



**MATERIALIEN ZUR  
THERMISCHEN BEHANDLUNG UND  
VERWERTUNG VON ABFÄLLEN UND  
RESTSTOFFEN IN DER  
ZELLSTOFF-, PAPIER-, SPAN-  
UND FASERPLATTENINDUSTRIE**

Gerhard Boubela

Friedrich Wurst

Theodor Prey

Rolf Boos

BERICHTE

BE- 248

Wien, 2004



## **Autoren**

Gerhard Boubela, Friedrich Wurst, Theodor Prey, Rolf Boos  
(alle FTU Forschungsgesellschaft Technischer Umweltschutz GmbH)

## **Lektorat**

Brigitte Karigl, Ingo Kügler

## **Satz/Layout**

Ingo Kügler, Anikó Rechberger

Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und  
Wasserwirtschaft und des Umweltbundesamtes.

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes finden Sie unter: [www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)

## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Vienna,  
Österreich/Austria

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf Recyclingpapier/*Printed on recycling paper*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2004  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457- 738-9

## ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Bericht, beauftragt vom Umweltbundesamt und vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, befasst sich mit der thermischen Behandlung und Verwertung von Abfällen und Reststoffen in der österreichischen Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie.

Das Ziel dieser Studie war die Erhebung der Mengen und Qualitäten tatsächlich eingesetzter Abfälle und Reststoffe, eine Beschreibung der bei der thermischen Verwertung anfallenden Reststoffe und Emissionen, Ermittlung von Transferkoeffizienten durch Stoffstromanalysen und Erhebung freier Kapazitäten bestehender Anlagen in der Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie.

Vom Auftragnehmer wurden Informationen über Brennstoffe, eingesetzte inner- und außerbetriebliche Abfälle in den thermischen Anlagen und Abgasreinigungsverfahren erhoben.

23 Betriebe der Papier- und Zellstoffindustrie setzen dabei keine Abfälle, 11 Betriebe der Papier- und Zellstoffindustrie und Span- und Faserplattenindustrie setzen innerbetriebliche Abfälle und 5 Betriebe der Papier- und Zellstoffindustrie und Span- und Faserplattenindustrie setzen inner- und außerbetriebliche Abfälle ein. Die Gesamtmengen der innerbetrieblich thermisch verwerteten Abfälle und Reststoffe belaufen sich auf 974.750 Tonnen Trockensubstanz pro Jahr, die der außerbetrieblichen Abfälle auf 170.450 Tonnen Trockensubstanz pro Jahr, womit die Kapazitäten zur Behandlung und Verwertung von Abfällen und Reststoffen ausgeschöpft sind.

Die anfallenden festen Rückstände aus der thermischen Verwertung sind von der Menge und Zusammensetzung der eingesetzten Brennstoffe und des zur Rauchgasreinigung eingebrachten Additivs abhängig. Es fallen ca. 220.000 t Asche aus der Verbrennung an. Eine mögliche und oft gewählte Verwertung der Aschen ist der Einsatz in der Zement- und Baustoffindustrie. Werden die festen Rückstände keiner Verwertung zugeführt, müssen sie deponiert werden, wobei unter anderem die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit und Abdampfrückstand beurteilungsrelevant sind.

