalbedingungen und durch die genaue Darlegung der zugehörigen Verantwortlichkeiten.

Ein wirksames UMS beinhaltet das Konzept der ständigen Verbesserung, was bedeutet, dass es sich beim Umweltmanagement um einen laufenden Prozess handelt, nicht um ein Projekt, das letztendlich einmal abgeschlossen sein wird. Es gibt zwar unterschiedliche Prozessgestaltungen, die meisten Umweltmanagementsysteme beruhen aber auf dem Zyklus "Planen-Durchführen-Bewerten-Optimieren" (der im Zusammenhang mit sonstigem Unternehmensmanagement weithin eingesetzt wird). Bei dem Zyklus handelt es sich um ein iteratives dynamisches Modell, bei dem der Abschluss des einen Zyklus in den Beginn des folgenden Zyklus übergeht (siehe Abbildung 4.3).

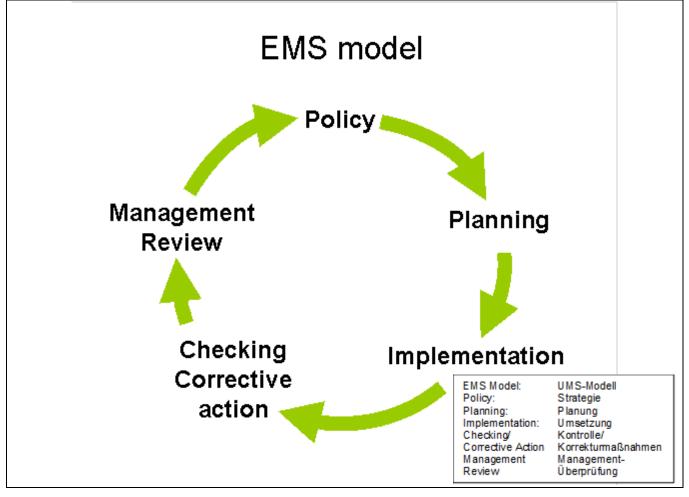


Abbildung 4.3: Kontinuierliche Verbesserung in einem UMS-Modell

Ein UMS kann die Form eines standardisierten oder nicht-standardisierten ("kundenspezifisch angepassten") Systems annehmen. Die Umsetzung und Einhaltung eines international anerkannten standardisierten Systems, wie zum Beispiel der EN ISO 14001:2004, kann dem UMS eine höhere Glaubwürdigkeit verleihen, vor allem, wenn es einer ordnungsgemäß durchgeführten externen Überprüfung unterzogen wird. Das Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung "EMAS" bietet wegen der Interaktion mit der Öffentlichkeit durch die Umwelterklärung und den Mechanismus zur Gewährleistung der Konformität mit den geltenden Umweltschutzvorschriften eine zusätzliche Glaubwürdigkeit. Nicht-standardisierte Systeme können jedoch im Prinzip ebenso wirksam sein, vorausgesetzt, sie werden ordnungsgemäß geplant und umgesetzt.

Sowohl standardisierte Systeme (EN ISO 14001:2004 oder EMAS) als auch nicht-standardisierte Systeme gelten zwar für Organisationen generell, im vorliegenden Dokument wird jedoch ein engerer Ansatz verfolgt, bei dem aufgrund der Tatsache, dass in der Richtlinie lediglich Anlagen reguliert werden, nicht alle Tätigkeiten einer Organisation (beispielsweise im Hinblick auf ihre Produkte und Dienstleistungen) einbezogen werden.

Ein UMS kann die folgenden Bestandteile enthalten:

- 1. besonderes Engagement der Führungskräfte, auch auf leitender Ebene;
- 2. Festlegung einer Umweltstrategie, die eine kontinuierliche Verbesserung der Anlage durch die Führungskräfte beinhaltet;
- 3. Planung und Umsetzung der erforderlichen Verfahren, Ziele und Vorgaben, einschließlich finanzieller Planung und Investitionen;
- 4. Durchführung der Verfahren unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte:
  - (a) Struktur und Zuständigkeiten,
  - (b) Personalbeschaffung, Schulung, Sensibilisierung und Kompetenz,
  - (c) Kommunikation,
  - (d) Einbeziehung der Arbeitnehmer,

- (e) Dokumentation,
- (f) effiziente Prozessregelung,
- (g) Instandhaltungsprogramme,
- (h) Bereitschaftsplanung und Maßnahmen für Notfallsituationen,
- (i) Gewährleistung der Einhaltung von Umweltschutzvorschriften;
- 5. Leistungskontrolle und Korrekturmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte:
  - (a) Überwachung und Messung (siehe auch das Referenzdokument "allgemeine Überwachungsgrundsätze") [89, COM 2014],
  - (b) Korrekturmaßnahmen und vorbeugende Maßnahmen,
  - (c) Führen von Aufzeichnungen,
  - (d) (soweit praktikabel) unabhängige interne und externe Prüfung, um festzustellen, ob mit dem Umweltmanagementsystem die vorgesehenen Regelungen eingehalten werden und ob das UMS ordnungsgemäß eingeführt wurde und angewandt wird;
- 6. Überprüfung des Umweltmanagementsystems und seiner fortgesetzten Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit durch die leitenden Führungskräfte;
- 7. Vorbereitung einer regelmäßigen Umwelterklärung;
- 8. Validierung durch eine Zertifizierungsstelle oder einen externen UMS-Prüfer;
- 9. kontinuierliche Entwicklung umweltverträglicherer Technologien;
- 10. Berücksichtigung der Umweltauswirkungen einer späteren Stilllegung der Anlage schon bei der Konzeption einer neuen Anlage sowie während der gesamten Nutzungsdauer;
- 11. regelmäßige Durchführung von sektorspezifischem Benchmarking.

#### Erzielte Umweltnutzen

Ein UMS fördert und unterstützt die ständige Verbesserung der Umweltleistung der Anlage. Falls die Anlage bereits über eine gute Gesamtumweltleistung verfügt, hilft ein UMS dem Betreiber dabei, das hohe Leistungsniveau beizubehalten.

#### Umweltleistung und betriebliche Daten

Es wurden keine spezifischen Informationen erhalten.

#### Medienübergreifende Effekte

Es liegen keine Meldungen vor. Die systematische Analyse der anfänglichen Umweltauswirkungen und Spielraum für Verbesserungen im Zusammenhang mit dem UMS legen die Grundlage für die Bewertung der besten Lösungen für alle Umweltmedien.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die oben beschriebenen Bestandteile können in der Regel bei allen Anlagen im Anwendungsbereich des vorliegenden Dokuments angewendet werden. Der Anwendungsbereich (z. B. die Detailtiefe) und die Art des Umweltmanagementsystems (z. B. standardisiert oder nicht-standardisiert) hängen in der Regel mit der Art, Größe und Komplexität der Anlage sowie mit dem Ausmaß ihrer potenziellen Umweltbelastung zusammen.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Kosten und die wirtschaftlichen Nutzen der Einführung und Beibehaltung eines guten Umweltmanagementsystems sind schwer abzuschätzen. Es gibt auch wirtschaftliche Vorteile, die das Ergebnis eines Umweltmanagementsystems sind, und diese sind von Sektor zu Sektor sehr unterschiedlich.

Die externen Kosten im Zusammenhang mit der Überprüfung des Systems können anhand der Leitlinien geschätzt werden, die vom internationalen Akkreditierungsforum herausgegeben wurden [96, IAF 2010].

#### Anlass für die Umsetzung

Der Anlass für die Einführung eines Umweltmanagementsystems besteht unter anderem in den folgenden Gründen:

- bessere Umweltleistung;
- besserer Einblick in die Umweltaspekte des Unternehmens, der zur Erfüllung der Umweltanforderungen von Kunden, Regulierungsbehörden, Banken, Versicherungsgesellschaften oder anderen Interessengruppen (beispielsweise Menschen, die in der Nähe der Anlage leben oder arbeiten) verwendet werden kann;
- bessere Grundlage zur Entscheidungsfindung;
- bessere Motivation des Personals (Führungskräfte können beispielsweise darauf vertrauen, dass Umweltauswirkungen kontrolliert werden und Mitarbeiter können das Gefühl haben, in einem umweltfreundlichen Unternehmen zu arbeiten);
- zusätzliche Gelegenheiten zur Reduzierung der Betriebskosten und zur Verbesserung der Produktqualität;
- besseres Image des Unternehmens;
- niedrigere Kosten für Haftung, Versicherung und die Nichteinhaltung von Rechtsvorschriften.

### Beispielanlagen

Umweltmanagementsysteme werden in einer Reihe von Anlagen in der ganzen EU eingesetzt.

#### Referenzliteratur

EMAS-Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 [15, Reg. 1221/2009]. EMAS-Website der GD Umwelt [14, GD Umwelt 2010]. EN ISO 14001: 2004. Website der ISO 14000 Normenfamilie [12, ISO 2004]. Technischer Ausschuss ISO 14000 [13, ISO 2010].

# 4.10 Lärmminderung

#### **Beschreibung**

Die wirksame Reduzierung des Lärmpegels wird entweder durch den Einsatz von Maßnahmen/Techniken direkt an der Lärmquelle oder durch Lärmbarrieren erreicht, mit denen die Ausbreitung des Lärms von der Lärmquelle zum Empfänger des Lärms verringert wird. Die wirksamste Kombination von Maßnahmen/Techniken muss für jede Anlage bzw. Produktionsstätte individuell ermittelt werden.

#### **Technische Beschreibung**

Lärmquellen ergeben sich aus allen Tätigkeiten, die auf dem Standort stattfinden, vom Verkehr zum und vom Standort bis zum Entladen von Holzrohstoffen und vom Produktionsprozess bis zum Versand der Endprodukte. Zur Reduzierung des Lärmpegels von der Anlage außerhalb der Grenzen des Standorts können verschiedene Maßnahmen zur Lärmminderung eingesetzt werden, zu denen primäre und sekundäre Maßnahmen gehören.

Zu den primären allgemeinen Maßnahmen gehören die folgenden Maßnahmen:

- I. Strategische Planung der Gebäudeanordnung zur Unterbringung der lautesten Tätigkeiten, z. B. so, dass Gebäude selbst als Schallschutz fungieren;
- II. Ausarbeitung und Umsetzung eines Programms zur Verringerung der Lärmbelastung, das je nach den tatsächlichen lokalen Bedingungen und Problemen aus den folgenden Elementen in einer mehr oder weniger auszuarbeitenden Form besteht:
  - Ausarbeitung und Umsetzung einer Kartierung der Lärmquellen auf dem Standort entsprechend ihrer Bedeutung für die einzelnen betroffenen Bereiche;
  - die Bestimmung der betroffenen Bereiche außerhalb der Standortgrenzen;
  - die Modellierung der Lärmausbreitung auf dem Standort und in seiner Umgebung, gestützt durch Lärmmessungen außerhalb der Standortgrenzen bei empfindlichen Rezeptoren;
  - Bewertung der Lärmminderungsmaßnahmen im Hinblick auf ihre Relevanz für den Lärmpegel in den betroffenen Bereichen und ihre geschätzten Kosten.

Die folgenden Maßnahmen wurden als primäre Maßnahmen gemeldet, die generell und in der gesamten Branche eingesetzt werden:

- III. regelmäßige Wartung aller Ausrüstungen;
- IV. Kapselung und/oder Schallisolierung von Ausrüstungen, Kompressoren, Motoren usw. mit hohen Lärmemissionen;
- V. Schalldämmung von Gebäuden generell;
- VI. Entkopplung einzelner Aggregate, wie zum Beispiel Lüftern, mechanischen Sieben und Luftumwälzern, zur Verhinderung bzw. Einschränkung der Ausbreitung von Erschütterungen und Resonanzgeräuschen;
- VII. Isolierung von Kanälen und Einsatz von Schalldämpfern und Dämpfung für Lüfter, Luftführungsanlagen, Maschinenabdeckungen, Förderanlagen usw.;
- VIII. Geschwindigkeitsbegrenzungen für Lastkraftwagen;
  - IX. Einschränkung der Betriebszeit in der Nacht für die meisten lauten Tätigkeiten, wie zum Beispiel Entrinden, Zerspaner, Zerkleinerung und für den allgemeinen Transportverkehr auf dem Holzlagerplatz usw.;
  - X. Vermeiden des Abwurfs von Baumstämmen und Reduzierung der Fallhöhe für Rundholz beim Beladen der Entrindungslinie;
  - XI. Stetes Geschlossenhalten von Türen und Toren bei Nichtnutzung.

Zu den generell eingesetzten sekundären Maßnahmen gehören:

- XII. Schalldämpfer, Lärmdämpfer auf Lüftern, Filter mit Schallschutzhauben, Zyklone mit akustischen Öffnungen/Schalldämpfern, Abluftschalldämpfer an Schornsteinen;
- XIII. Einsatz von Lärmschutzwänden, natürlichen Hindernissen oder Böschungen entlang der Standortgrenzen zur Abschirmung von Lärmquellen.

Überwachung: Durchführung regelmäßiger Lärmüberwachungskampagnen entsprechend der im Lärmmanagementplan bestimmten lokalen Empfindlichkeit.

#### **Erzielte Umweltnutzen**

Die Auswirkungen der reduzierten Lärmemissionen durch den Einsatz von primären und/oder sekundären Maßnahmen beziehen sich in erster Linie auf die Minimierung von Lärmbelästigung in der Umgebung außerhalb des Standorts. Eine weitere wichtige Auswirkung des Einsatzes von Maßnahmen an der Lärmquelle ist der Schutz der Gesundheit der Arbeitnehmer.

#### Medienübergreifende Effekte

Es wurden keine signifikanten Probleme gemeldet.

#### Betriebsdaten

In den Genehmigungen wird vorgeschrieben, dass der Lärm einen bestimmten Lärmemissionspegel nicht überschreiten darf, der in der Regel von Fall zu Fall und getrennt nach Wohngegenden und Industriegegenden und unterschiedlich für Tag und Nacht festgelegt wird.

Der Betreiber einer Anlage muss normalerweise Informationen über die Lärmverbreitung und die ergriffenen Maßnahmen zur Lärmminderung vorlegen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass keine allgemeingültigen Ergebnisse von Lärmmessungen vorgelegt werden können, weil die notwendigen Maßnahmen zur Lärmminderung von dem absoluten Wert in dB(A) an einem bestimmten Ort von einer spezifischen Lärmquelle in Kombination mit dem Abstand der Rezeptoren und der eingesetzten Lärmminderungsmaßnahmen bestimmt wird. Der Lärm und die Ausbreitung von Lärm zu den Rezeptoren ist von Standort zu Standort unterschiedlich.

#### Für die Anwendbarkeit relevante technische Erwägungen

Die Maßnahmen/Techniken zur Lärmminderung sind allgemein anwendbar.

Bestehende Anlagen haben unter Umständen keinen Platz für den Bau größerer Lärmschutzbarrieren im Freien und dürften es als schwierig ansehen, Anlagen innerhalb einer verbundenen Produktionsanordnung zu verlagern.

#### Wirtschaftlichkeit

Es sind zusätzliche Investitionen erforderlich und durch die zusätzlichen Lärmschutzmaßnahmen/-techniken fallen in der Regel Wartungskosten an. Dies gilt insbesondere für bestehende Anlagen. Die Höhe der genauen Kosten hängt von den lokalen Bedingungen ab. Die spezifischen Kostendaten zur Lärmminderung hängen von der Art der zu mindernden Lärmquelle, ihrer Menge und von der Frage ab, in welcher Entfernung zur Lärmquelle die Ergebnisse erzielt werden sollen.

#### Anlass für die Umsetzung

Lärm ist in der Umweltgenehmigung für die Anlage reguliert. Die Lärmbelästigung hängt von der Empfindlichkeit des lokalen Gebiets ab. Je nach der Entfernung zu den Rezeptoren ist die Lärmbelästigung mehr oder weniger ausgeprägt, wodurch der Umfang der erforderlichen Lärmminderung vorgeschrieben wird.

#### Beispielanlagen

Die genannten Lärmminderungsmaßnahmen werden nicht nur in der Holzwerkstoffbranche eingesetzt, sondern sind allgemeine Maßnahmen für die Minderung von Lärm von industriellen Tätigkeiten.

# 5 BVT-SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DIE HERSTELLUNG VON PLATTEN AUF HOLZBASIS

#### Anwendungsbereich

Diese BVT-Schlussfolgerungen betreffen die in Abschnitt 6.1 Buchstabe c des Anhangs I der Richtlinie 2010/75/EU genannten Tätigkeiten, nämlich:

• die Herstellung von einer oder mehrerer der folgenden Arten von Platten auf Holzbasis in Industrieanlagen mit einer Produktionskapazität von über 600 m³ pro Tag: Grobspanplatten (OSB-Platten), Spanplatten oder Faserplatten.

Gegenstand dieser BVT-Schlussfolgerungen sind insbesondere:

- die Herstellung von Platten auf Holzbasis;
- Verbrennungsanlagen vor Ort (einschließlich Motoren) zur Erzeugung von heißen Gasen für direkt beheizte Trockner;
- die Herstellung von mit Harzen imprägniertem Papier.