Bei den Wirbelschichtkesseln konnten Transferfaktoren für das Reingas, die Bettasche (zirkulierende/statische Wirbelschicht), die Elektrofilterasche und die Gewebefilterasche berechnet werden. Für Trockneranlagen wurden Abschätzungen erstellt, die aber zu keinen eindeutigen Stoffbilanzen führten. Aussagen zu Stoffbilanzen für Anlagen der Rostfeuerung konnten nicht getroffen werden.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>METHODISCHE VORGANGSWEISE</b> .....	<b>5</b>
2.1	Konzeption und Aussendung des Fragebogens .....	5
2.2	Besuche der einzelnen ausgewählten Unternehmungen .....	5
2.3	Erstellung von Mengen- und Stoffbilanzen .....	6
<b>3</b>	<b>BETRIEBE UND TECHNISCHE KONZEPTE</b> .....	<b>7</b>
3.1	Betriebe der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie .....	7
3.2	Betriebe der österreichischen Span- und Faserplattenindustrie .....	19
3.3	Zusammenfassung der Qualitäten und Mengen der eingesetzten innerbetrieblichen und außerbetrieblichen Abfälle und Reststoffe .....	24
<b>4</b>	<b>THERMISCHE VERWERTUNG</b> .....	<b>28</b>
4.1	Thermische Verwertung bei der Papier- und Zellstoffindustrie .....	28
4.2	Thermische Verwertung bei der Span- und Faserplattenindustrie .....	29
<b>5</b>	<b>RÜCKSTÄNDE DER THERMISCHEN VERWERTUNG</b> .....	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>EMISSIONEN DER THERMISCHEN VERWERTUNG</b> .....	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>ERGEBNISSE DER STOFFSTROMANALYSEN</b> .....	<b>37</b>
7.1	Transfer bilanzfähiger Elemente von Brennstoffen in die festen Rückstände bzw. in das Reingas .....	37
7.2	Stoffströme bei Trockneranlagen .....	39
7.3	Stoffströme bei Wirbelschichtanlagen .....	39
7.4	Stoffströme für andere Anlagen .....	45
<b>8</b>	<b>BEWERTUNGEN DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>46</b>
8.1	Allgemeine Anmerkungen .....	46
8.2	Span- und Faserplattenindustrie .....	47
8.3	Papier- und Zellstoffindustrie .....	47
<b>9</b>	<b>KAPAZITÄTEN IN DER THERMISCHEN VERWERTUNG VON ABFÄLLEN</b>	<b>49</b>
9.1	Freie Kapazitäten bestehender Anlagen .....	49
9.2	Geplante und projektierte zukünftige Anlagen .....	50

---

9.2.1	Auswahl einiger Betriebe.....	50
<b>10</b>	<b>ZUSAMENFASSUNG DER ERGEBNISSE UND AUSBLICK .....</b>	<b>53</b>
<b>11</b>	<b>VERZEICHNISSE.....</b>	<b>54</b>
11.1	Tabellenverzeichnis .....	54
11.2	Literaturverzeichnis .....	55
<b>12</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>57</b>
<b>12.1</b>	<b>Fragebogen zur Erhebung der Studie „Thermische Behandlung und Verwertung von Abfällen und Reststoffen in der österreichischen Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie“ .....</b>	<b>57</b>
12.1.1	Allgemeine Angaben .....	57
12.1.2	Fragen zum Einsatz von Abfällen.....	58
12.1.3	Kurze Beschreibung der thermischen Anlage(n).....	60
12.1.4	Fragen zum Einsatz der Brennstoffe (herkömmliche Brennstoffe, Biomasse).....	60
12.1.5	Fragen zur Abgasreinigung .....	61

## 1 EINLEITUNG

Die FTU Forschungsgesellschaft Technischer Umweltschutz GmbH wurde beauftragt, eine Studie zur thermischen Behandlung und Verwertung von Abfällen und Reststoffen in der österreichischen Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie durchzuführen. Die Hintergründe für dieses Vorhaben liegen zum einen an den neuen gesetzlichen Regelungen im Bereich der Abfallwirtschaft, die für die Betriebe dieser Branchen eine Anzahl von Änderungen mit sich bringen. Zu nennen sind hier vor allem das Abfallwirtschaftsgesetz 2002, BGBl. I Nr. 102/2002, die Abfallverbrennung – Sammelverordnung, BGBl. II Nr. 389/2002, und die Deponieverordnung, BGBl. Nr. 164/1996 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 49/2004. Zum Anderen besteht die Annahme, dass das Aufkommen an Abfällen und Reststoffen in der österreichischen Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie, das bislang auch schon in großen Mengen der thermischen Verwertung zugeführt wird, eine Zunahme erfahren könnte. In diesen Betrachtungen liegt die Aufgabenstellung für dieses Projekt begründet, das somit eine Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes und eine Darstellung der betrieblichen Anlagen und Verfahren zur Abgasreinigung sowie der relevanten Stoffströme beschreiben soll. Letztere würden ein qualitatives Bild der eingesetzten Abfälle und Reststoffe sowie der bei deren thermischer Verwertung anfallenden Abgas- und Rückstandsströme liefern. Auf Grundlage der zu erhebenden diesbezüglichen Daten aus den vergangenen Jahren, im Idealfall des Jahres 2002, sollen die eingesetzten Brennstoffarten, deren Einsatzwege und Energieleistung näher erfasst und dargestellt werden.