Diese BVT-Schlussfolgerungen gelten nicht für:

- Verbrennungsanlagen vor Ort (einschließlich Motoren), die keine heißen Gase für direkt beheizte Trockner erzeugen;
- das Laminieren, Lackieren oder Anstreichen von Rohplatten.

Folgende andere Merkblätter sind für die in diesen BVT-Schlussfolgerungen behandelten Tätigkeiten relevant:

Merkblatt	Gegenstand	
Überwachung der Emissionen aus IE-Anlagen in die Luft	Überwachung der Emissionen in die Luft und in das	
und in das Wasser (ROM)	Wasser	
Großfeuerungsanlagen (LCP)	Verbrennungstechniken	
Abfallverbrennung (WI)	Abfallverbrennung	
Energieeffizienz (ENE)	Energieeffizienz	
Abfallbehandlung (WT)	Abfallbehandlung	
Emissionen aus der Lagerung (EFS)	Lagerung und Umschlag von Material	
Ökonomische und medienübergreifende Effekte (ECM)	Wirtschaftliche und medienübergreifende Auswirkungen	
Okonomische und mediendbergrenende Effekte (ECM)	von Verfahren	
Herstellung von organischen Grundchemikalien (LVOC)	Produktion von Melamin, Harnstofformaldehydharzen	
The sterioring voir organisement Grundeneninkanen (Evoe)	und Methylendiphenyldiisocyanat	

#### Allgemeine Erwägungen

#### Beste verfügbare Techniken:

Die in diesen BVT-Schlussfolgerungen genannten und beschriebenen Techniken sind weder normativ noch erschöpfend. Es können andere Techniken eingesetzt werden, die mindestens ein gleiches Umweltschutzniveau gewährleisten.

Wenn nicht anders angegeben, sind diese BVT-Schlussfolgerungen allgemein anwendbar.

#### Mit den BVT assoziierte ("BVT-assoziierte") Emissionswerte für Emissionen in die Luft

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die BVT-assoziierten Emissionswerte für Emissionen in die Luft in diesen BVT-Schlussfolgerungen auf Konzentrationen, ausgedrückt als Masse emittierter Stoffe bezogen auf das

Abgasvolumen unter den Standardbedingungen (Temperatur 273,15 K, Druck 101,3 kPa) und im trockenen Bezugszustand, ausgedrückt in mg/Nm³.

Der Referenz-Sauerstoffgehalt ist folgender:

Emissionsquelle	Referenz-Sauerstoffgehalt
Direkt beheizte Spanplattentrockner oder direkt beheizte Grobspanplattentrockner (OSB Trockner), allein oder in Kombination mit der Presse	18 Vol% Sauerstoff
Alle anderen Quellen	Ohne Korrektur für Sauerstoff

Die Emissionskonzentration bei einem bestimmten Referenz-Sauerstoffgehalt wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$E_R = \quad \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \qquad \qquad \times E_M$$

dabei ist: E<sub>R</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>): Emissionskonzentration bezogen auf den Referenz-Sauerstoffgehalt;

O<sub>R</sub> (Vol.-%): Referenz-Sauerstoffgehalt;

E<sub>M</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>): gemessene Emissionskonzentration;

O<sub>M</sub> (Vol.-%): gemessener Sauerstoffgehalt.

Die BVT-assoziierten Emissionswerte für Emissionen in die Luft beziehen sich auf den Mittelwert aller während des Probenahmezeitraums gewonnenen Proben und bedeuten folgendes:

Mittelwert von drei aufeinanderfolgenden Messungen mit einer Dauer von jeweils mindestens 30 Minuten<sup>(1)</sup>.

(1) Bei Parametern, bei denen eine Messdauer von 30 Minuten aufgrund von Einschränkungen bei der Probenahme oder Analyse ungeeignet ist, kann ein geeigneterer Messzeitraum gewählt werden.

#### Mit den BVT assoziierte ("BVT-assoziierte") Emissionswerte für Emissionen in das Wasser

Die BVT-assoziierten Emissionswerte für Emissionen in das Wasser in diesen BVT-Schlussfolgerungen beziehen sich auf Konzentrationswerte (Masse emittierter Stoffe je Abwasservolumen), ausgedrückt in mg/l.

Die BVT-assoziierten Emissionswerte beziehen sich auf den Mittelwert der im Laufe eines Jahres entnommenen Proben, also den durchflussgewichteten Mittelwert aller über einen Probenahmezeitraum von 24 Stunden genommenen durchflussproportionalen Mischproben, die in einem Jahr mit der für den betreffenden Parameter festgelegten Mindesthäufigkeit und unter normalen Betriebsbedingungen genommen wurden.

Der durchflussgewichtete Mittelwert aller über einen Probenahmezeitraum von 24 Stunden genommenen durchflussproportionalen Mischproben wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$c_w = \sum_{i=1}^n c_i q_i / \sum_{i=1}^n q_i$$

dabei ist:  $c_w$  = durchflussgewichtete mittlere Konzentration des Parameters;

n = Anzahl der Messungen

 $c_i$  = mittlere Konzentration des Parameters im Zeitraum i;

 $q_i$  = mittlerer Volumenstrom im Zeitraum i.

Bei nachweislich ausreichender Durchflussstabilität kann eine zeitproportionale Probenahme erfolgen.

Alle BVT-assoziierten Emissionswerte für Emissionen in das Wasser gelten an dem Punkt, an dem die Emissionen die Anlage verlassen.

#### Begriffsbestimmungen und Abkürzungen

Für den Zweck dieser BVT-Schlussfolgerungen gelten die folgenden Definitionen:

Begriff	Begriffsbestimmung		
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf; die Menge an Sauerstoff, die zur Oxidation aller organischen Stoffe zu		
Kontinuierliche	Kohlendioxid benötigt wird (gewöhnlich bezogen auf Analysen mit Dichromatoxidation).  Kontinuierliche Ermittlung einer Messgröße mithilfe eines fest installierten "automatischen		
Messung	Messsystems" (AMS) oder eines "Systems für die kontinuierliche Emissionsüberwachung" (CEM).		
Kontinuierliche Presse	Plattenpresse zum Pressen von Endlosmatten.		
Diffuse Emissionen	Nicht gefasste Emissionen, die nicht über spezifische Austrittspunkte – wie z.B. Schornsteine – freigesetzt werden.		
Direkt beheizter Trockner	Ein Trockner, bei dem heiße Gase aus einer Verbrennungsanlage oder einer anderen Quelle in direkten Kontakt mit den zu trocknenden Spänen, Grobspänen oder Fasern kommen. Die Trocknung erfolgt durch Konvektion.		
Staub	Gesamtmenge an staubförmigen Stoffen		
Bestehende Anlage	Eine Anlage, die nicht neu ist.		
Fasern	Lignozellulosische Bestandteile von Holz oder anderem pflanzlichem Gewebe, die durch den mechanischen oder thermisch-mechanischen Aufschluss mithilfe eines Refiners gewonnen werden. Fasern dienen als Ausgangsstoff für die Herstellung von Faserplatten.		
Faserplatte	Gemäß der Norm EN 316 definiert als "plattenförmiger Werkstoff mit einer Dicke von 1,5 mm und größer, hergestellt aus Lignozellulosefasern unter Anwendung von Druck und/oder Hitze." Faserplatten können im Nassverfahren (Hartfaserplatten, mittelharte Faserplatten, weiche Faserplatten) oder im Trockenverfahren hergestellt werden (MDF-Platten).		
Hartholz	Eine Gruppe von Hölzern, u. a. Espe, Buche, Birke und Eukalyptus. Der Begriff "Hartholz" wird als Gegensatz zum Begriff "Weichholz" verwendet.		
Indirekt beheizter Trockner	Ein Trockner, bei dem ausschließlich durch Strahlungs- und Leitungswärme geheizt wird.		
Mattenstreuung	Der Prozess der Ausstreuung von Spänen, Grobspänen oder Fasern zur Formung der Matte, die dann in die Presse geleitet wird.		
Mehretagenpresse	Eine Plattenpresse, die eine oder mehrere individuell geformte Platten presst.		
Neue Anlage	Eine Anlage, die am Standort erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen genehmigt wird, oder der vollständige Ersatz einer Anlage nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen.		
$NO_X$	Summe von Stickoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ), angegeben als NO <sub>2</sub> .		
OSB	Grobspanplatte, gemäß der Norm EN 300 definiert als "aus langen, schlanken Holzspänen (Strands) mit vorbestimmter Form und Dicke und mit einem Bindemittel gefertigte Mehrschichtplatte. Die Strands in den Außenschichten sind parallel zur Plattenlänge oder -breite; die Strands in der Mittelschicht bzw. in den Mittelschichten können zufällig angeordnet sein oder sind im Allgemeinen rechtwinklig zu den Strands der Außenschichten ausgerichtet."		
Spanplatte	Gemäß der Norm EN 309 definiert als "plattenförmiger Holzwerkstoff, hergestellt durch Verpressen unter Hitzeeinwirkung von kleinen Teilen aus Holz (z. B. Holzspänen, Hobelspänen, Sägespänen) und/oder anderen lignozellulosehaltigen Teilchen (z. B. Flachsschäben, Hanfschäben, Bagasse) mit Klebstoffen."		
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane		
Periodische	Messung in bestimmten Zeitabständen mit manuellen oder automatischen Referenzverfahren.		
Messung			
Prozesswasser	Abwasser aus Prozessen und Tätigkeiten innerhalb der Produktionsanlage ohne Oberflächenabflusswasser.		
Altholz	Überwiegend Holz enthaltendes Material. Altholz kann aus "Gebrauchtholz" und "Industrierestholz" bestehen. "Gebrauchtholz" besteht überwiegend aus vom Endverbraucher genutzten Holz (postconsumer Holz).		
Zerfasern	Verarbeitung von Holzspänen zu Fasern mithilfe eines Refiners.		
Rundholz	Ein Baumstamm.		
Weichholz	Holz von Nadelbäumen (z. B. Kiefer und Fichte). Der Begriff "Weichholz" wird als Gegensatz zum Begriff "Hartholz" verwendet.		
Oberflächen- abflusswasser	Entwässerungs- und Niederschlagswasser von Holzlager- und -verarbeitungsplätzen im Freien,		
TSS	Gesamtmenge an Schwebstoffen (im Abwasser); Massenkonzentration aller suspendierten Feststoffe, gemessen durch Filtration durch Glasfaserfilter und Gravimetrie.		
TVOC	gesamte flüchtige organische Verbindungen, angegeben als Cges (in der Luft).		
	0 00,		

Vor- und nachgelagerte Holzverarbeitung Alle aktiven Bearbeitungs- und Umschlag-, Lager- oder Transporttätigkeiten im Zusammenhang mit Holzspänen, -hackschnitzeln, -grobspäne, oder -fasern und Pressplatten. Die vorgelagerte Verarbeitung umfasst die Holzbearbeitung ab dem Zeitpunkt, an dem der Rohstoff Holz den Lagerplatz verlässt. Zur nachgelagerten Verarbeitung gehören alle Prozesse nach dem Verlassen der Presse bis hin zur Übergabe der Rohplatte bzw. der bearbeiteten Platten die Lagerung. Der Trocknungsprozess und das Pressen der Platten gehören nicht zur vor- und nachgelagerten Holzverarbeitung.

# 5.1 Allgemeine BVT-Schlussfolgerungen

### 5.1.1 Umweltmanagementsystem

# BAT 1. Die BVT zur Verbesserung der allgemeinen Umweltleistung besteht in der Einführung und Anwendung eines Umweltmanagementsystems (UMS), das alle folgenden Merkmale umfasst:

- I. besonderes Engagement der Führungskräfte, auch auf leitender Ebene;
- II. Festlegung einer Umweltstrategie, die eine kontinuierliche Verbesserung der Anlage durch die Führungskräfte beinhaltet;
- III. Planung und Umsetzung der erforderlichen Verfahren, Ziele und Vorgaben, einschließlich finanzieller Planung und Investitionen;
- IV. Durchführung der Verfahren unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte:
  - a) Struktur und Zuständigkeiten,
  - b) Personalbeschaffung, Schulung, Sensibilisierung und Kompetenz,
  - c) Kommunikation,
  - d) Einbeziehung der Arbeitnehmer,
  - e) Dokumentation,
  - f) effiziente Prozessregelung,
  - g) Instandhaltungsprogramme,
  - h) Bereitschaftsplanung und Maßnahmen für Notfallsituationen,
  - i) Gewährleistung der Einhaltung von Umweltschutzvorschriften;

### V. Leistungskontrolle und Korrekturmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte:

- a) Überwachung und Messung (siehe auch das Referenzdokument "allgemeine Überwachungsgrundsätze")
- b) Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen,
- c) Führen von Aufzeichnungen,
- d) (soweit praktikabel) unabhängige interne und externe Prüfung, um festzustellen, ob mit dem Umweltmanagementsystem die vorgesehenen Regelungen eingehalten werden und ob das UMS ordnungsgemäß eingeführt wurde und angewandt wird;
- VI. Überprüfung des Umweltmanagementsystems und seiner fortgesetzten Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit durch die leitenden Führungskräfte;
- VII. kontinuierliche Entwicklung umweltverträglicherer Technologien;
- VIII. Berücksichtigung der Umweltauswirkungen einer späteren Stilllegung der Anlage schon bei der Konzeption einer neuen Anlage sowie während der gesamten Nutzungsdauer;
- IX. regelmäßige Durchführung von sektorspezifischem Benchmarking.

In manchen Fällen umfasst das Umweltmanagementsystem auch Folgendes:

- X. einen Abfallwirtschaftsplan (siehe BVT 11);
- XI. einen Qualitätskontrollplan für als Plattenrohstoff und Brennstoff verwendetes Altholz (siehe BVT 2b);
- XII. einen Lärmmanagementplan (siehe BVT 4);
- XIII. einen Geruchsmanagementplan (siehe BVT 9);
- XIV. einen Staubmanagementplan (siehe BVT 23).

#### Anwendbarkeit

Der Anwendungsbereich (z. B. die Detailtiefe) und die Art des Umweltmanagementsystems (z. B. standardisiert oder nicht-standardisiert) hängen in der Regel mit der Art, Größe und Komplexität der Anlage sowie mit dem Ausmaß ihrer potenziellen Umweltbelastung zusammen.

## 5.1.2 Gute Betriebspraxis

# BAT 2. Die BVT zur Minimierung der Umweltauswirkungen des Produktionsprozesses besteht in der Anwendung der Grundsätze einer guten Betriebspraxis, die alle im Folgenden beschriebenen Techniken umfassen.

	Beschreibung			
a	Sorgfältige Auswahl und Kontrolle von Chemikalien und Zusatzstoffen.			
	Anwendung eines Qualitätskontrollprogramms für Altholz, welches als Rohstoff und/oder			
b	Brennstoff <sup>(1)</sup> verwendet wird, insbesondere zur Überwachung von Schadstoffen wie As, Pb, Cd, Cr,			
U	Cu, Hg, Zn, Chlor, Fluor und PAK.			
c	Vorsicht bei Umschlag und Lagerung von Rohstoffen und Abfällen.			
Regelmäßige Wartung/Instandhaltung und Reinigung der Aggregate, Transport				
d	Rohstofflager.			
_	Überprüfung der Möglichkeiten für die Wiederverwendung des Prozesswassers und die Nutzu			
е	sekundärer Wasserquellen.			
(¹) EN 14961-1:2010 kann für die Klassifikation fester Biobrennstoffe herangezogen werden.				

BAT 3. Die BVT zur Minderung von Emissionen in die Luft besteht im Betrieb der Abgasbehandlungssysteme mit hoher Verfügbarkeit und bei optimaler Kapazität unter normalen Betriebsbedingungen.

#### **Beschreibung**

Besondere Verfahren lassen sich für Betriebszustände außerhalb des Normalbetriebs festlegen, insbesondere:

- i) während der An- und Abfahrvorgänge;
- ii) in anderen besonderen Situationen, die das ordnungsgemäße Funktionieren der Systeme beeinträchtigen könnten (z. B. ordentliche und außerordentliche Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Verbrennungsanlagen und/oder am Abgasbehandlungssystem).