Ein besonderer Blickpunkt ist darauf zu richten, inwieweit gegenwärtig in Betrieb befindliche Anlagen bei der Thermischen/Stofflichen Verwertung der von ihnen eingesetzten Abfälle, die einschlägigen anzuwendenden Emissionsvorschriften einzuhalten in der Lage sind bzw. welche Anforderungen oder Möglichkeiten sich auf Grund dieser Situation ergeben. Da bei der Mitverbrennung von Abfällen die Abfallverbrennung - Sammelverordnung spätestens ab 28. Dezember 2005 heranzuziehen ist, wird auf die für Mitverbrennung spezifischen Emissionsvorschriften eingegangen. Da in jedem Fall bei der Thermischen Verwertung Reststoffe anfallen, ist es auch ein Thema dieser Studie, Qualitätsaussagen zu ersteren zu treffen und über deren Verwendung bzw. weitere Entsorgungswege Kenntnisse zu gewinnen. Kriterien dabei sind Stoffstromüberlegungen hinsichtlich ausgewählter Elemente, welche einerseits für die in Frage kommenden Abfälle und andererseits für die Bewertung der Emissionen und Reststoffe von umweltbezogener Bedeutung sind.

Da es bei der Produktion von Span- und Faserplatten auf Grund prozessgegebener Vorbedingungen den direkten möglichen Kontakt zwischen dem noch ungereinigten Abgas einer Verbrennungsanlage und den Produktvorstoffen gibt, ist es auch von Interesse, den Einfluss der zur Energiebereitstellung eingesetzten Brenn-/Abfallstoffe auf die Fertigprodukte zu beleuchten. Parallel dazu ist zu bedenken, dass für die Spanplattenprodukte selbst Vorstoffe eingesetzt werden, welche nicht als natives Frischholz zu bewerten sind.

## 2 METHODISCHE VORGANGSWEISE

Bei der Erhebung der wichtigen Daten, welche in die Studie einfließen sollten, war es notwendig, verschiedene Wege zu beschreiten. Zunächst ging es um das Sammeln von konkreten betriebsspezifischen Informationen und Daten bei den einzelnen Unternehmungen, welche eine hinreichende Beschreibung der technologischen und stofflichen (rohstofflichen) Voraussetzungen der standortgegebenen Produktion ermöglicht. Dies sollte durch eine vorlaufende Fragebogenaktion und nachfolgende Betriebsbesuche weitestgehend abgeklärt werden.

In weiterer Folge wurden diese Daten gesichtet, im Hinblick auf das Projektziel ausgewertet und mit Literaturwerten bzw. eigenen Daten des Auftragnehmers komplettiert, um die angestrebten Aussagen nach stoffflussanalytischen Kriterien erhalten zu können.

Die Liste der zu befragenden Betriebe wurde nach Gesprächen mit Vertretern des Fachverbandes der Holzindustrie und des Fachverbandes der Papierindustrie erhoben. Die befragten Unternehmen sind in den Kapiteln 3.1 und 3.2 angeführt.