#### 5.1.3 Lärm

BAT 4. Die BVT zur Vermeidung oder, sofern dies nicht möglich ist, Verminderung von Lärm und Erschütterungen besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Beschreibung	Anwendbarkeit			
Te	Techniken zur Vermeidung von Lärm und Erschütterungen				
a	Strategische Planung der Gebäudeanordnung zur Unterbringung der lautesten Tätigkeiten, z.B. so, dass Gebäude selbst als Schallschutz fungieren.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit durch den bereits bestehenden Grundriss eingeschränkt sein.			
ь	Umsetzung eines Programms zur Verringerung der Lärmbelastung, das eine Kartierung der Lärmquellen, die Bestimmung von externen Rezeptoren, die Modellierung der Lärmausbreitung und eine Einschätzung der kostenwirksamsten Maßnahmen und ihrer Umsetzung umfasst.	Allgemein anwendbar			
c	Durchführung regelmäßiger Lärmmessungen mit Überwachung der Lärmemissionen außerhalb der Anlage.				
Te	chniken zur Verringerung von Lärm und Erschütterungen aus Punktquel	len			
d	Kapselung von Aggregaten mit hohen Lärmemissionen oder Schallisolierung von Gebäuden.				
e	Entkopplung einzelner Aggregate zur Verhinderung bzw. Einschränkung der Ausbreitung von Erschütterungen und Resonanzgeräuschen.	Allgemein anwendbar.			
f	Isolierung von Punktquellen mithilfe von Schalldämpfern, Dämpfung, Dämpfungselementen für Lärmquellen, z. B. Ventilatoren, Belüftungen, Schalldämpfer und Schallschutzhauben für Filter.				
g	Stetes Geschlossenhalten von Türen und Toren bei Nichtnutzung. Minimierung der Fallhöhe bei der Entladung von Rundholz.				
Te	Techniken zur Verringerung von Lärm und Erschütterungen vor Ort				
h	Verringerung des Verkehrslärms durch Geschwindigkeitsbegrenzung für den internen Verkehr und für auf das Gelände fahrende Lastwagen.	Allgemein anwendbar.			
i	Einschränkung der im Freien auszuführenden Tätigkeiten in der Nacht.				
j	Regelmäßige Wartung aller Aggregate				
k	Einsatz von Lärmschutzwänden, natürlichen Hindernissen oder Böschungen zur Abschirmung von Lärmquellen.				

#### 5.1.4 Emissionen in den Boden und das Grundwasser

# BAT 5. Die BVT zur Vermeidung von Emissionen in den Boden und das Grundwasser besteht in der Verwendung der nachfolgend angegebenen Techniken.

- I. Verladung und Entladung von Harzen und anderen Hilfsstoffen nur in ausgewiesenen Bereichen, die gegen das Abfließen von Leckagen geschützt sind;
- II. Sammlung und Lagerung aller zu entsorgenden Stoffe in ausgewiesenen Bereichen, die gegen das Abfließen von Leckagen geschützt sind;
- III. Ausstattung aller Pumpenschächte oder sonstiger Zwischenlagern, aus denen Stoffe austreten können, mit Alarmen, die bei hohem Flüssigkeitsstand aktiviert werden;
- IV. Aufstellung und Durchführung eines Programms zur Prüfung und Inspektion von Tanks und Förderleitungen für Harze, Additive und Harzmischungen;
- V. Dichtheitsprüfungen aller Flansche und Ventile von Rohren, die zum Transport von anderen Materialien als Wasser und Holz verwendeten werden; Protokollierung dieser Prüfungen;
- VI. Bereitstellung eines Rückhaltesystems zum Auffangen sämtlicher Leckagen an Flanschen und Ventilen von zum Transport von anderen Materialien als Wasser und Holz verwendeten Rohren; ausgenommen davon sind technisch dichte Flansche und Ventile;
- VII. Bereitstellung von Sperren und geeignetem absorbierendem Material in ausreichender Menge;
- VIII. Vermeidung von unterirdischen Rohrleitungen zum Transport von anderen Stoffen als Wasser und Holz;
  - IX. Sammeln und sicheres Entsorgen sämtlichen Löschwassers;
  - X. Bau undurchlässiger Böden bei Rückhaltebecken für Oberflächenabflusswasser von Holzlagerplätzen im Freien.

## 5.1.5 Energiemanagement und Energieeffizienz

# BAT 6. Die BVT zur Verringerung des Energieverbrauchs besteht in der Einführung eines Energiemanagementplans der alle der folgenden Techniken beinhaltet:

- I. Nutzung eines Systems zur Rückverfolgung von Energieverbrauch und Energiekosten;
- II. Durchführung von Energieeffizienzüberprüfungen bei großen Vorhaben;
- III. Anwendung eines systematischen Konzepts zur ständigen Modernisierung der Aggregate zur Erhöhung der Energieeffizienz;
- IV. Verbesserung der Energieverbrauchskontrollen;
- V. interne Energiemanagementschulungen für das Personal.

# BAT 7. Die BVT zur Erhöhung der Energieeffizienz besteht in der Optimierung des Betriebs der Verbrennungsanlage durch Überwachung und Kontrolle der wichtigsten Verbrennungsparameter (z. B. O<sub>2</sub>, CO, NOx) und in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Entwässerung des Holzschlamms vor seiner Verwendung als Brennstoff	Allgemein anwendbar.
b	Wärmerückgewinnung aus heißen Abgasen in nassen Abgasreinigungssystemen mithilfe eines Wärmetauschers	
С	Rückführung heißer Abgase aus verschiedenen Prozessen in die Verbrennungsanlage oder Vorwärmen heißer Gase für den Trockner	Die Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein bei indirekt beheizten Trocknern, Fasertrocknern oder wenn die Konfiguration der Verbrennungsanlage keine kontrollierte Luftzufuhr zulässt.

# BAT 8. Die BVT zur effizienten Nutzung von Energie bei der Vorbereitung feuchter Fasern für die Herstellung von Faserplatten besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Beschreibung	Anwendbarkeit	
	Reinigung und Aufweichen	Mechanisches Reinigen und Waschen	Anwendbar bei neuen Refineranlagen	
a der Späne der rohen Holzspäne		der rohen Holzspäne	und umfassenden Nachrüstungen.	
h	Rückgewinnung von heißem Wasser zur		Anwendbar bei neuen Refineranlagen	
b Vakuumverdampfung		Dampferzeugung	und umfassenden Nachrüstungen.	
	Wärmerückgewinnung aus	Wärmetauscher zur Erzeugung von	Anwendbar bei neuen Refineranlagen	
c	Dampf während der	heißem Wasser zur Dampferzeugung	und umfassenden Nachrüstungen.	
	Zerfaserung	und zum Waschen der Späne	und unnassenden Nachtustungen.	

#### **5.1.6** Geruch

BAT 9. Die BVT zur Vermeidung oder, sofern dies nicht möglich ist, Verminderung von Gerüchen aus der Anlage besteht in der Einführung, Umsetzung und regelmäßigen Überarbeitung eines Geruchsmanagementplans als Teil des Umweltmanagementsystems (siehe BVT 1), der alle nachfolgenden Elemente umfasst:

- I ein Protokoll mit Maßnahmen und Fristen;
- II ein Protokoll zur Durchführung der Geruchsüberwachung;
- III ein Protokoll mit Handlungsanweisungen bei tatsächlich festgestellten Gerüchen;
- IV ein Programm zur Vermeidung und Verminderung von Geruchsemissionen zur Ermittlung der entsprechenden Quelle(n); zur Messung/Schätzung der Geruchsbelastung; zur Beschreibung des Beitrags der Quellen und zur Umsetzung von Vermeidungs- und/oder Minderungsmaßnahmen.

#### Anwendbarkeit

Die Anwendbarkeit ist auf Fälle beschränkt, in denen eine Geruchsbelästigung in Wohngebieten oder anderen sensiblen Gebieten (z. B. Erholungsgebieten) zu erwarten ist und/oder gemeldet wurde.

BAT 10. Die BVT zur Vermeidung und Verminderung von Geruchsemissionen besteht in der Behandlung der Abgase aus dem Trockner und der Presse gemäß BVT 17 und 19.

#### 5.1.7 Management von Abfall und Rückständen

BAT 11. Die BVT zur Vermeidung oder, sofern dies nicht möglich ist, Verminderung der zu entsorgenden Abfallmenge besteht in der Einführung und Umsetzung eines Abfallwirtschaftsplans als Teil des Umweltmanagementsystems (siehe BVT 1), der in folgender Abfallhierarchie sicherstellt, dass Abfall vermieden, zur Wiederverwendung vorbereitet, recycelt oder anderweitig verwertet wird.

BAT 12. Die BVT zur Verminderung der zu entsorgenden Menge fester Abfälle besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit	
a	Wiederverwendung intern gesammelter Industrieresthölzer wie Verschnitt und Ausschussplatten als Rohstoff.	Die Anwendbarkeit kann bei Faserplattenresten eingeschränkt sein.	
b	Verwendung von intern gesammelten Industrieresthölzern, wie Feinabfällen und Holzstaub, die mithilfe eines Entstaubungssystems gesammelt wurden, sowie von Holzschlamm aus der Abwasserfiltration, als Brennstoff (in entsprechend ausgestatteten Verbrennungsanlagen vor Ort) oder als Rohstoff.	Die Verwendung von Holzschlamm als Brennstoff kann eingeschränkt sein, wenn der für die Trocknung benötigte Energiebedarf größer ist als der entstehende Umweltnutzen.	
С	Nutzung von Sammelsystemen mit einer zentralen Filtration zur Optimierung der Sammlung von Rückständen, z. B. Gewebefilter, Zyklofilter oder Hochleistungszyklone.	Allgemein anwendbar bei neuen Anlagen. Bei bestehenden Anlagen kann die Anwendbarkeit durch den bereits bestehenden Grundriss eingeschränkt sein.	

# BAT 13. Die BVT zur Gewährleistung des sicheren Managements und der Wiederverwendung von Rostasche und Schlacke aus der Biomassefeuerung besteht in der Anwendung aller folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Kontinuierliche Überprüfung der Möglichkeiten der internen und externen Wiederverwendung von Rostasche und Schlacke.	Allgemein anwendbar.
b	Ein effizienter Verbrennungsprozess, der den Restkohlenstoffgehalt senkt.	Allgemein anwendbar.
С	Sichere Handhabung und Beförderung von Rostasche und Schlacke in geschlossenen Fördersystemen und Behältnissen oder durch Befeuchtung.	Eine Befeuchtung ist nur notwendig, wenn die Rostasche und Schlacke aus Sicherheitsgründen befeuchtet werden müssen.
d	Sichere Lagerung von Rostasche und Schlacke in einem dafür ausgewiesenen undurchlässigen Bereich mit Sammlung des Sickerwassers.	Allgemein anwendbar.

# 5.1.8 Überwachung

BAT 14. Die BVT besteht in der Überwachung von Emissionen in die Luft und in das Wasser und der Überwachung der bei Verbrennungsprozessen entstehenden Rauchgase unter Einhaltung maßgeblicher EN-Normen mit der im Folgenden angegebenen Mindesthäufigkeit. Wenn keine EN-Normen verfügbar sind, besteht die BVT in der Anwendung von ISO-Normen, nationalen Normen oder sonstigen internationalen Normen, die die Ermittlung von Daten von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität gewährleisten.

Parameter	Norm(en):	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Die Überwachung ist verbunden mit
Staub	EN 13284-1		BVT 17
TVOC <sup>(1)</sup>	EN 12619		BVT 17
Formaldehyd	Keine EN-Norm vorhanden <sup>(6)</sup>	Periodische Messung	BVT 17
NO <sub>X</sub>	EN 14792	mindestens alle sechs Monate	BVT 18
HCl <sup>(4)</sup>	EN 1911		_
HF <sup>(4)</sup>	ISO 15713		_
SO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	EN 14791		_
Metalle <sup>(3),(4)</sup>	EN 13211 (für Hg), EN 14385 (für andere Metalle)	Periodische Messung mindestens einmal im Jahr	_
PCDD/F <sup>(4)</sup>	EN 1948 Teil 1, 2 und 3		_
NH <sub>3</sub> <sup>(5)</sup>	Keine EN-Norm vorhanden		_

<sup>(1)</sup> Gemäß EN ISO 25140 oder EN ISO 25139 überwachtes Methan wird vom Ergebnis abgezogen, wenn als Brennstoff Erdgas, Flüssiggas usw. verwendet wird.

<sup>(6)</sup> In Ermangelung einer EN-Norm wird die isokinetische Probenahme in einer Lösung mit einer beheizten Sonde und einem Filterkasten und ohne Sondenreinigung bevorzugt, z.B. basierend auf der Methode M316 der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde.

Überwachung der Emissionen in die Luft aus der Presse				
Parameter	Norm(en):	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Die Überwachung ist verbunden mit	
Staub	EN 13284-1	Periodische Messung mindestens alle sechs Monate	BVT 19	
TVOC	EN 12619		BVT 19	
Formaldehyd	Keine EN-Norm vorhanden <sup>(2)</sup>	and books Monate	BVT 19	

#### Überwachung der Emissionen in die Luft aus Trockenöfen zur Imprägnierung von Papier

Parameter	Norm(en):	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Die Überwachung ist verbunden mit
TVOC <sup>(1)</sup>	EN 12619	Periodische Messung mindestens	BVT 21
Formaldehyd	Keine EN-Norm vorhanden <sup>(2)</sup>	einmal im Jahr	BVT 21

 $<sup>^{(1)}</sup>$  Gemäß EN ISO 25140 oder EN ISO 25139 überwachtes Methan wird vom Ergebnis abgezogen, wenn als Brennstoff Erdgas, Flüssiggas usw. verwendet wird.

<sup>(2)</sup> Nicht relevant, wenn als Brennstoffe überwiegend Brennstoffe auf Holzbasis, Erdgas, Flüssiggas usw. verwendet werden.

<sup>(3)</sup> Einschließlich As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl und V.

<sup>(4)</sup> Relevant, wenn verunreinigtes Altholz als Brennstoff verwendet wird.

<sup>(5)</sup> Relevant, wenn die SNCR angewandt wird.

<sup>&</sup>lt;sup>(2)</sup> In Ermangelung einer EN-Norm wird die isokinetische Probenahme in einer Lösung mit einer beheizten Sonde und einem Filterkasten und ohne Sondenreinigung bevorzugt, z.B. basierend auf der Methode M316 der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde.

Überwachung der gefassten Emissionen in die Luft aus der vorgelagerten und nachgelagerten Verarbeitung					
Parameter   Normieni:		Die Überwachung ist verbunden mit			
Staub	EN 13284-1 <sup>(1)</sup>	Periodische Messung mindestens einmal im Jahr	BVT 20		

<sup>(1)</sup> Die Probenahme aus Schlauchfiltern und Zyklonfiltern kann durch die kontinuierliche Überwachung des Druckabfalls innerhalb des Filters ersetzt werden, der dann als indikativer Surrogatparameter dient.

Überwachung des bei Verbrennungsprozessen entstehenden Rauchgases, das anschließend in direkt beheizten
Trocknern weiterverwendet wird <sup>(1)</sup>

Parameter	Norm(en):	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Die Überwachung ist verbunden mit
NO <sub>X</sub>	Periodisch: EN 14792 Kontinuierlich: EN 15267-1 bis 3 und EN 14181	Periodische Messung mindestens	BVT 7
СО	Periodisch: EN 15058 Kontinuierlich: EN 15267-1 bis 3 und EN 14181	einmal im Jahr oder kontinuierliche Messung	BVT 7

<sup>(1)</sup> Die Messung erfolgt vor der Mischung des Rauchgases mit anderen Luftströmen und nur, wenn dies technisch machbar ist.

Überwachung der Emissionen in das Wasser aus der Holzfaserherstellung					
Parameter	Norm(en):	Mindesthäufigkeit der Überwachung	Die Überwachung ist verbunden mit		
TSS	EN 872		BVT 27		
CSB <sup>(1)</sup>	Keine EN-Norm vorhanden	Periodische Messung mindestens	BVT 27		
TOC (organisch gebundener Gesamtkohlenstoff, angegeben als C)	EN 1484	einmal pro Woche.	-		
Metalle <sup>(2)</sup> , sofern relevant (z. B. wenn Altholz verwendet wird)	Verschiedene EN- Normen verfügbar	Periodische Messung mindestens alle sechs Monate	-		

<sup>(1)</sup> Aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen wird anstelle des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) zunehmend der gesamte organisch gebundene Kohlenstoff (TOC)gemessen. Eine Korrelation zwischen diesen beiden Parametern sollte standortspezifisch erstellt

(2) Einschließlich As, Cr, Cu, Ni, Pb und Zn.

Überwachung der Emissionen in das Wasser aus dem Oberflächenabflusswasser					
Parameter	Norm(en):	Mindesthäufigkeit der Überwachung  Die Überwachung ist verbunden mit			
TSS	EN 872	Periodische Messung mindestens alle drei Monate <sup>(1)</sup>	BVT 25		

<sup>(1)</sup> Die durchflussproportionale Probenahme kann durch eine andere Standard-Probenahme ersetzt werden, wenn der Durchfluss für eine repräsentative Probenahme nicht ausreicht.

# BAT 15. Die BVT zur Gewährleistung der Stabilität und Effizienz der zur Vermeidung und Verringerung von Emissionen verwendeten Techniken besteht in der Überwachung geeigneter Surrogatparameter.

#### **Beschreibung**

Die überwachten Surrogatparameter können beinhalten: Abgasvolumenstrom; Abgastemperatur; Erscheinungsbild der Emissionen; Wasserdurchfluss und Wassertemperatur in den Abgaswäschern; Spannungsabfall bei den Elektrofiltern; Ventilatorendrehzahl und Druckabfall im Gewebefilter. Die Auswahl der Surrogatparameter ist abhängig von den zur Vermeidung und Verminderung der Emissionen eingesetzten Techniken.

BAT 16. Die BVT besteht in der Überwachung der maßgeblichen Prozessparameter, die für die Emissionen in das Wasser aus dem Produktionsprozess relevant sind, einschließlich Abwasservolumenstrom, pH-Wert und Temperatur.

## 5.2 Emissionen in die Luft

#### 5.2.1 Gefasste Emissionen

BAT 17. Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung von Emissionen in die Luft aus dem Trockner besteht im Erreichen und Steuern eines ausgewogenen Trocknungsprozesses und in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Wichtigste gemind Schadstoffe	Anwendbarkeit
a	Entstaubung des heißen Gases, welches einem direkt beheizten Trockner zugeführten wird, in Kombination mit einer der folgenden Techniken oder einer Kombination der folgenden Techniken.	Staub	Die Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein, z.B. wenn kleinere Holzstaubbrenner vorhanden sind.
b	Gewebefilter <sup>(1)</sup>	Staub	Nur bei indirekt beheizten Trocknern anwendbar. Aufgrund von Sicherheitsgründen ist bei der ausschließlichen Verwendung von Altholz besondere Vorsicht geboten.
c	Zyklon <sup>(1)</sup>	Staub	Allgemein anwendbar.
d	UTWS-Trockner und Verbrennung mit Wärmetauscher sowie thermische Behandlung von abgeleitetem Trocknerabgas <sup>(1)</sup>	Staub, flüch organische Verbindungen	Nicht anwendbar bei Fasertrocknern. Die Anwendbarkeit kann bei bestehenden Verbrennungsanlagen, die für eine Nachverbrennung eines Teils des Trocknerabgases nicht geeignet sind, eingeschränkt sein.
e	Nasselektrofilter <sup>(1)</sup>	Staub, flüch organische Verbindungen	Allgemein anwendbar.
f	Nasswäscher <sup>(1)</sup>	Staub, flüch organische Verbindungen	Allgemein anwendbar.
gg	Biowäscher <sup>(1)</sup>	Staub, flüch organische Verbindungen	Die Anwendbarkeit kann aufgrund hoher Staubkonzentrationen und hoher Temperaturen im Trocknerabgas eingeschränkt sein.
h	Chemischer Abbau oder chemische Abscheidung von Formaldehyd mit Chemikalien in Kombination mit einem Nasswäschesystem eschreibung der Techniken in Abschnitt 5.4.1	Formaldehyd	Allgemein anwendbar bei Nassreinigungssystemen.

**BVT-assoziierte Emissionswerte** - Tabelle 1

**Tabelle 1: BVT-assoziierte Emissionswerte für** Emissionen in die Luft aus dem Trockner bzw. für gemeinsam behandelte Emissionen aus dem Trockner und der Presse

Parameter	Produkt	Trocknertyp	Einheit	BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert über Probenahmedauer)
	Spanplatte	Direkt beheizter Trockner		3–30
Staub	oder OSB	Indirekt beheizter Trockner		3–10
	Faserplatte	Alle Typen		3–20
	Spanplatte			< 20–200(1),(2)
TVOC	OSB	Alle Typen	mg/Nm <sup>3</sup>	10-400 <sup>(2)</sup>
	Faserplatte	<b>J1</b>		< 20–120
	Spanplatte			< 5–10 <sup>(3)</sup>
Formaldehyd	OSB	Alle Typen		< 5–20
	Faserplatte	<b>7</b> 1		< 5–15

<sup>(1)</sup> Dieser BVT-assoziierte Emissionswert gilt nicht, wenn als Hauptrohstoff Kiefer verwendet wird.

Die zugehörige Überwachung ist in BAT 14 angegeben.

BAT 18. Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der NOx-Emissionen in die Luft aus direkt beheizten Trocknern besteht in Technik a oder Technik a in Kombination mit Technik b.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Effizienter Betrieb des Verbrennungsverfahrens mit luft- und brennstoffgestufter Verbrennung bei gleichzeitiger Staubfeuerung, Wirbelschichtfeuerung oder Rostfeuerung	Allgemein anwendbar.
b	Selektive nichtkatalytische Reduktion (SNCR) durch Injektion und Reaktion mit Harnstoff oder flüssigem Ammoniak.	Die Anwendbarkeit kann aufgrund sehr variabler Verbrennungsbedingungen eingeschränkt sein.

**BVT-assoziierte Emissionswerte** – siehe Tabelle 2

Tabelle 2: BVT-assoziierte Emissionswerte für NO<sub>X</sub>-Emissionen in die Luft aus direkt beheizten Trocknern

Parameter	Einheit	BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert über Probenahmedauer)
NOx	$mg/Nm^3$	30–250

Die zugehörige Überwachung ist in BAT 14 angegeben.

BAT 19. Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung von Emissionen in die Luft aus Pressen besteht im Quenchen des gesammelten Pressenabgases innerhalb der Leitung und einer geeigneten Kombination der im Folgenden beschriebenen Techniken.

<sup>(2)</sup> Mithilfe eines UTWS-Trockners lässt sich ein Emissionswert von unter 30 mg/Nm³ erzielen.

<sup>(3)</sup> Wenn fast ausschließlich Altholz verwendet wird, kann der höhere Wert bis zu 15 mg/Nm³ betragen.

	Technik	Wichtigste geminderte Schadstoffe	Anwendbarkeit		
a	Auswahl von Harzen mit geringen Formaldehydgehalt	Flüchtige organische Verbindungen	Die Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein, z.B. aufgrund der Nachfrage nach einer bestimmten Produktqualität.		
b	Kontrollierter Betrieb der Presse mit ausgewogener Pressentemperatur, ausgewogenem Druck und ausgewogener Pressgeschwindigkeit	Flüchtige organische Verbindungen	Die Anwendbarkeit kann eingeschränkt sein, z.B. wenn die Presse eine bestimmte Produktqualität erzeugen soll.		
c	Nasswäsche der gefassten Pressenabgase mit Venturi-Wäschern oder Hydrozyklonen usw. <sup>(1)</sup>	Staub, flüchtige organische Verbindungen			
d	Nasselektrofilter <sup>(1)</sup>	Staub, flüchtige organische Verbindungen	Allgemein anwendbar.		
e	Biowäscher <sup>(1)</sup>	Staub, flüchtige organische Verbindungen			
f	Nachverbrennung als letzter Behandlungsschritt nach dem Nasswäscher	Staub, flüchtige organische Verbindungen	Die Anwendbarkeit kann bei bestehenden Anlagen ohne geeignete Verbrennungsanlage eingeschränkt sein.		
(1) Bes	(1) Beschreibung der Techniken in Abschnitt 5.4.1				

#### **BVT-assoziierte Emissionswerte** – siehe Tabelle 3.

Tabelle 3: BVT-assoziierte Emissionswerte für Emissionen in die Luft aus der Presse

Parameter	Einheit	BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert über Probenahmedauer)
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	3–15
TVOC	mg/Nm <sup>3</sup>	10–100
Formaldehyd	mg/Nm <sup>3</sup>	2–15

Die zugehörige Überwachung ist in BAT 14 angegeben.

# BAT 20. Die BVT zur Verminderung der Staubemissionen in die Luft aus der vor- und nachgelagerten Holzverarbeitung, der Beförderung von Holzmaterialien und der Mattenstreuung besteht im Einsatz eines Gewebefilters oder eines Zyklofilters.

#### Anwendbarkeit

Aus Sicherheitsgründen ist ein Gewebefilter oder ein Zyklofilter nicht anwendbar, wenn Altholz als Rohstoff verwendet wird. In diesem Fall kann eine Nassreinigungstechnik (z. B. ein Wäscher) eingesetzt werden.

BVT-assoziierte Emissionswerte - siehe Tabelle 4.

Tabelle 4: BVT-assoziierte Emissionswerte für gefasste Staubemissionen in die Luft aus der vor- und nachgelagerten Holzverarbeitung, der Beförderung von Holzmaterialien und der Mattenstreuung

Parameter	Einheit	BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert über Probenahmedauer)
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	< 3–5 <sup>(1)</sup>
(1) Wird kein Gewebefilter oder Zyklofilter verwendet, kann der obere Wert bei bis zu 10 mg/Nm³ liegen.		

Die zugehörige Überwachung ist in BAT 14 angegeben.

BAT 21. Die BVT zur Verminderung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen in die Luft aus Trockenöfen zur Imprägnierung von Papier besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Auswahl und Verwendung von Harzen mit einem niedrigen Formaldehydanteil	
b	Kontrollierter Betrieb von Öfen mit ausgeglichenen Temperatur- und Geschwindigkeitsverhältnissen	Allgemein anwendbar.
С	Nachverbrennung von Abgasen in einer regenerativen Nachverbrennungsanlage (RTO bzw. RNV) oder einer katalytisch Nachverbrennungsanlage (CTO) <sup>(1)</sup>	
d	Nachverbrennung oder Verbrennung von Abgasen in einer Verbrennungsanlage	Die Anwendbarkeit kann bei bestehenden Anlagen eingeschränkt sein, falls am Standort keine geeignete Verbrennungsanlage vorhanden ist
e	Nasswäsche von Abgasen mit darauffolgender Behandlung in einem Biofilter <sup>(1)</sup>	Allgemein anwendbar.
(1) Bes	schreibung der Technik in Abschnitt 5.4.1	

**BVT-assoziierte Emissionswerte** - siehe Tabelle 5.

Tabelle 5: BVT-assoziierte Emissionswerte für TVOC- und Formaldehydemissionen in die Luft aus einem Trockenofen zur Imprägnierung von Papier

Parameter	Einheit	BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert über Probenahmedauer)
TVOC	mg/Nm <sup>3</sup>	5–30
Formaldehyd	mg/Nm³	< 5-10

Die zugehörige Überwachung ist in BAT 14 angegeben.

#### 5.2.2 Diffuse Emissionen

BAT 22. Die BVT zur Vermeidung oder, sofern dies nicht möglich ist, Verminderung von diffusen Emissionen in die Luft aus der Presse besteht in der Optimierung der Effizienz der Abgaserfassung und in der Abgasableitung zur Behandlung (siehe BVT 19).

#### **Beschreibung**

Wirksame Erfassung und Behandlung von Abgasen (siehe BVT 19) sowohl am Ausgang der Presse als auch entlang der Presslinie bei kontinuierlichen Pressen. Bei bestehenden Mehretagenpressen kann die Anwendbarkeit einer Kapselung der Presse aus Sicherheitsgründen eingeschränkt sein.

BAT 23. Die BVT zur Verminderung diffuser Staubemissionen in die Luft beim Transport, beim Umschlag und bei der Lagerung von Holzmaterialien besteht in der Einführung und Umsetzung eines Staubmanagementplans als Bestandteil des Umweltmanagementsystems (siehe BVT 1) und in der Anwendung einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Regelmäßige Reinigung der Transportwege, Lagerplätze und Fahrzeuge	
b	Entladung von Sägespänen mithilfe abgedeckter Durchfahrts-Entladezonen	A 11
	Lagerung von Sägespänen, staubanfälligem Material in Silos, Behältern, überdachten	Allgemein anwendbar.
	Stapeln usw. oder umschlossenen Haufwerken	anwendbar.
d	Unterdrückung von Staubemissionen durch Wasserberieselung	

## 5.3 Emissionen ins Wasser

# BAT 24. Die BVT zur Verringerung der Schadstoffbelastung des gesammelten Abwassers besteht aus den beiden im Folgenden beschriebenen Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit
a	Sammlung und getrennte Behandlung von Oberflächenabflusswasser und Prozessabwasser	Die Anwendbarkeit kann auf bestehenden Anlagen aufgrund der Beschaffenheit der bestehenden Entwässerungsinfrastruktur eingeschränkt sein
b	Lagerung von Holz aller Art, ausgenommen Rundholz oder Schwarten <sup>(1)</sup> , auf versiegelten Flächen	Allgemein anwendbar
(1) Äußeres Holzstück, mit oder ohne Rinde, aus Anschnitten im Sägeprozess zur Verarbeitung des Stammes zu Schnittho (Nutzholz).		

# BAT 25. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in Oberflächenabflusswasser besteht in einer Kombination der im Folgenden beschriebenen Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit		
a	Mechanische Trennung von grobem Material durch Siebe als Vorbehandlung	Allgemein anwendbar.		
b	Ölabscheidung (1)	Allgemein anwendbar.		
С	Abscheidung von Feststoffen durch Sedimentation in Rückhaltebecken oder Absetzbecken (1)	Einschränkungen der Anwendbarkeit der Sedimentation aufgrund des Platzbedarfs sind möglich.		
(1) Besc	(1) Beschreibungen der Techniken in Abschnitt 1.4.2			

#### **BVT-assoziierte Emissionswerte -** siehe Tabelle 6.

Tabelle 6: BVT-assoziierte Emissionswerte für TSS für die direkte Einleitung von Oberflächenabflusswasser in einen Vorfluter

Parameter	Einheit BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert der in einem Jahr gewonnenen pro	
TSS	mg/l	10–40

Die zugehörige Überwachung ist in BAT 14 angegeben.

# BAT 26. Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung der Erzeugung von Prozessabwässern bei der Holzfaserherstellung besteht in der Maximierung des Prozesswasser-Recyclings.

#### **Beschreibung**

Recycling des Prozesswassers aus dem Waschen, Kochen und/oder Zerfasern der Hackschnitzel in geschlossenen oder offenen Kreisläufen durch Behandlung des Prozesswassers im Refineranlagen-Schritt mittels mechanischer Abtrennung von Feststoffen auf die geeignetste Art und Weise oder durch Verdunstung.

# BAT 27. Die BVT zur Verringerung der Emissionen in das Wasser aus der Holzfaserherstellung besteht in einer Kombination der im Folgenden beschriebenen Techniken.

	Technik	Anwendbarkeit	
a	Mechanische Abtrennung von grobem Material durch Siebe	A 11	
1.	Physikalisch-chemische Abtrennung, z. B. mittels Sandfiltern,	Allgemein anwendbar.	
b Druckentspannungsflotation, Koagulation und Ausflockung <sup>(1)</sup>			
С	c Biologische Behandlung <sup>(1)</sup>		
(1) Beschreibungen der Techniken in Abschnitt 1.4.2.			

**BVT-assoziierte Emissionswerte -** siehe Tabelle 7.

Tabelle 7: BVT-assoziierte Emissionswerte für die direkte Einleitung von Prozessabwasser aus der Holzfaserherstellung in den Vorfluter

Parameter	BVT-assoziierte Emissionswerte (Mittelwert der in einem Jahr gewonnenen Stichproben)
	mg/l
TSS	5–35
COD	20–200

Die zugehörige Überwachung ist in BAT 14 angegeben.

BAT 28. Die BVT zur Vermeidung oder Verminderung des Anfalls von Abwasser aus Nassreinigungssystemen, das vor der Einleitung behandelt werden muss, besteht in einer der folgenden Techniken oder in einer Kombination der folgenden Techniken.

Technik <sup>(1)</sup>	Anwendbarkeit
Sedimentation, Dekantierung, Schnecken- und Bandpressen zur Entfernung der	
gesammelten Feststoffe in Nassreinigungssystemen	Allgemein anwendbar.
Druckentspannungsflotation. Koagulation und Ausflockung mit anschließender	
Entfernung der Flocken durch Flotation mit Druckentspannung	
(1) Beschreibungen der Techniken in Abschnitt 1.4.2.	