### 2.1 Konzeption und Aussendung des Fragebogens

Mit Hilfe des Fragebogens sollte geklärt werden, ob in den betreffenden Unternehmen Abfälle und Reststoffe (inner- und außerbetrieblich) thermisch verwertet werden. Wichtig war bei diesem Punkt die Erhebung, um welche Art von Abfall es sich handelt, welche Schlüsselnummer dem Material zugeordnet werden kann, welche Mengen davon eingesetzt werden, ob der Abfall aus einem gleich bleibendem Prozess stammt und zu welchen seiner chemischen Inhaltsstoffe es Untersuchungen gibt. Dabei fand jeweils eine Unterscheidung statt, ob es sich um innerbetrieblich oder außerbetrieblich anfallende Mengen handelt. Die Abfrage der herkömmlichen Brennstoffe sollte näheren Aufschluss über die Verwendung von Regelbrennstoffen und Art der Feuerungsanlagen geben. Weiters wurden die Betriebe um eine kurze Beschreibung der Anlagen, in welchen bei den Unternehmen Abfälle und Reststoffe thermisch zur Energienutzung eingesetzt werden, sowie die angewandte Art der Abgasreinigung, die im Genehmigungsbescheid vorgesehenen Emissionsbegrenzungen und das eventuelle Vorhandensein von darüber hinaus gehenden Emissionsdaten ersucht. Auf die Erhebung der anfallenden Mengen fester Rückstände aus thermischer Verwertung und Abgasreinigung sowie deren chemische Inhaltsstoffe bezogen sich weitere Fragen. Die für die Verwertung oder Entsorgung dieser Rückstände vorgesehenen Wege sollten ebenso aufgezeigt werden. Die detaillierte Abfrage der eben erwähnten Untersuchungsergebnisse fand in dieser Phase noch nicht statt, um die Unternehmen vorerst nicht zu sehr mit Recherchen und Datenaufbereitungen zu belasten.

Im Anhang wird der vollständige Umfang des Fragebogens abgedruckt. Der Aufbau des Fragebogens gliedert sich in allgemeine Angaben, Abfalleinsatz sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich, Beschreibung der thermischen Anlage(n), Brennstoffeinsatz und Abgasreinigung. Bei der Aussendung des Fragebogens wurden in einem Begleitbrief der Hintergrund und die geplanten Ziele des Projektes näher erläutert.

### 2.2 Besuche der einzelnen ausgewählten Unternehmungen

Neben telefonischen bzw. elektronischen ergänzenden Rückfragen zu den Angaben, welche durch die Unternehmungen in den Fragebögen getätigt worden sind, wurden einzelne Be-

triebe zur detaillierteren Darstellungsmöglichkeit und Diskussion über die von diesen übermittelten Daten für einen persönlichen Besuch ausgewählt. Zweck dieses war es auch, analytische Daten zu Brennstoff-, Abfall-, Reststoffqualitäten zu erhalten und konkrete Angaben zur Abgasemission und deren Begrenzung zu ermitteln. Von Anfang an war dabei klar, dass diese erfragten Daten nicht betriebszuordenbar in die Studie aufgenommen werden, jedoch für die generellen Aussagen in höchstem Maße von Bedeutung sind.

## 2.3 Erstellung von Mengen- und Stoffbilanzen

Die Erstellung von Mengen- bzw. Stoffbilanzen setzt eine möglichst präzise und vollständige Datenlage voraus, welche in konkreten Einzelfällen nur selten gegeben sein wird. Dies bezieht sich im höheren Maße auf Stoffdaten, worunter im Sinne von stoffstromanalytischen Betrachtungen und dem Konzept für diese Studie die ausgewählten Elemente Chlor, Arsen, Barium, Cadmium, Kobalt, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Mangan, Nickel, Blei und Zink, zu bearbeiten waren. In diesen Bezügen war es aus Datenmangel seitens der Unternehmungen besonders wesentlich, auf Literaturdaten bzw. eigenen Ergebnissen zu Elementgehalten von diversen Brennstoffen zurückgreifen zu können. Weiters ist anzumerken, dass auf Grund der nur wenigen Betriebe, die dafür verwertbare Daten mitteilen konnten, die Ergebnisse dieser Kalkulationen gruppenmäßig nach Anlagenkonzepten bzw. Brennstoffeinsätzen anonymisiert zusammengefasst dargestellt werden sollten.

Zur Erstellung der Stoffstrombetrachtungen werden die Systemgrenzen inputseitig mit der Aufgabe auf die Verbrennungseinheit und outputseitig mit der Ausschleusung fester Rückstände aus der Verbrennung bzw. Abgasreinigung und der Reingasemission in die freie Atmosphäre definiert. Die allfällige Verwendung eines Additivs zur Rauchgasreinigung findet ihren Niederschlag in deren festen Rückständen; auf die jeweilige Staubabscheidungstechnologie wird bei diesen Bilanzüberlegungen im Detail nicht, jedoch in einem getrennten Kapitel im Hinblick auf die überragende Bedeutung der Qualität der Staubabscheidung sehr wohl eingegangen.