# 5.4 Beschreibung von Techniken

# 5.4.1 Emissionen in die Luft

Technik	Beschreibung
Biofilter	Ein Biofilter baut organische Verbindungen mittels biologischer Oxidation ab. Ein Abgasstrom wird durch ein Tragbett mit inertem Material (z. B. Kunststoff oder Keramik) geleitet, auf dem die organischen Verbindungen mithilfe natürlich vorkommender Mikroorganismen oxidieren. Der Biofilter reagiert sensibel auf Staub, hohe Temperaturen oder starke Schwankungen der Abgas-Eintrittstemperatur.
Biowäscher	Ein Biowäscher ist eine Kombination aus einem Biofilter und einem Nasswäscher, der den Einsatz des Abgases vorbereitet, indem er Staub entfernt und die Eintrittstemperatur senkt. Das Wasser wird kontinuierlich in den Kreislauf zurückgeführt, indem es von oben in die Festbettsäule eintritt und von dort nach unten sickert. Das Wasser sammelt sich in einem Absetzbecken, in dem weitere Zersetzungsprozesse stattfinden. Anpassungen des pH-Werts und die Zugabe von Nährstoffen können die Zersetzung optimieren.
Zyklon	Ein Zyklon nutzt die Masseträgheit, um mithilfe der Zentrifugalkraft, üblicherweise in einer konischen Kammer, Staub aus den Abgasströmen zu entfernen. Zyklone werden für die Vorbehandlung vor der weiteren Entstaubung oder Abscheidung organischer Verbindungen eingesetzt. Sie können einzeln oder als Multizyklone angewendet werden.
Zyklofilter	Ein Zyklofilter ist eine Kombination aus Zyklontechnik (zum Abscheiden von gröberem Staub) und Gewebefiltern (zum Einfangen von feinerem Staub).
Elektrofilter	Elektrofilter laden Partikel elektrisch auf und trennen diese Partikel dann unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes ab. Elektrofilter kommen unter den unterschiedlichsten Anwendungsbedingungen zum Einsatz.
Nasselektrofilter	Der Nasselektrofilter besteht aus einer Nasswäscher-Stufe, bei der das Abgas gewaschen und kondensiert wird, und einem im Nassmodus arbeitenden elektrostatischen Abscheider, in dem das gesammelte Material von den Platten der Kollektoren durch Abspülen mit Wasser entfernt wird. Üblicherweise wird ein Mechanismus eingebaut, um vor dem Ableiten des Abgases Wassertröpfchen zu entfernen (z. B. ein Gebläse). Der gesammelte Staub wird von der wässrigen Phase getrennt.
Gewebefilter	Gewebefilter bestehen aus einem durchlässigen Web- oder Filzstoff, durch den die Gase geleitet werden, um Partikel zu entfernen. Die Verwendung eines Gewebefilters erfordert die Wahl eines Stoffes, der für die Beschaffenheit des Rauchgases und die maximale Betriebstemperatur geeignet ist.
Katalytische Nachverbrennung (KNV) – catalytic thermal oxdizer (CTO)	Katalytische Nachverbrennungsanlagen zerstören organische Verbindungen katalytisch über eine Metalloberfläche und thermisch in einer Verbrennungskammer, in der eine durch Verbrennung von Brennstoff, üblicherweise Erdgas, und der im Abgas enthaltenen flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) erzeugte Flamme den Abgasstrom erhitzt. Die Verbrennungstemperatur liegt zwischen 400 °C und 700 °C. Vor seiner Freisetzung kann aus dem behandelten Abgas Wärme rückgewonnen werden.
Regenerative Nachverbrennung (RNV) – renerative thermal oxdizer (RTO)	Nachverbrennungsanlagen zerstören organische Verbindungen thermisch in einer Verbrennungskammer, in der eine durch Verbrennung von Brennstoff, üblicherweise Erdgas, und der im Abgas enthaltenen flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) erzeugte Flamme den Abgasstrom erhitzt. Die Verbrennungstemperatur liegt zwischen 800 °C und 1100 °C. Regenerative Nachverbrennungsanlagen umfassen zwei oder mehr Keramik-Festbettkammern, bei denen die Verbrennungswärme aus dem Verbrennungszyklus in der ersten Kammer zum Vorheizen des Festbettes in der zweiten Kammer verwendet wird. Vor seiner Freisetzung kann aus dem behandelten Abgas Wärme rückgewonnen werden.

	UTWS ist eine deutsche Abkürzung: "Umluft" (Rückführung des Trocknerabgases),
	"Teilstromverbrennung" (Nachverbrennung eines umgeleiteten Teils des
	Trocknerabgasstroms), "Wärmerückgewinnung" (Wärmerückgewinnung aus dem
UTWS-Trockner	Trocknerabgas), "Staubabscheidung" (Staubbehandlung er Luftemissionen aus der
und Verbrennung	Verbrennungsanlage).
mit	
Wärmetauscher	UTWS ist eine Kombination aus einem Rotationstrockner mit einem Wärmetauscher
und thermischer	und einer Verbrennungsanlage mit Rückführung des Trocknerabgases. Das
Behandlung des	rückgeführte Trocknerabgas ist ein Heißdampfstrom, der ein
abgeleiteten	Dampftrocknungsverfahren ermöglicht. Das Trocknerabgas wird in einem
Trocknerabgases	Wärmetauscher, der durch die Verbrennungsrauchgase erhitzt wird, wieder erwärmt
	und zurück in den Trockner gespeist. Ein Teil des Trocknerabgasstroms wird
	kontinuierlich zur Nachverbrennung in die Verbrennungskammer geleitet. Die im
	Zuge der Holztrocknung emittierten Schadstoffe werden im Wärmetauscher und in
	der Nachverbrennung zerstört. Die aus der Verbrennungsanlage abgeleiteten Rauchgase werden mit einem Gewebefilter oder einem Elektrofilter behandelt.
	Nasswäscher erfassen und entfernen Staub mittels Trägheitsabscheidung, direkter
	Interzeption und Absorption in der Wasserphase. Nasswäscher gibt es in
	unterschiedlichen Bauarten und Arbeitsweisen, z.B. als Sprühwäscher,
Nasswäscher	Hordenwäscher oder Venturi-Wäscher, und können zur Staubvorbehandlung oder als
	eigenständige Technik eingesetzt werden. Organische Verbindungen können zum
	Teil entfernt werden, was sich durch den Einsatz von Chemikalien im Waschwasser
	(chemische Oxidation oder sonstige Umwandlung) noch weiter verbessern lässt. Die
	so abgetrennte Flüssigkeit muss behandelt werden, indem der gesammelte Staub
	durch Sedimentation oder Filtration abgeschieden wird.

# 5.4.2 Emissionen ins Wasser

Technik	Beschreibung		
Biologische Behandlung	Die biologische Oxidation gelöster organischer Substanzen mithilfe des Stoffwechsels von Mikroorganismen oder der Abbau von organischen Inhalten im Abwasser durch das Wirken von Mikroorganismen unter Luftabschluss. Nach dem biologischen Prozess folgt in der Regel die Entfernung von Schwebstoffen, z. B. durch Sedimentation.		
Koagulation und Ausflockung	Koagulation und Ausflockung werden eingesetzt, um Schwebstoffe vom Abwasser zu trennen, und oft in aufeinanderfolgenden Schritten ausgeführt. Die Koagulation erfolgt durch das Hinzufügen von Koagulationsmitteln mit Ladungen, die denen der Schwebstoffe entgegengesetzt sind. Die Ausflockung erfolgt durch das Hinzufügen von Polymeren, so dass sich Mikroflocken bei Zusammenstößen miteinander verbinden und so größere Flocken entstehen.		
Flotation	Abscheidung von großen Flocken oder Schwebeteilchen aus dem Abwasser durch ihre Beförderung an die Oberfläche der Suspension.		
Druckentspannungs- Flotation	Flotationstechniken, die auf dem Einsatz von gelöster Luft zur Abscheidung von koaguliertem oder ausgeflocktem Material basieren.		
Filtration	Die Abscheidung von Feststoffen von einem Abwasserträger mittels seiner Durchleitung durch ein durchlässiges Medium. Sie umfasst unterschiedliche Arten von Techniken, z. B. Sandfiltration, Mikrofiltration und Ultrafiltration.		
Ölabscheidung	Die Trennung und Extraktion von unlöslichen Kohlenwasserstoffen nach dem Schwerkraftprinzip, d. h. der unterschiedlichen Schwere der Phasen (flüssig-flüssig oder fest-flüssig). Die Phase mit der höheren Dichte setzt sich am Boden ab, die mit der geringeren Dichte schwimmt auf an die Oberfläche.		
Rückhaltebecken	Klärteiche mit großer Oberfläche für das passive schwerkraftbedingte Absetzen von Festkörpern am Boden.		
Sedimentation	Die Abscheidung von Schwebstoffen und -material durch das schwerkraftbedingte Absetzen am Boden.		

# **6 EMERGING TECHNIQUES**

# 6.1 Superheated steam dryers

Steam dryers are, in principle, already in operation, since the introduction of the UTWS dryer, where all dryer waste gas is recirculated through a heat exchanger and a part of it is sent to the combustion chamber, which thermally destructs the organic compounds present in the waste gas.

The energy-saving potential of superheated steam dryers, where the excess energy in the steam vaporised from the wood material could be used for generating power or be heat-exchanged for other uses, seems not yet to have been developed in the wood-based panel sector. Superheated steam drying is already applied in other industrial sectors. A few wood industry plants are operating with these dryers, such as for the drying of wood pellets or the drying of fibres [59, Deventer 2004].

# 6.2 Recovery of organic compounds from wood

VOC compounds may be recovered from dryer waste gas and burnt in the boiler to increase energy efficiency or they can alternatively be used as raw material for other products.

In superheated steam dryers and indirectly fired steam-tube dryers in which no combustion air is added, steam vented from the dryer can be condensed and the condensate collected in a separator, where oils and terpenes are extracted. These VOCs can then be burnt in a suitable combustion plant as a fuel or used for other products, e.g. production of bioethanol.

Superheated steam drying is comparable to steam distillation, which is used in other sectors to extract essential oils from plant material, e.g. for the food industry. High steam temperatures result in the extraction of a significant amount of VOCs from the material. The wood oils, hemicellulose and terpenes extracted from the wood chips, bark and sawdust of softwood species, especially from the Pinus family, are used in the manufacture of fragrances and in cosmetics, cleaning products, paint thinners, surfactants, and pharmaceuticals and for biorefining [57, Northwest CHP 2008].

In the pulp industry, the use of water, for example from the pre-cooking step before refining, as a source for production of bioethanol, etc. has been tested and the first biorefineries are being established in Europe. The development of biorefineries as secondary production options in the industry sectors related to the use of forest products could also be relevant for the wood-based panel industry. At the research level, it is suggested that wet extraction of OSB flakes prior to drying would yield an extract suitable for biorefining and additionally reduce the level of volatile organic compounds emitted during drying and pressing [75, VTT 2012] [76, Mason Earles et al. 2011].

# 6.3 Reuse of reject papers from the paper impregnation line

Studies performed in Hungary indicate that impregnated paper could be recycled in particleboard production, and thus lower the amount of resin needed for the particleboard and at the same time reduce disposal costs.

Melamine paper can be used in fine powder form as a binding product for wood chip plates and as a replacement product for melamine.

Due to problems associated with an excessive increase in the viscosity, a maximum of 25 % of the melamine content in melamine resin can be replaced during the formulation and preparation of liquid MUF glue.

[66, Alpar et al. 2006], [67, VITO 2011].

# 7 CONCLUDING REMARKS AND RECOMMENDATIONS FOR FUTURE WORK

# Timing of the drafting process

The key milestones of the drafting process are summarised in Table 7.1.

Table 7.1: Key milestones in the drafting of the BREF for the Production of Wood-based Panels

Key Milestone	Date
Activation of the TWG	24 March 2011
Kick-off TWG meeting	8 – 10 November 2011
Collection of information and bulk of installation- specific data	March – November 2012
First draft of the WBP BREF	30 July 2013
End of commenting period on the first draft (791 comments received)	15 October 2013
Final TWG meeting	1 to 4 April 2014

During the drafting process, a total of 21 sites were visited in eight Member States.

### Sources of information and information gaps

During the drafting process, several hundred documents were shared by the TWG via the Commission's BAT information system (BATIS). This included approximately 80 installation-specific questionnaires covering a total of 55 particleboard production lines, 11 OSB production lines, 28 dry fibre (MDF) production lines and 8 speciality product production lines. The installation-specific questionnaires were collected from the individual operators of the approximately 80 sites mainly by EU Member States (Austria, Belgium, the Czech Republic, Denmark, France, Germany, Ireland, Italy, Poland, Portugal, Spain, Sweden and the United Kingdom) and Turkey. Industry provided information from one site in Romania and from one site in Slovakia. Further information was provided by the European Panel Federation (EPF), and Member States, primarily Austria, Belgium, France, Germany, Italy, Spain and the United Kingdom. All these documents were assessed by the EIPPCB together with additional documents that could not be shared via BATIS due for example to copyright restrictions or confidentiality issues. Among the approximately 80 installation-specific questionnaires, around 55 installations provided further sensitive business information as additional contextual information. This information has not been shared on BATIS.

As a result, around 100 references are included in the WBP BREF (see the REFERENCES section).

### Degree of consensus reached during the information exchange

At the final TWG meeting in April 2014, a high degree of consensus was reached on the BAT conclusions. However, two dissenting views were expressed by TWG members, see Table 7.2.

Table 7.2: Split views

BAT conclusion	View expressed by	Split view
BAT 17	Austria	A dissenting view was expressed by Austria, which considers that regenerative thermal oxidation is a BAT for the reduction of volatile organic compounds and odour and should be listed under BAT 17.
BAT 17, Table 5.1	Austria, Belgium and Germany	A dissenting view was expressed by Austria, Belgium and Germany, which consider that the upper end of the BAT-AEL range for dust emissions to air from a directly heated PB or OSB dryer should be 20 mg/Nm <sup>3</sup> (18 % O <sub>2</sub> , dry basis).

In addition, the reference conditions related to the different BAT-AELs in Tables 5.1, 5.3 and 5.4 of the BAT conclusions were heavily debated during the final TWG meeting. The discussions focused on the best way to express measured emissions to air, especially whether or not corrections for moisture content should be applied.

Furthermore, the use of a reference oxygen content to express the BAT-AELs in Table 5.1 for directly heated PB or OSB dryers alone or combined with the press was also heavily debated.

### Consultation of the Forum and subsequent formal adoption procedure of the BAT conclusions

In accordance with Article 13(3) of the Directive, the Forum gave its opinion on the draft Best Available Techniques (BAT) reference document for the Production of Wood-based Panels as presented at the meeting of the forum of 24 September 2014:

- 1. The <u>Forum welcomed</u> the draft Best Available Techniques (BAT) reference document for the Production of Wood-based Panels as presented by the Commission.
- 2. The Forum acknowledged the discussions held at its meeting of 24 September 2014 and agreed that the changes to the draft Best Available Techniques (BAT) reference document for the Production of Wood-based Panels, as proposed in <u>Annex A</u>, should be included in the final document.
- 3. The Forum reaffirmed the comments in <u>Annex B</u> as representing the views of certain members of the forum but on which no consensus existed within the Forum to include them in the final document.

Subsequently, the Commission took the opinion of the IED Article 13 Forum into account when preparing the draft Commission Implementing Decision establishing best available techniques (BAT) conclusions for the Production of Wood-based Panels. The IED Article 75 Committee, at its meeting of 30 June 2015, gave a positive opinion on this draft Commission Implementing Decision.

#### Subsequently:

• the <u>Commission Implementing Decision 2015/2119/EU</u> establishing best available techniques (BAT) conclusions for the production of wood-based panels was adopted on 20 November 2015 and published in the Official Journal of the European Union (OJ L 306, 24.11.2015, p. 31).

#### **Recommendations for future work**

The information exchange revealed a number of issues that should be addressed during the review of the WBP BREF. The issues include:

- Consideration should be given to revisiting the question over the use of standard conditions corrected for moisture content or with no correction for moisture content.
- Further collection of detailed information on treatment of waste gases from different sources, e.g. when waste gases from the dryer and the press are mixed with waste gases from other processes.
- Further collection of detailed information on the specificities of the drying operation for OSB strands; plant-specific emissions data on volatile organic compounds from both the dryer and the press; and the potential primary measures also applied outside Europe to reduce emissions to air of volatile organic compounds from OSB production.
- Consideration should be given to collecting information about the plant-specific abatement efficiencies of techniques (especially of WESPs and wet abatement systems) for different groups of volatile compounds, in particular terpenes and condensable organic compounds, and related to the raw material.
- Consideration should be given to collecting further information on the formaldehyde content of different raw materials including different wood species, recovered wood and production residues and the relation to formaldehyde emissions to air during processing
- Further collection of information on the economics and cross-media effects of thermal oxidation techniques that can be used to abate volatile organic compounds and odour in dryer waste gas.
- The need to collect and review data on emissions of ammonia, total nitrogen and certain metals to water from collected and treated process waste water and from collected surface run-off water.
- Further collection of information on dust emissions and their abatement from upstream and downstream processing.
- Further collection of information on the applicability of dust treatment of flue-gases before these are used for directly heated dryers and technical information on the barriers to applying it more widely.
- Consideration of different production equipment used in unit operations as potential BAT candidate techniques and further collection of information on economics and cross-media effects, e.g. using

- continuous presses versus multi-opening presses and directly heated dryers versus indirectly heated dryers, especially in terms of energy efficiency.
- The applicability and the added advantage of applying primary measures to reduce emissions to air and water have not been fully explored in the document. The main reason is that technical information was not submitted during the drafting of the document. Research and emerging techniques should be taken further into account since research strongly suggests that primary measures could account for a major emissions reduction, especially in the emission to air of both dust and volatile organic compounds, including formaldehyde.
- Consideration of determining the abatement performance of candidate techniques and BAT-AELs based on mass of emitted substance per tonne of dried material for the dryer and mass of emitted substance per m³ of produced panel for the press.
- The need to collect information about the specific fuel types, techniques applied and related emission levels, especially of NO<sub>X</sub>, from combustion processes applied in the sector, and consideration of potential inclusion in the scope of a reviewed WBP BREF of combustion plants other than those used for the production of hot gases for directly heated dryers.