Für die Kalkulation der Verteilung der oben genannten Inhaltsstoffe in die Outputwege wird die Elementfracht, errechnet aus den auf das Jahr bezogenen Brennstoff- (und Abfallbrennstoff-) mengen und den jahresdurchschnittlichen Outputfrachten an Verbrennungsrückständen bzw. Abgas herangezogen.

Für die Auswahl der hier zur Betrachtung anstehenden Elemente wurden Kriterien herangezogen, welche einerseits aus allgemeiner umwelthygienischer Sicht Bedeutung haben (z.B.: Hg, Cd, Pb, Ni, Cr, As, Co), weiters für die zum Einsatz kommenden Brenn- und Abfallbrennstoffe als Indikatorelemente angesehen werden können (z.B.: Ba, Pb, Zn, Cu, Mn, Cl), und schließlich im Hinblick auf das chemisch/physikalische Verhalten im Verbrennungsprozess inklusive der Flüchtigkeitseigenschaften und hinsichtlich der angezeigten/erforderlichen Rauchgasreinigungsmaßnahmen (z.B.: Cl, Hg, Cd, Pb, Zn) anzuwenden sind. Dem Element Chlor kommt zusätzlich als eine der erforderlichen Vorbedingungen für die Entstehung chlorierter organischer Spurenstoffe beim Durchlaufen des thermischen Prozesses erhöhte Bedeutung zu. Aus allgemeinen Erfahrungen bei der Verwendung von Biomassebrennstoffen wäre den Elementen Mn (als essentielles Element, besonders in der Rinde) und Ba (über die Biomasse) Aufmerksamkeit zu widmen. Mangels Daten zu diesen Elementen (auch für Kupfer) sind keine gesicherten Aussagen dazu möglich.



### 3 BETRIEBE UND TECHNISCHE KONZEPTE

Bei der Beschreibung der Betriebe, deren technischer Konzepte mit den Entsorgungswegen der außer- und innerbetrieblichen Abfälle wird differenziert nach den Betrieben der Österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie und jenen der Span- und Faserplattenindustrie. Dabei werden nach einem einheitlichen Schema Standort, die Charakterisierung der thermischen Anlagen nach ihrer Technologie, Leistung, den eingesetzten Brennstoffen, der vorhandenen Abgasreinigung sowie den vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerten für das Reingas angeführt und die allfällige Verwertung der Verbrennungsrückstände benannt. Über die Entsorgungswege innerbetrieblich anfallender Abfälle, sofern diese extern beschriftet werden, sind keine lückenlosen Informationen verfügbar. Die externe Entsorgung/Verwertung solcher Abfälle und Reststoffe kann entweder durch Kapazitätsengpässe im eigenen Betrieb begründet sein oder es wird in diesen Firmen grundsätzlich von der thermischen Verwertung innerbetrieblicher Abfälle abgesehen.

Die in den nachstehenden Kapiteln 3.1 und 3.2 angegebenen Einheiten für Emissionsgrenzwerte in mg/m<sup>3</sup> oder ng/m<sup>3</sup> verstehen sich bezogen auf Normkubikmeter (Nm<sup>3</sup>), normiert auf trockenes Gas bei 0 °C, 1.013 mbar.

#### 3.1 Betriebe der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie

##### Roman Bauernfeind Papierfabrik GmbH

Standort:	8130 Frohnleiten, Peugen 1, Steiermark
Maschinen:	1 Langsieb-Papiermaschine 2.500 mm, 80-150 g/m <sup>2</sup> 1 Langsieb-Papiermaschine 2.700 mm, mit Obersieb 100-200 g/m <sup>2</sup>
Thermische Anlage:	1 Rohrwandstrahlungskessel, Dampfleistung 12.000 kg/h, 80 bar, BWL: ca. 10 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (5 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Thermische Anlage:	1 Loos-Dampfkessel, BWL: 20,5 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (5 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Jahresproduktion:	155.000 t
Beschäftigte:	104

##### Brigl & Bergmeister Papierfabrik GmbH

Standort:	8712 Niklasdorf, Proleberstr. 10, Steiermark
Maschinen:	1 Langsieb-Papiermaschine 2.800 mm Streichrohpapiere 1 Streichmaschine 2.800 mm 4 Kalander 6 Schneidemaschinen Automat. Palettenverpackungsstraße

Thermische Anlage:	2 Dampfkesselanlagen mit Gasbrennern, BWL: 21,5 MW und 8,5 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (5 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Jahresproduktion:	60.000 t
Beschäftigte:	265

### Dickenauer Pappenfabrik Gesellschaft m.b.H.

Standort:	3184 Türnitz, Dickenau 2, Niederösterreich
Maschinen:	1 Automatikpappenstraße 3 Schneideanlagen 1 Stanzautomat
Thermische Anlage:	1 Loos-Dampfkessel, BWL: 2,7 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Heizöl; noch in diesem Jahr soll die Umstellung auf Bioöl erfolgen. Als behördlichen Vorgaben für die Emission gelten dann die Grenzwerte gemäß LRG-K für Heizöl leicht.
Abgasreinigung:	keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	Staub (80 mg/m <sup>3</sup> ), CO (175 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Jahresproduktion:	100 t
Beschäftigte:	23

### Feinpapierfabrik Dr. Franz Feuerstein Ges.m.b.H. Tann-Papier Ges.m.b.H. (Schwesterunternehmen)

Standort:	4050 Traun, Fabrikstraße 20, Oberösterreich
Maschinen:	1 Langsieb-Papiermaschine 1.500 mm, 12-30 g/m <sup>2</sup> 1 Langsieb-Papiermaschine 2.450 mm, 24-50 g/m <sup>2</sup>
Therm. Anlagen:	k.A.
Eingesetzte Brennstoffe:	Heizöl (Papierfabrik Dr. Feurstein), Erdgas (Tann-Papier)
Abgasreinigung:	k.A.
Abgasentsorgung:	k.A.
Behördl. Vorgaben f. Emission:	k.A.
Jahresproduktion:	24.000 t
Beschäftigte:	165

### Frantschach Pulp & Paper Austria AG

Standort:	9413 St. Gertraud, Frantschach
Maschinen:	1 Zellstoff-Fabrik 1 Langsieb-Papiermaschine 4.100 mm, 60-150 g/m <sup>2</sup> 1 Langsieb-Papiermaschine 3.750 mm, 35-150 g/m <sup>2</sup> 1 Langsieb-Papiermaschine 4.300 mm, 60-150 g/m <sup>2</sup> 2 Notstrom-Dieselaggregate 1 Flockentrocknungsanlage
Thermische Anlage:	2 Laugenverbrennungskessel: CK 2 BWL 45 MW, und CK 3 BWL 80 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Dicklauge

Abgasreinigung:	E-Filter und Rauchgaswäscher
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (CK 2: 100 mg/m <sup>3</sup> , CK 3: 80 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (400 mg/m <sup>3</sup> ), red. Schwefelverb. (als H <sub>2</sub> S, 30 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 %
Thermische Anlage:	1 Zirk. Wirbelschichtkessel, BWL: 61 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Kohle, Rinde, Sägespäne, Klärschlamm (biol. und mech. Abwasserschlamm)
Abgasreinigung:	E-Filter, Rauchgaswäscher, Entschwefelung im Wirbelschichtkessel durch Kalkzugabe
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (0 – 1.100 mg/m <sup>3</sup> , brennstoffabhängig), CO (175 – 250 mg/m <sup>3</sup> , brennstoffabhängig), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 bis 450 mg/m <sup>3</sup> , brennstoffabhängig), C <sub>org</sub> (50 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (30 mg/m <sup>3</sup> ), HF (5 mg/m <sup>3</sup> ), Pb und Zn (als Summe, 5 mg/m <sup>3</sup> ), Cr, Ni, As (jeweils 1 mg/m <sup>3</sup> ), Cd (0,1 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: brennstoffabhängig
Standby:	1 La-Mont-Kessel zur Dampferzeugung, BWL: 32 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Heizöl schwer (1% des Brennstoffeinsatzes)
Abgasreinigung:	keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (80 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (1.700 mg/m <sup>3</sup> ), CO (175 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Standby:	1 Kessel zur Dampferzeugung, BWL: 27 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Heizöl schwer (1%)
Abgasreinigung:	keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (80 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (1.700 mg/m <sup>3</sup> ), CO (175 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Verwertung in der Beton- und Zementindustrie bzw. Deponierung
Jahresproduktion:	215.000 t Sulfat-Zellstoff 50.000 t Verkaufszellstoff 210.000 t Papier
Beschäftigte:	527