#### Suggested topics for future R&D work

Research and development of emerging technologies should be a priority since research strongly suggests that novel primary techniques could account for a major emissions reduction, especially in the emission to air of both dust and volatile organic compounds, including formaldehyde.

The Commission is launching and supporting, through its Research and Technological Development programmes, a series of projects dealing with clean technologies, emerging effluent treatment and recycling technologies and management strategies. Potentially, these projects could provide a useful contribution to future BREF reviews. Readers are therefore invited to inform the European IPPC Bureau of any research results which are relevant to the scope of this document (see also the fifth section of the Preface of this document).

### **GLOSSAR**

Dieses Glossar soll das Verständnis der im vorliegenden Dokument enthaltenen Informationen erleichtern. Die Begriffsbestimmungen in diesem Glossar sind keine rechtlichen Begriffsbestimmungen (selbst wenn einige von ihnen mit den Begriffsbestimmungen in europäischen Rechtsvorschriften übereinstimmen), sondern sie sollen dem Leser helfen, die wichtigsten Begriffe im Kontext ihrer Verwendung auf dem spezifischen Sektor, der Gegenstand des vorliegenden Dokuments ist, zu verstehen.

Dieses Glossar ist in die folgenden Abschnitte unterteilt:

- I. ISO-Ländercodes
- II. Geldeinheiten
- III. Einheiten-Präfixe, Zahlen-Trennzeichen und Notationen
- IV. Einheiten und Maße
- V. Chemische Elemente
- VI. Im vorliegenden Dokument üblicherweise verwendete chemische Formeln
- VII. Abkürzungen und technische Definitionen

## I. ISO-Ländercodes

<sup>(\*)</sup> Die protokollarische Reihenfolge der Mitgliedstaaten beruht auf der alphabetischen Reihenfolge ihrer geographischen Bezeichnungen in der/den Originalsprache(n).

### II. Geldeinheiten

Code(1)	Land/Hoheitsgebiet	Währung	
Währungen der Mitgliedstaaten			
EUR Euroraum (²) Euro (Pl. Euros)			

<sup>(1)</sup> ISO 4217 Codes

<sup>(2)</sup> Umfasst Österreich, Belgien, Zypern, Estland, Finnland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Malta, die Niederlande, Portugal, die Slowakei, Slowenien und Spanien.

# III. Einheiten-Präfixe, Zahlen-Trennzeichen und Notationen

Zahlen im vorliegenden Dokument werden mit dem ','-Zeichen als dezimales Trennzeichen und mit dem '.'-Zeichen als Tausender-Trennzeichen geschrieben.

Die nachstehende Tabelle enthält die häufig verwendeten Präfixe:

Symbol	Präfix	10 <sup>n</sup>	Wort	Dezimalzahl
G	Giga	109	Eine Milliarde	1 000 000 000
M	Mega	$10^{6}$	Eine Million	1 000000
k	Kilo	$10^{3}$	Tausend	1000
		1	Ein	1
d	Dezi	$10^{-1}$	Ein Zehntel	0,1
c	Centi	10-2	Ein Hundertstel	0,01
m	Milli	10-3	Ein Tausendstel	0,001
μ	Mikro	10-6	Ein Millionstel	0,000 001

# IV. Einheiten und Maße

Symbol der Einheit	Name der Einheit	Name des Maßes (Symbol des Maßes)	Umwandlung und Bemerkung
atm	Normalatmosphäre	Druck (P)	$1 \text{ atm} = 101 \ 325 \ \text{N/m}^2$
bar	bar	Druck (P)	1,013  bar = 100  kPa = 1  atm
°C	Grad Celsius	Temperatur (T) Temperaturdifferenz ( $\Delta$ T)	,
g	Gramm	Gewicht	
h	Stunde	Zeit	
J	Joule	Energie	
kcal	Kilokalorie	Energie	1  kcal = 4,1868  kJ
kg	Kilogramm	Gewicht	
kJ	Kilojoule	Energie	
kPa	Kilopascal	Druck	
kWh	Kilowattstunde	Energie	1  kWh = 3600  kJ
1	Liter	Volumen	
m	Meter	Länge	
$m^2$	Quadratmeter	Fläche	
$m^3$	Kubikmeter	Volumen	
mg	Milligramm	Gewicht	$1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$
mm	Millimeter		$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$
min	Minute		
MW <sub>e</sub>	Megawatt elektrische Leistung (Energie)	elektrische Energie	
$MW_{th}$	Megawatt thermische Leistung (Energie)	Energie Wärme	
Nm <sup>3</sup>	normaler Kubikmeter	Volumen	bei 101.325 kPa, 273,15 K
$ou_E$	Europäische Geruchseinheit	Geruch	
Pa	Pascal		$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
ppm	Teile pro Million	Zusammensetzung von Mischungen	1 ppm = 10 <sup>-6</sup>
S	Sekunde	Zeit	
t	metrische Tonne	Gewicht	$1 t = 1.000 \text{ kg oder } 10^6 \text{ g}$
t/d	Tonnen pro Tag	Massenfluss Materialverbrauch	
t/yr	Tonnen pro Jahr	Massenfluss Materialverbrauch	
Vol% % v/v	Volumenprozent	Zusammensetzung von Mischungen	
wt-% % w/w	Gewichtsprozent	Zusammensetzung von Mischungen	
W	Watt	Leistung	1 W = 1 J/s
Jahr	Jahr	Zeit	
μm	Mikrometer	Länge	$1 \mu m = 10^{-6} m$

# V. Chemische Elemente

Symbol	Name	Symbol	Name
Al	Aluminium	Li	Lithium
As	Arsen	Mg	Magnesium
В	Bor	Mn	Mangan
Br	Brom	Mo	Molybdän
C	Kohlenstoff	N	Stickstoff
Ca	Calcium	Na	Natrium
Cd	Cadmium	Ni	Nickel
Cl	Chlor	О	Sauerstoff
Co	Kobalt	P	Phosphor
Cr	Chrom	Pb	Blei
Cu	Kupfer	S	Schwefel
F	Fluor	Sb	Antimon
Fe	Eisen	Se	Selen
Н	Wasserstoff	Si	Silikon
Не	Helium	Sn	Zinn
Hg	Quecksilber	Tl	Thallium
I	Jod	V	Vanadium
K	Kalium	Zn	Zink

# VI. Chemische Formeln

Chemische Formel	Name (Erläuterung)
$(NH_4)_2SO_4$	Ammoniumsulfat
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Schwefelsäure
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Ammoniumnitrat
NH <sub>4</sub> Cl	Ammoniumchlorid
HC1	Salzsäure
NaOH	Natriumhydroxid. Wird auch als Natronlauge
NaOn	bezeichnet
$H_2O_2$	Wasserstoffperoxid

# VII. Abkürzungen

Abkürzung	Vollständiger Ausdruck
BVT-AEW	Mit den BVT assoziierter (BVT-assoziierter) Emissionswert
BVT-ALW	Mit den BVT assoziierter (BVT-assoziierter) Leistungswert
BSB <sub>5</sub>	Biochemischer Sauerstoffbedarf, 5 zeigt die Testlänge in Tagen an
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung (Blockheizkraftwerk)
CEMS	Continuous emissions monitoring system (Kontinuierliches Emissionsüberwachungssystem)
CEN	Comité Européen de Normalisation (Europäisches Komitee für Normung)
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
KTO	Katalytische thermische Oxidationsanlage
CVOCs	Condensable volatile organic compounds (Kondensierbare flüchtige organische Verbindungen)
EMAS	Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung (Verordnung (EG) des Rates Nr. 1221/2009)
UMS	Umweltmanagementsystem
ESP	Elektrofilter, elektrostatischer Abscheider
FID	Flammenionisationsdetektor
HDF	Hochdichte Faserplatte
HFO	Schweres Heizöl
IED	Richtlinie über Industrieemissionen (2010/75/EU)
IMPEL	EU-Netz für die Anwendung und Durchsetzung des Umweltrechts
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control (integrierte Verminderung und Vermeidung der Umweltverschmutzung)
ISO	Internationale Organisation für Normung
I-TEQ	Internationales Toxizitätsäquivalent (verwendet für PCDD/F)
LDF	Leicht-MDF (leichte Faserplatte)
LFO	Leichtes Heizöl
MBR	Membranbioreaktor
MDF	Mitteldichte Faserplatte
MS	(EU) Mitgliedstaat
IVIS	Normal – bezieht sich auf das Volumen von Gasen unter Normalbedingungen bei einer Temperatur
N	von 273,15 K und einem Druck von 101,325 kPa
NACE	Nomenclature des Activités Economiques (Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europa)
NMVOC	Flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan)
NGO	Nichtregierungsorganisationen
NO <sub>X</sub> , angegeben als NO <sub>2</sub>	Die Summe der Konzentrationen an Stickstoffdioxid (NO) und Distickstoffoxid (NO <sub>2</sub> ), angegeben als NO <sub>2</sub>
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OSB	Grobspanplatte (OSB-Platte)
PAHs	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PB	Spanplatte
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane
PM <sub>10</sub>	Feinstaub kleiner als 10 μm
PM <sub>2,5</sub>	Feinstaub kleiner als 2,5 μm
RTO	Regenerative thermische Oxidationsanlage
SNCR	Selektive nichtkatalytische Reduktion
SO <sub>X</sub> , angegeben	Die Summe der Konzentrationen an Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) und Schwefeltrioxid (SO <sub>3</sub> ), angegeben
als SO <sub>2</sub>	als SO <sub>2</sub>
TOC	Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff
TSS	Gesamtmenge an Schwebstoffen (im Wasser)
TVOC,	Gesamter flüchtiger organischer Kohlenstoff; die Summe aller gasförmigen und dampfförmigen
angegeben als C	organischen Verbindungen, angegeben als Cges
TWG	Technical Working Group (Technische Arbeitsgruppe)
US EPA	United States Environmental Protection Agency (Umweltschutzbehörde der USA).
UBA	Umweltbundesamt, z. B. in Deutschland oder Österreich.
UWWT(P)	Kommunale Kläranlage
VOC	Flüchtige organische Verbindungen, die alle organischen Verbindungen erfassen, welche von nicht natürlichen Prozessen ausgestoßen werden und ein fotochemisches Ozonbildungspotenzial (POCP) aufweisen. Dazu gehören alle organischen Verbindungen, die von industriellen Anlagen oder

Abkürzung	Vollständiger Ausdruck
	Prozessen freigesetzt werden, mit Ausnahme von Methan, im Einklang mit der
	Begriffsbestimmung der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE)
WESP	Nasselektrofilter
WWT(P)	Abwasseraufbereitung(sanlage)
EU-15	Mitgliedstaaten der Europäischen Union vor dem 1. Mai 2004
EU-25	Mitgliedstaaten der Europäischen Union vom 1. Mai 2004 bis zum 31. Dezember 2006
EU-27	Mitgliedstaaten der Europäischen Union vom 1. Januar 2007 bis zum 30. Juni 2013

# VIII. Begriffsbestimmungen

**Aerobe (biologische) Behandlung**: Die biologische Oxidation von gelösten organischen Stoffen mit Sauerstoff durch Nutzung des Stoffwechsels von Mikroorganismen.

**Anaerobe (biologische) Behandlung**: Der Abbau organischer Verunreinigungen im Abwasser durch die Wirkung von Mikroorganismen unter Ausschluss von Luft.

**Biologische Behandlung**: Die biologische Oxidation von gelösten organischen Stoffen mit Sauerstoff durch Nutzung des Stoffwechsels von Mikroorganismen oder der Abbau organischer Verunreinigungen im Abwasser durch die Wirkung von Mikroorganismen unter Ausschluss von Luft, einschließlich der Beseitigung von suspendierten Feststoffen beispielsweise durch Sedimentation.

**Biologische Nitrifikation/Denitrifikation**: Ein zweistufiges Verfahren, das in der Regel in biologische Abwasseraufbereitungsanlagen integriert ist. Die erste Stufe besteht in der aeroben Nitrifikation, bei der Mikroorganismen Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) in einem Zwischenschritt zuerst zu Nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) und dann zu Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) oxidieren. Die zweite Stufe besteht in der anoxischen Denitrifikation, bei der Mikroorganismen Nitrat chemisch zu Stickstoffgas reduzieren.

**BSB**: Biochemischer Sauerstoffbedarf – die Menge an gelöstem Sauerstoff, die von den Mikroorganismen benötigt wird, um organische Stoffe in einer bestimmten Wasserprobe bei einer bestimmten Temperatur über einen bestimmten Zeitraum zu zersetzen. Die Maßeinheit ist mg O<sub>2</sub>/l. In Europa wird der BSB in der Regel nach 3 (BSB<sub>3</sub>), 5 (BSB<sub>5</sub>) oder 7 (BSB<sub>7</sub>) Tagen unter Anwendung der Norm EN 1899-1 und 1899-2 gemessen.

Rostasche: Feste Rückstände von einem Verbrennungsprozess.

**D0XX**: Bezieht sich auf die Anlagenidentifikationsnummern, die bei der Datenerhebung für die Identifizierung der Produktionsstätten verwendet werden.

**Zertifizierung**: Verfahren, mit dem durch Dritte schriftlich versichert wird, dass ein Produkt, ein Prozess oder eine Dienstleistung bestimmten Anforderungen entspricht. Die Zertifizierung kann für Instrumente, Ausrüstung und/oder Personal gelten.

Gelenkte Emissionen: Durch Rohre jeglicher Art in die Umwelt geleitete Schadstoffemissionen, unabhängig von der Querschnittsform der Rohre.

Schnitzel: 3-6 mm dickes, bis zu 80 mm langes und 20-30 mm breites Holzstück, das durch Zerkleinern/Zerspanen/Schneiden von Holzrohstoffen produziert wird. Holzhackschnitzel sind der Ausgangsstoff für Spanplatten und für die Herstellung von Holzfasern.

CSB: Chemischer Sauerstoffbedarf, der die Menge der organischen Stoffe in Abwässern anzeigt, die für Oxidation durch ein starkes chemisches Oxidationsmittel anfällig ist (bezieht sich normalerweise auf die Analyse mit Dichromatoxidation) gemäß der Norm ISO 15705:2002.

**Koagulation und Ausflockung**: Koagulation und Ausflockung werden verwendet, um suspendierte Feststoffe vom Abwasser zu trennen und werden häufig als aufeinanderfolgende Schritte durchgeführt. Die Koagulation wird durch Beimengen von Flockungsmitteln durchgeführt, deren Ladungen den Ladungen der suspendierten

Feststoffe entgegengesetzt sind. Die Ausflockung wird durch Beimengen von Polymeren durchgeführt, damit sich diese durch Kollisionen von Mikroflockenpartikeln zu größeren Flocken zusammenfügen.

**Sperre**: Ein Sperrbaum, der Verschüttungen eindämmen und verhindern kann, dass diese in Abflüsse in Wasserläufe einfließen oder Wasserquellen weiter verunreinigen.

**Kontinuierliche Messung**: Die Messung mithilfe eines dauerhaft am Standort installierten "automatisierten Messsystems" (AMS) oder eines "kontinuierlichen Emissionsüberwachungssystems" (CEM).

**Kühlwasser**: Für die Energieübertragung (Wärmeentzug von Bauteilen und Industriegeräten) genutztes Wasser, das in einem vom Industriewasser getrennten Netz geführt wird und das ohne weitere Behandlung in Vorfluter abgeleitet werden kann.

**Korrosion**: Chemische Reaktion auf Oberflächen, insbesondere von Metallen, durch Einwirkung von Feuchtigkeit, Luft oder Chemikalien.

Stilllegung: Die Außerbetriebsetzung einer Anlage einschließlich Dekontaminierung und/oder Demontage.

**Diffuse Emissionen**: Nicht erfasste Emissionen, die nicht über spezifische Austrittspunkte – wie z. B. Schornsteine – freigesetzt werden.

Emissionen, die sich aus dem direkten Kontakt flüchtiger oder leichter staubiger Stoffe mit der Umgebung unter normalen Betriebsbedingungen ergeben. Diese können resultieren aus:

- der Konstruktion der Ausrüstung (beispielsweise Filter, Trockner);
- den Betriebsbedingungen (beispielsweise während der Beförderung von Materialien);
- der Betriebsart (beispielsweise Wartungsarbeiten);
- einer allmählichen Freisetzung in andere Medien (beispielsweise in Kühlwasser oder Abwasser).

Flüchtige Emissionen sind eine Untergruppe diffuser Emissionen.

**Direkt beheizter Trockner**: Ein Trockner, in dem Heißgase aus einer Feuerungsanlage oder einer anderen Quelle in direktem Kontakt mit den zu trocknenden Spänen, Spansträngen oder Fasern stehen. Die Trocknung wird durch Konvektion erreicht.

**Einleitung**: Physikalische Freisetzung eines Schadstoffs durch ein festgelegtes (d.h. gefasstes) Auslasssystem (beispielsweise Kanalisation, Schornstein, Lüftungsöffnung, Dämpfungsbereich, Mündung).

Entwässerung: Natürliche oder künstliche Entfernung von ober- und unterirdischem Wasser aus einem Gebiet, einschließlich Oberflächenströmen und Grundwasserbahnen.

Trockenverfahren: Herstellung von Platten, bei denen die Partikel oder Fasern getrocknet werden.

Staub: Staub umfasst den gesamten Feinstaub einschließlich PM<sub>10</sub> und Aerosole unter PM<sub>1.0</sub>.

**Emissionsfaktor**: Die geschätzte durchschnittliche Emissionsrate eines beliebigen Schadstoffs für eine beliebige Quelle, bezogen auf Einheiten der Aktivität.

#### Luftemissionen:

- Konzentration: Masse des emittierten Stoffes bezogen auf das Abgasvolumen unter Standardbedingungen (273,15 K, 101,325 kPa), angegeben in g/Nm³, mg/Nm³, μg/Nm³ oder ng/Nm³. Es können auch weitere Referenzbedingungen festgelegt, beispielsweise die Ableitung des Wasserdampfgehalts (Ergebnis für trockenen Bezugszustand angegeben) und auf einen bestimmten Sauerstoffgehalt korrigiert werden.
- 2. Massenfluss: Masse der emittierten Stoffe bezogen auf Zeit, angegeben in kg/Jahr, kg/Stunde, g/Stunde oder mg/Stunde.

3. Spezifische Massenbelastung: Verhältnis der Masse der emittierten Stoffe zur Masse des hergestellten oder verarbeiteten fertigen Produkts (Verbrauch oder Emissionsfaktoren), angegeben in kg/t, g/t oder mg/t oder µg/t.

#### **Emissionen ins Wasser:**

- 1. Konzentration: Masse der emittierten Stoffe, bezogen auf das Abwasservolumen, angegeben in g/m³, g/l, mg/l oder μg/l.
- 2. Massenfluss: Masse der emittierten Stoffe bezogen auf Zeit, angegeben in kg/Jahr, kg/Stunde, g/Stunde oder mg/Stunde.
- 3. Spezifische Massenbelastung: Verhältnis der Masse der emittierten Stoffe zur Masse der erzeugten oder verarbeiteten Produkte (Verbrauch oder Emissionsfaktoren), angegeben in kg/t, g/t oder μg/t.

Bestehende Anlage: Eine Anlage, die keine neue Anlage ist.

Bestehende Anlage: Eine Anlage, die keine neue Anlage ist.

**Faser**: Fasern werden bei der Produktion von Faserplatten als Ausgangsstoff verwendet. Fasern sind zellulosische Bestandteile von Holz oder anderem pflanzlichem Gewebe, die durch den mechanischen oder thermisch-mechanischen Aufschluss mithilfe eines Refiners gewonnen werden.

**Filtration**: Die Trennung der Feststoffe von einem Abwasserträger, indem sie durch ein poröses Medium geleitet werden. Umfasst unterschiedliche Arten von Techniken, wie zum Beispiel Sandfiltration, Mikrofiltration und Ultrafiltration.

Flotation: Ein Prozess, bei dem feste oder flüssige Partikel von der Abwasserphase getrennt werden, indem sie sich an kleine Gasbläschen anheften, in der Regel Luftbläschen. Die schwimmenden Partikel sammeln sich auf der Wasseroberfläche an und werden mit Abschöpflöffeln gesammelt. Ein spezielles Beispiel ist die Druckentspannungsflotation (DAF).

Rauchgas: Das Abgas, das eine Teilanlage nach einem Oxidationsschritt, in der Regel Verbrennung, verlässt.

Flugasche: Die Feinfraktion der Asche, die die Brennkammer mit dem Rauchgas verlässt

Verschmutzung: Der Prozess, zu verstauben oder zu verstopfen, beispielsweise indem sich unerwünschte Fremdstoffe in einem Filterbett oder einem Ionenaustauschmedium ansammeln, Poren verstopfen und Oberflächen bedecken und dadurch den ordnungsgemäßen Betrieb des Filterbetts behindern oder verzögern. Die Verschmutzung eines Wärmetauschers besteht in der Ansammlung von Schmutz und anderen Materialien an der Wand eines Wärmetauschers, was zu Korrosion, Rauheit und letztendlich zu einer niedrigeren Effizienzrate führt.

**GC-MS**: Gaschromotografie – Massenspektroskopie. Analytische Laborausrüstung zur Trennung, Qualifizierung und Quantifizierung einzelner organischer Verbindungen.

Grundwasser: Unterirdisches Wasser in den Sättigungszonen. Unterscheidet sich von Oberflächenwasser.

Hartholz: Holz von Laubbaumarten, wie zum Beispiel Buche, Eiche, Pappel, Ahorn, Esche.

**Schwermetalle**: Metalle mit einer höheren Dichte als 4,5 g/ml, entsprechend dem Protokoll über Schwermetalle von Aarhus von 1998.

**Feuchtigkeit**: Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, die Feuchtigkeitsmenge anzugeben, die in Luft aufgelöst ist. Die relative Luftfeuchtigkeit wird bei der Angabe des Feuchtigkeitsgehalts in einem Abgas am häufigsten verwendet. Relative Luftfeuchtigkeit: Verhältnis der tatsächlich in der Luft enthaltenen Wasserdampfmenge im Vergleich zur Wasserdampfmenge, die für die Sättigung bei dieser bestimmten Temperatur und diesem bestimmten Druck erforderlich ist. Die relative Luftfeuchtigkeit wird in Prozent angegeben.

**IED**: Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Minderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung). Im Rahmen der Industrieemissionsrichtlinie (siehe IED Artikel 13) wird von der Kommission regelmäßig ein Beratungsgremium, das IED-Forum (IEDF) einberufen.

**Indirekt beheizter Trockner**: Ein Trockner, bei dem die Trocknung mithilfe von Strahlungswärme und Wärmeleitung durchgeführt wird.

**Interne Holzrückstände**: Die Nebenprodukte von der Verarbeitung an Standorten zur Herstellung von Platten auf Holzbasis.

**IVU-Richtlinie**: Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie), die durch die Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen ersetzt worden ist (siehe IED).

**Sickerwasser**: Durch Versickerung erhaltene Lösung. Flüssigkeit, die beim Durchsickern von Materie gelöste Stoffe, Schwebstoffe oder andere Bestandteile des Materials extrahiert, durch das sie durchgesickert ist. Es wird am häufigsten im Zusammenhang mit der Deponieentsorgung oder mit Industrieabfällen verwendet.

**Leckage**: Gasförmige oder flüssige Verschüttungen aus dem System/der Ausrüstung aufgrund von System-/Ausrüstungsausfällen.

**Nachweisgrenze** (LOD): Die Mindestkonzentration eines analysierten Stoffes, die durch die verwendete Methode oder die verwendeten Instrumente nachgewiesen werden kann.

**Quantifizierungsgrenze** (LOQ): Die Mindestkonzentration eines analysierten Stoffes, die innerhalb der Unsicherheit der verwendeten Methode oder der verwendeten Instrumente nachgewiesen werden kann. Die LOQ ist höher als die LOD.

**Mattenstreuung**: Der Prozess der Ausstreuung von Spänen, Grobspänen oder Fasern zur Formung der Matte, die dann in die Presse geleitet wird.

Metalle: Bei der Probenahme von Luftemissionen: Metalle und Metallverbindungen, unabhängig von ihrem Zustand (gasförmig, in Tropfen gelöst, fest, auf Partikeln adsorbiert) von denen im Einklang mit der Norm EN 14385:2004 Stichproben genommen werden. In der Norm wird die Bestimmung der Massenkonzentration der folgenden spezifischen Elemente vorgegeben: Antimon (Sb), Arsen (As), Kadmium (Cd), Chrom (Cr), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Thallium (Tl) und Vanadium (V).

Feuchtigkeitsgehalt: Siehe Feuchtigkeit.

Neue Anlage: Eine Anlage (nach der Begriffsbestimmung in Artikel 3 Absatz 3 der Richtlinie 2010/75/EU), die am Standort erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen genehmigt wird, oder der vollständige Ersatz einer Anlage nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen.

**Neue Anlage**: Eine Anlage, die am Standort erstmals nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen genehmigt wird, oder der vollständige Ersatz einer Anlage nach der Veröffentlichung dieser BVT-Schlussfolgerungen.

**Nitrifikation**: Ein biologischer Prozess, durch den Ammoniak zuerst in Nitrit und dann in Nitrat umgewandelt wird.

Geruch: Geruch kann als eine Wahrnehmung festgelegt werden, bei der eine Reihe komplexer Prozesse beteiligt sind (neurosensorischer Prozess, kognitiver Prozess und amnestischer Prozess). Diese Wahrnehmung ergibt sich aus Wechselwirkungen zwischen der (in der Nasenhöhle gelegenen) olfaktorischen Schleimhaut und gasförmigen Stoffen, insbesondere flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs).

Geruchskonzentration: Konventionell (EN 13725) als der Verdünnungsfaktor festgelegt, der bei einem Abwasser angewendet werden muss, damit dieses von 50 % der Menschen in einer Stichprobe der Bevölkerung nicht länger als duftend wahrgenommen wird. Die Geruchskonzentration an der Nachweisgrenze ist per Definition 1  $ou_E/m^3$ . Sie wird angegeben in europäischen Geruchseinheiten pro Kubikmeter Luft ( $ou_E/m^3$ ) und wird durch olfaktometrische Analysen gemäß der europäischen CEN-Norm (EN 13725) gemessen. 1  $ou_E/m^3 = 2$  ge/ $m^3$  (Niederländische Geruchseinheiten).

Osmose: Der Übergang einer Flüssigkeit von einer schwachen Lösung zu einer konzentrierteren Lösung durch eine halbdurchlässige Membran, die den Durchgang des Lösungsmittels (Wasser), nicht aber der gelösten Feststoffe ermöglicht. (Siehe Umkehrosmose.)

**Oxidationsmittel**: Oxidationsmittel (beispielsweise Peroxide), ein Material, das hoch exothermisch reagieren kann, wenn es in Kontakt mit anderen Materialien, vor allem brennbaren gebracht wird.

**PAHs**: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Gruppe vereinigter aromatischer Ringverbindungen, von denen Naphthalin das einfachste Beispiel ist. 17 PAHs werden in Bezug auf die Umweltauswirkungen als Gruppe angesehen, obwohl die gesundheitlichen Auswirkungen nicht gleich sind. Unter ihnen war Benzo[a]pyren die erste Verbindung, die als Karzinogen gelistet war.

**Feinstaub** (PM): Sammelbegriff für alle in Luft suspendierten festen oder flüssigen Partikel, einschließlich Staub, Rauch, Ruß, Pollen und Erdpartikel. Diese komplexe Mischung umfasst sowohl organische als auch anorganische Partikel und ist nach Größe, Zusammensetzung und Herkunft äußerst unterschiedlich. Feinstaub wird nach der Größe oft in zwei Hauptgruppen unterteilt. Die grobe Fraktion enthält die größeren Partikel mit einer Größe zwischen 2,5 μm und 10 μm ( $PM_{10}-PM_{2,5}$ ). Die Feinfraktion enthält die kleineren Partikel mit einer Größe bis zu 2,5 μm ( $PM_{2,5}$ ). Die Partikel in der Feinfraktion, die kleiner sind als 0,1 μm werden als Ultrafeinpartikel bezeichnet.

**Periodische Probenahme**: Abgesonderte/einzelne/separate/diskontinuierliche/Stichprobenahme – individuelle zeit- oder volumenabhängige Proben.

**Periodische Messung**: Bestimmung einer Messgröße (bestimmte, der Messung unterworfene Menge) in bestimmten Zeitabständen mit manuellen oder automatischen Referenzverfahren.

#### Anlage:

- In der Industrie verwendete Maschinen oder Ausrüstungen.
- Ein Teil einer Ausrüstung oder Teil einer ganzen Prozesslinie.
- Die Einrichtung der Produktionslinie, in der solche Maschinen oder Ausrüstungen verwendet werden.

Abluftfahne: Sichtbares oder messbares Einleiten eines Schadstoffs von einem beliebigen Herkunftsort aus.

**Nachverbrennung**: Zünden und Verbrennen von Abgasen durch Einblasen von Luft oder der Verwendung eines Brenners (beispielsweise um die Menge an CO oder anderen Schadstoffen zu reduzieren).

**Primäre Maßnahme/Technik**: Eine Maßnahme/Technik, durch die die Art und Weise geändert wird, in der der Kernprozess funktioniert und dadurch Rohemissionen oder der Verbrauch reduziert werden (siehe auch das Gegenstück: Sekundäre Technik).

Prozesswasser: Von Prozessen und Tätigkeiten innerhalb der Produktionsanlage abgeleitetes Abwasser.

**Vorfluter:** Alle eigenständigen Gewässer, in die Abfluss- oder Abwasserableitungen einfließen, wie zum Beispiel Ströme, Flüsse, Teiche, Seen und Flussmündungen.

**Produktionsrückstand:** Hauptsächlich aus Holz bestehendes Material aus der Herstellung von Platten auf Holzbasis, das in derselben Anlage, in der es produziert wurde, für die Herstellung einer Platte auf Holzbasis stofflich wiederverwertet oder als Brennstoff zur Erzeugung von Energie für die Herstellung einer Platte auf Holzbasis genutzt werden könnte.

**Gebrauchtholz**: "Gebrauchtholz" besteht überwiegend aus vom Endverbraucher genutzten Holz (postconsumer Holz).

Wiedergewinnung: Jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen. (Abfallrichtlinie 2008/98/EG)

Altholz: Überwiegend Holz enthaltendes Material. Altholz kann aus "Gebrauchtholz" und "Industrierestholz" bestehen.

**Stoffliche Verwertung**: Jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen wiederaufgearbeitet werden, entweder für den ursprünglichen oder für andere Zwecke. (Abfallrichtlinie 2008/98/EG)

**Zerfasern**: Verarbeitung von Holzspänen zu Fasern mithilfe eines Refiners.

**Wiederverwendung**: Jedes Verwertungsverfahren, bei dem Produkte oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren. (Abfallrichtlinie 2008/98/EG)

**Referenzbedingungen**: Bedingungen, die beispielsweise im vorliegenden Dokument insbesondere in Bezug auf die Angabe von Überwachungsergebnissen und in Bezug auf den Vergleich eines Überwachungsergebnisses mit einem BVT-AEW vorgegeben werden. Referenzbedingungen können sich auf einen Emissionswert beziehen, der unter Standardbedingungen angegeben wird (mg/Nm³) und auf einen bestimmten Sauerstoffgehalt (in Prozent) korrigiert werden kann oder nicht und im trockenen oder feuchten Bezugszustand angegeben wird.

Freisetzung: Tatsächlicher (routinemäßiger, gewöhnlicher oder versehentlicher) Ausstoß von Emissionen in die Umwelt.

**Sanierung**: Die Eindämmung und/oder Dekontaminierung eines kontaminierten Umweltmediums, wie zum Beispiel Boden, Grundwasser, Sediment oder Oberflächengewässer von einem kontaminierten Standort, der zu Weiterverwendung bestimmt ist. Die Fläche des Standorts kann größer sein als das eingezäunte Gebiet.

**Rückstand**: Ein Material, das in einem Produktionsprozess nicht absichtlich hergestellt wird und das Abfall sein kann, aber nicht muss.

**Umkehrosmose**: Ein Membranverfahren mit kleinen Poren (< 0,002 μm). Die Poren lassen Wasser durchfließen, halten aber den gelösten Stoff (beispielsweise Salze, Metallionen und bestimmte organische Verbindungen) zurück.

Rundholz: Im Forst geerntete Baumstämme.

Abfluss: Teil des Niederschlags und der Schneeschmelze, der nicht im Boden versickert, sondern als oberirdischer Abfluss abfließt.

**Probenahme, Probe**: Die Probenahme ist das Verfahren, mit dem ein Teil eines Stoffes gesammelt wird und einen repräsentativen Teil (die Stichprobe) des Ganzen bildet, um den zu prüfenden Stoff oder das Material zu untersuchen. (siehe auch kontinuierliche Stichprobenahme, periodische Stichprobenahme).

Sekundäre Maßnahme/Technik: End-of-pipe-Maßnahme/Technik zur Emissionsminderung.

**Sedimentation**: Abscheidung der suspendierten Partikel und des suspendierten Materials durch schwerkraftbedingtes Absetzen.

**Schwarten**: Stücke der Außenseite eines Holzstammes mit oder ohne Rinde von den ersten Zuschnitten in einem Sägeprozess, um das Rundholz in Nutzholz (Bauholz) zu verwandeln.

Schlacke: Ein verglaster oder teilweise verglaster Rückstand.

**Schlamm**: Eine Suspension mit einem hohen Feststoffgehalt, wie sie sich zum Beispiel bei der Aufbereitung in einer Kläranlage niederschlägt.

**Suspension**: Eine Suspension von Feststoffen in einer Flüssigkeit, allerdings in einer niedrigeren Konzentration als in Schlamm.