## W. Hamburger AG

Standort:	2823 Pitten, Aspangerstr. 252, Niederösterreich
Maschinen:	1 Langsieb-Papiermaschine 2.500 mm m. E-Former, 105-250 g/m <sup>2</sup> 1 Langsieb-Papiermaschine 4.900 mm mit Obersieb, 110-250 g/m <sup>2</sup>
Thermische Anlage:	2 ND Dampfkessel, BWL: jeweils 22,5 MW, Summe 45 MW (gilt als eine Anlage)
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Primärmaßnahme: Low-NO <sub>x</sub> -Feuerung
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Thermische Anlage:	1 HD Dampfkessel mit Dampfturbine, Reservekessel zur Wirbelschicht; die Dampfturbine dient in erster Linie für den Wirbelschichtkessel, bei Stillständen (Revision) wird sie mit dem HD Dampfkessel betrieben; BWL: 48 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Aushilfsbrennstoff für Notfälle: Heizöl-L

Abgasreinigung:	Low-NO <sub>x</sub> -Feuerung mit externer Rauchgaszirkulation
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Thermische Anlage:	1 Dampfkessel Wirbelschichtfeuerung mit Dampfturbine, BWL: 65 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Steinkohle, Klärschlamm (eigener biologischer Abwasserschlamm)
Abgasreinigung:	Primärentschwefelung durch Dolomitzugabe ins Bett, der alkalische Klärschlamm unterstützt die Entschwefelung; Gewebefilter, Trockensorption durch Kalkhydratzugabe; Maßnahmen zur Entstickung (SNCR), Ausbrandverbesserung und Absenkung der CO-Emission sind in Vorbereitung
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (200 mg/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> , CO (250 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (30 mg/m <sup>3</sup> , TMW); O <sub>2</sub> -Bezug: 6 % (HCl: 11 %) 1) Massenstromlimitierung: 10 kg SO <sub>2</sub> /h
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Die Flugasche wird in der Zementindustrie verwertet, die Bett-schlacke (ca. 3 % Anteil) wird deponiert.
Jahresproduktion:	300.000 t Wellpapperohrpapiere nicht deinkt
Beschäftigte:	235

### Paul Hartmann Ges.m.b.H. (vorm. WALLI)

Standort:	Papier- und Zellstoffwattfabrik, Betrieb Grimmenstein 2840 Grimmenstein, Thomasberg 73, Niederösterreich
Maschinen:	1 WALLI-Rundsieb-Selbstabnahmemaschine 2.000 mm 1 WALLI-Selbstabnahmemaschine 2.300 mm
Thermische Anlage:	2 3-Zug-Rauchrohrkessel, BWL: je 4 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Heizöl
Abgasreinigung:	k.A.
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Erdgas: Staub (5 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ) Heizöl: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (1.700 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Jahresproduktion:	10.000 t
Beschäftigte:	70

### Lenzing AG

Standort:	4860 Lenzing, Oberösterreich
<u>Papierfabrik:</u>	<i>(nicht integriert)</i>
Maschinen:	1 Langsieb-Papiermaschine 4.800 mm mit Obersieb, 70-190 g/m <sup>2</sup> Aufbereitungsanlagen für Zellstoff und Altpapier Papierausrüstung
<u>Zellstoff-Fabrik:</u>	<i>(integriert in die Viskosefaserproduktion)</i>
<u>Energieanlage I</u> <i>(primär der Viskosefaserproduktion zugeordnet)</i>	
Thermische Anlage:	1 Dampfkessel mit zirk. Wirbelschichtfeuerung, BWL: 104 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Kohle, Erdgas, Heizöl, Rinde, Sägespäne, eigene Klärschlämme, diverse eigene Reststoffe und Produktionsabfälle; einige Abfälle und Reststoffe werden im Kessel der RVL thermisch verwertet (nur im Sonderfall)
Abgasreinigung:	Gewebefilter, Trockensorption am Gewebefilter durch Kalkhydrat-