**Einzelmessung**: Eine periodische Messung. Eine Messung, die sich auf einen konkreten Zeitpunkt bezieht, keine kontinuierliche Messung.

Einzelprobe: Eine periodische Stichprobe. Eine Stichprobe, die sich auf einen einzelnen Zeitpunkt bezieht.

**Standardbedingungen**: Beziehen sich auf eine Temperatur von 273,15 K und einen Druck von 101,325 kPa. (siehe Referenzbedingungen).

An- und Abfahrvorgänge: Die Vorgänge, mit denen der Betriebs- oder Bereitschaftszustand einer Tätigkeit, eines Gerätes oder eines Behälters hergestellt oder beendet wird. Regelmäßig wiederkehrende Phasen bei einer Tätigkeit gelten nicht als An- oder Abfahren.

**Flächiger Span**: Mindestens 50 mm langes Holzstück mit einer bestimmten Form und einer typischen Dicke von höchstens 2 mm. Flächige Spane werden bei der Herstellung von OSB-Platten als letzte Spanschicht verwendet [EN 300].

**Oberflächenabflusswasser**: Wasser von Niederschlagsabflüssen und Entwässerungen, das von Holzlagerplätzen und von Holzverarbeitungsbereichen im Freien gesammelt wird.

Standort: Geografisches Gebiet, das mehr als eine Anlage oder Einrichtung enthalten kann.

Weichholz: Holz von Nadelbaumsorten, wie zum Beispiel Kiefer, Seekiefer und Lärche.

**TEQ**: Internationales Toxizitätsäquivalent (Dioxine und Furane). Wird auch als I-TEQ oder TE bezeichnet. Die letzte Überarbeitung der Äquivalenzmethode (WHO-TEQ<sub>DEP</sub>) umfasst inzwischen auch PCB.

**Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff**: Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff, angegeben als C, umfasst alle organischen Verbindungen.

**Gesamtstickstoff (TN)**: Die Summe organischen Stickstoffs, Ammoniaks, Nitrits und Nitrats in der chemischen Analyse von Boden, Wasser oder Abwasser. Gesamtstickstoff, angegeben als N, umfasst freies Ammoniak und Ammonium (NH<sub>4</sub>–N), Nitrite (NO<sub>2</sub>–N), Nitrate (NO<sub>3</sub>–N) und organische Stickstoffverbindungen.

Gesamt Phosphor (Gesamt P): Gesamtphosphorgehalt, angegeben als Gesamt P, einschließlich aller anorganischen oder organischen Phosphorverbindungen, gelöst oder an Partikel gebunden.

TSS (= Total suspended solids (Gesamtmenge an Schwebstoffen (im Abwasser)): Massenkonzentration aller suspendierten Feststoffe, gemessen durch Filtration durch Glasfaserfilter und Gravimetrie.

Behandeltes Holz: Mit einem chemischen Konservierungsmittel behandeltes Holz.

Einheit: Ein Teil der Anlage, in dem ein bestimmter Verarbeitungsvorgang durchgeführt wird.

Vor- und nachgelagerte Holzverarbeitung: Alle aktiven Bearbeitungs- und Umschlag-, Lager- oder Transporttätigkeiten im Zusammenhang mit Holzspänen, -hackschnitzeln, -grobspänen, oder -fasern. Die vorgelagerte Verarbeitung umfasst die Holzbearbeitung ab dem Zeitpunkt, an dem der Rohstoff Holz den Lagerplatz verlässt. Zur nachgelagerten Verarbeitung gehören alle Prozesse nach dem Verlassen der Presse bis hin zur Übergabe der Rohplatte bzw. der bearbeiteten Platten zur Lagerung.

VOC: Im vorliegenden Dokument wird die Begriffsbestimmung der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) verwendet, mit der eine VOC als jede beliebige organische Verbindung bestimmt wird, die von nicht natürlichen Prozessen ausgestoßen wird und ein fotochemisches Ozonbildungspotenzial (POCP) aufweist. Im Zusammenhang mit dem BVT-Merkblatt bedeutet das im Einklang mit der UNECE-Begriffsbestimmung jede beliebige organische Verbindung, die von einer Industrieanlage oder einem Industrieprozess in die Atmosphäre freigesetzt wird, mit Ausnahme von Methan.

**Abgase**: Alle Gase, die einen Prozess verlassen und keine Produkte sind (dazu gehören auch Auspuffgase und Rauchgase).

**Abwasser**: Wässriger Ausfluss aus chemischen Prozessen, von der Produktgestaltung, der Rohstoffvorbereitung, der Reinigung von Ausrüstungen, von Lagereinrichtungen und Beladetätigkeiten. Regenwasser und indirektes Kühlwasser sind wegen der unterschiedlichen Begriffsbestimmungen für Abwasser in den Mitgliedstaaten nicht enthalten.

**Wasserverbrauch**: Der Verbrauch von Wasser, das direkt im Prozess verbraucht wird und das entweder in die Luft oder an Oberflächengewässer abgeleitet wird.

Nassverfahren: Herstellung von Platten, bei denen die Partikel oder Fasern nicht getrocknet werden.

Platte auf Holzbasis: Hauptsächlich aus Holzspänen oder Holzfasern gefertigte Platte oder Brett.

Holzhackschnitzel: siehe "Schnitzel".

Holzfaser: siehe "Faser".

Holzrückstände: Nebenprodukte von Verarbeitungs- und Fertigungsstandorten (Prä-Verbraucher-Altholz).

**Holzverarbeitung:** Alle aktiven Bearbeitungs- und Umschlag-, Lager- oder Transporttätigkeiten im Zusammenhang mit Holzspänen, -hackschnitzeln, -grobspänen, oder -fasern und Pressplatten. Der Trocknungsprozess und das Pressen der Platten gehören nicht zur vor- und nachgelagerten Holzverarbeitung.

### **REFERENCES**

- [1] Thoemen, Wood-Based Panels. An Introduction for Specialists ISBN 978-1-902316-82-6, 2010.
- [2] VITO, BIO and IEEP, Annex II, Data Gathering and Impact Assessment for a Possible Review of the IPPC Directive- Part II, Final Report, 2007.
- [3] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document in the Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (CWW BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2003.
- [4] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Energy Efficiency (ENE BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2009.
- [5] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Large Volume Organic Chemicals Industry (LVOC BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2003.
- [6] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Emissions from Storage (EFS BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2006.
- [7] Meyer et al., 'Formaldehyde emission from solid wood', *Forest Products Journal*, Vol. 47, 1997, pp. 45-8.
- [8] TWG WBP, Data collection for the drafting of the WBP BREF document, 2012.
- [9] Roffael, 'Volatile organic compounds and formaldehyde in nature, wood and wood based panels', Vol. 64, 2006, pp. 144-9.
- [10] Popescu, Production and trade of wood products in 2006, 2008.
- [11] EPF, Annual Report 2010-2011, 2011.
- [12] ISO, ISO 14001: 2004, 2004.
- [13] ISO, Technical committee 207, 2010.
- [14] DG Environment, What is Emas?, 2010.
- [15] Reg. 1221/, 'Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC', Official Journal of the European Union, Vol. L 342, 22.12.2009, 2009, pp. 1-45.
- [16] Pitman, 'Wood ash use in forestry a review of the environmental impacts.', , Vol. Published November 1, 2006, 2006, p. 26.
- [17] ECS, EN 13649:2001 Stationary source emissions Determination of the mass concentration of individual gaseous organic compounds Active carbon and solvent desorption method, 2001.
- [18] EPA, EPA Method 316 Sampling and Analysis for Formaldehyde Emissions from Stationary Sources in the Mineral Wool and Wool Fiberglass Industries , 1998.
- [19] EPA, NCASI CI/WP-98.01, 1998.
- [20] EPA, EPA TO-11A: Determination of Formaldehyde in Ambient Air Using Adsorbent Cartridge, 1999.
- [21] VDI, Technical Rule VDI 3862 Blatt 2:2000-12: Gaseous emission measurement Measurement of aliphatic and aromatic aldehydes and ketones by DNPH method Impinger method , 2000.
- [22] TWG, WBP Emission data from data collection, 2012.
- [23] WBP industry, WBP. Collection of site specific production, energy and consumption data, 2012.
- [27] WBP TWG subgroup, Information collection on key environmental issues, 2012.
- [29] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Surface Treatment using Organic Solvents (STS BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2007.
- [30] EPF, Proposal for chapter 2 of a BREF document for the wood-based panel industry. Draft July 2011., 2011.
- [31] EPF, Contribution for chapter 1 for the BREF document on wood based pabel production. Draft version July 2011., 2011.
- [33] EN, safety of woodworking machines chip and dust extraction systems with fixed installation., 2004.
- [34] WPIF, Industry standard for wood-based panels, UK, 2002.

- [35] WPIF, TRADA Panel Guide, Annex 2, 2004.
- [36] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Pulp and Paper Industry (PP BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2001.
- [37] He Z, et al., 'Formaldehyde and VOC emissions at diffrent manufacturing stages of wood based panels', , 2011.
- [38] Risholm-Sundman, 'Emissions of acetic acid and other volatile organic compounds from different species of solid wood', , 1998.
- [39] Jiang T, et al., 'Volatile organic compound emissions arising from the hot-pressing of mixed-hardwood particleboard.', , 2002.
- [40] EPF, Reduction of formaldehyde exposure in the woodworking industries, 2010.
- [41] RWP, Materials Characterization Paper In Support of the Proposed Rulemaking: Identification of Nonhazardous Secondary Materials That Are Solid Waste, 2011.
- [42] COM & EPF, Presentation slides from sub-group meeting 23/02/2012., 2012.
- [43] EU economics, Development of cost of raw material, 2010. Based on confidential industry data, EPF 2009. , 2010.
- [44] Pels et al., '10 Utilization of Biomass Ashes', Vol. 978-1-84996-392-3, 2011.
- [45] VDI, 'Background data for the revision of VDI 3462 Blatt 2', Personal Communication, 2011.
- [46] DREAL Aquitaine, 'Control of emissions, 2005 A305007-5 0501, Egger Rol', Personal Communication, 2005.
- [47] France E-PRTR, 'Extract of wood panel industries in national french emission register.', Personal Communication, 2010.
- [48] Sonae Industria, 'Data delivered during mission to France, 2012', Personal Communication, 2012.
- [49] Pizzi et al., 'Handbook of Adhesive Technology. Chapter 47: Adhesives in the Wood Industry, M. Dunky', , 2003.
- [50] NTP, Report on Carcinogens, 12. Edition. Formaldehyde CAS No. 50-00-0, 2011.
- [51] CLP ECHA, Formaldehyde CAS No. 50-00-0. Summary Of Classification and Labelling. Harmonised classification Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation)., 2013.
- [52] LIFE05, New and environmentally friendly OSB panels. Life III Environment Laymans report, 2007.
- [53] FINSA, 'Applicability of WESP, when using SO2 and HCL rich hot gases for direct drying.', Personal Communication, 2007.
- [54] COM, Mission report, Spain 2012, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2012.
- [55] COM, Mission report, France 2012, European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2012.
- [56] J. M. Fernández et al., 'Anaerobic treatment of fibreboard manufacturing waste waters in a pilot scale hybrid USBF reactor', *Wat. Res.*, Vol. Vol. 35, No. 17, 2001, p. pp. 4150–4158.
- [57] Northwest CHP, Biomass drying and dewatering for clean heat and power, 2008.
- [58] UBA Austria, STATE OF THE ART OF PLANTS OF THE PARTICLE- AND FIBREBOARD INDUSTRY, Description of Plants in Austria and Luxemburg, 2013.
- [59] Deventer, Industrial superheated steam drying., TNO Environment, Energy and process Innovation, 2004.
- [60] US EPA, PCWP Mact ruling, 2004.
- [61] EFB, EFB ® Particulate Control System, presentation, EPF Braunschweig workshop, Oct. 2012., 2012.
- [62] Swedspan, 'Analytical data for recirculating water from WESP.', Personal Communication, 2013.
- [63] US EPA, abatement of VOC emissions, regulatory impact analysis NESHAP, 2002.
- [64] EPF, EPF Standard for delivery conditions of recycled wood, 2002.
- [65] Scholz, Wetland Systems, Storm Water Management Control, chapter 2: Wetland Case Studies, 2011.
- [66] Alpar et al., 'Recycling of impregnated Décor paper in particle board', *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. Vol. 2, 2006, pp. 113-116.
- [67] VITO, 03.1 Eindrapport houtverwerkende nijverheid, 2011.
- [68] VDI, VDI Guideline 3462 part 2, 2013.
- [69] AT UBA, Comparative energy study of wet abatement systems and regenerative thermal oxidation, 2013.

- [70] Sauer, 'Environmental tradeoffs: Life cycle approach to evaluate the burdens and benefits of emission control systems in the wood panel industry', , 2002.
- [71] Kronoplus, UTWS for Wood chips and flakes dryers, 2010.
- [72] BS, PAS 104. Wood recycling in the panel board manufacturing industry, 2004.
- [73] UBA AT, Austrian Recycling Wood Ordinance (Draft), 2010.
- [74] E. Benetto et al., 'Life cycle assessment of oriented strand boards (OSB): from Process Innovation to Ecodesign', *Environmental Science and Technology*, Vol. 43, 2009, pp. 6003-6009.
- [75] VTT, 'NWBC. The 4th Nordic Wood Biorefinery Conference
- Helsinki, 2012', , 2012.
- [76] Mason Earles et al., 'Improving the environmentals profile of wood panels via co-production of Ethanol and Acetic Acid', *environmental science and technology*, Vol. 45, 2011, pp. 9743-9749.
- [77] Sujit Banerjee et al, *Implementing strategies for drying and pressing wood without emission controls. Final Report for Project DE-FC36-96ID13439*, Georgia Institute of Technology, 2007.
- [78] Forintek, Status of Energy Use in the Canadian Wood Products Sector, Project no. 6014, 2009.
- [79] Sujit Banerjee et al., 'Wet line extension reduces VOCs from softwood drying', , 2014.
- [80] Schinagl et al., Statistische Analyse von Stoffströmen bei der Spanplattenerzeugung, 2008.
- [81] AEA, Climate change agreement, fifth period assessment, 2009.
- [82] Lanzerstorfer, 'Solid/Liquid Gas separation with wet scrubbers and wet electrostatic precipitators: A review', , 2000.
- [83] Barbu et al., 'Environment impact of the wood based panel industry', , 2014.
- [84] Weigl et al., 'Wood-borne formaldehyde varying with species, wood grade and cambial age; Forest Prod. J. 59(1/2):88–92', , 2009.
- [85] EPA, Final Draft BAT Guidance Note on Best Available Techiniques for the Production of Paper Pulp, Paper and Board, 2010.
- [86] DEFRA, DEFRA particleboard, oriented strand board and dry process fibre board sector, 2010.
- [87] Swedspan, WESP description, 2011.
- [88] INERIS, Monitoring of odour emissions Electronic noses, INERIS, 2009.
- [90] EA UK, Wood. A technical report for the manufacture of products from waste wood. Waste resources action programme, 2007.
- [91] COM, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the production of Pulp, Paper and Board (PP BREF), European Commission, JRC IPTS EIPPCB, 2015.
- [92] COM, Mission report Italy, Fantoni Osoppo, 2014.
- [93] USEPA, Emission Factor Documentation for AP-42. Section 10.6 Reconstituted Wood Products 2002-2003 http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch10/index.html, 2014.
- [94] EPF and EUROFINS Italy, Sampling and analysis for E.P.F. Plant Emission Project. 28/03/2014, 2014.
- [95] ATCM, Final regulation order, Airborne toxic control measure to reduce formaldehyde emissions from composite wood products, ATCM 93120, 2007.
- [96] IAF, International Accreditation Forum website, 2010.
- [97] UK MCERTS, Stack Emissions Monitoring Method Implementation Document for EN 13725 Air Quality Determination of odour concentration by dynamic olfactometry; Measurement of odour in stack gas emissions, 2013.
- [98] CEN, EN 12619:2013 Stationary source emissions Determination of the mass concentration of total gaseous organic carbon Continuous flame ionisation detector method, 2013.
- [99] US EPA, Technology Fact Sheet Retention Basins, 1999.
- [100] US EPA, Technology Fact Sheet Sand Filters, 1999.
- [101] EPA, Catalytic Incinerator, EPA, 1999.
- [102] EPA (US), Regenerative Incinerator, EPA, 2003.
- [109] Egger, Photo of Oriented strand board (OSB), 2011.
- [110] Egger, Photo of Fibreboard (MDF), 2011.

- [111] Pavatex et al., Photos of Flexboard and rigidboards with a tongue-and-groove finish, 2011.
- [112] Gutex, Photo of Layered softboard (SB), 2012.
- [113] Steico, Photo of Thin green softboard for underfloor insulation, 2012.
- [114] Lessa, Photo of Hardboard (HB), 2012.
- [115] Presswood, Photo of Particleboard pallet and pallet blocks, 2012.
- [116] Finsa, Photo of Storage of roundwood in a log yard, 2012.