Abgasentsorgung:	zugabe, Primärentschwefelung in der Wirbelschicht Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (30 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (400 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 6 %; CO (250 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (30 mg/m <sup>3</sup> ), HF (0,7 mg/m <sup>3</sup> ), Pb, Cr, Zn (als Summe, 5 mg/m <sup>3</sup> ), Ni, As, Co (als Summe, 1 mg/m <sup>3</sup> ), Cd (0,1 mg/m <sup>3</sup> ), Hg (0,1 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 11 %
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Verwertung in der Zement- und Baustoffindustrie
Thermische Anlage:	1 Dampfkessel, BWL: 124 MW, Standby für obigen Wirbelschichtkessel und Wirbelschichtkessel der RVL
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas (fallweise Heizöl)
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 200 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %

**Energieanlage II (der Zellstoffproduktion zugeordnet)**

Thermische Anlage:	3 Naturumlaufstrahlungskessel für Laugenverbrennung, BWL: 68 und 91 MW bzw. 52 MW (Reserve)
Eingesetzte Brennstoffe:	Dicklauge (Gas und Heizöl für Stütz- und Anfahrfeuerung)
Abgasreinigung:	Nasswäsche bei jedem Kessel (Rückgewinnung MgO und SO <sub>2</sub> )
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (100/50 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , -/380 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (1000/650 mg/m <sup>3</sup> ), CO (-/175 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 %
Thermische Anlage:	1 Schmelzkammerkessel (Sodakessel), speist in den 91 MW-Laugenkessel
Eingesetzte Brennstoffe:	OPE-Dicklauge (untergeordnet Gas, Heizöl)
Abgasreinigung:	Gewebefilter
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (30 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ), CO (175 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 %
Thermische Anlage:	1 Dampfkessel, BWL: 26 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Kamin
Abgasentsorgung:	keine
Behördl. Vorgaben f. Emission:	Staub (5 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %

Jahresproduktion (2002):	71.700 t Papier 176.550 t Zellstoff
Beschäftigte:	140 Papierfabrik 282 Zellstoff-Fabrik

**Mayr-Melnhof Karton AG**

Standort:	Mayr-Melnhof Karton GmbH & Co KG, Werk Frohnleiten 8130 Frohnleiten, Steiermark
Maschinen:	1 Kartonmaschine 2.900 mm, 350-500 g/m <sup>2</sup> 1 Kartonmaschine 4.400 mm, 230-350 g/m <sup>2</sup> Aufbereitungsanlage für Altpapier
Thermische Anlage:	1 Gaskessel mit Dampfturbine, BWL: 88 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	k.A.

Abgasentsorgung:	k.A.
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Standort:	Mayr-Melnhof Karton GmbH & Co KG, Werk Hirschwang 2651 Reichenau, Hirschwang 77, Niederösterreich
Maschinen:	1 Kartonmaschine 2.150 mm, 450-750 g/m <sup>2</sup> Aufbereitungsanlage für Altpapier
Thermische Anlage:	1 Dampfkesselanlage mit Gasbrenner, BWL: 22,1 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Jahresproduktion:	Frohnleiten: ca. 400.000 t Hirschwang: ca. 70.000 t
Beschäftigte:	Frohnleiten: ca. 500 Hirschwang: ca. 180

### Merckens Karton- und Pappenfabrik Ges.m.b.H.

Standort:	4311 Schwertberg, Josefstal 10, Oberösterreich
Maschinen:	2 Pappenstraßen, 2.480 mm und 1.600 mm 1 Lackiermaschine
Thermische Anlage:	2 Gasbrenner zur Direkttrocknung der Pappe, BWL: insgesamt 5 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Jahresproduktion:	12.000 t
Beschäftigte:	65

### M-real Hallein AG

Standort:	5400 Hallein, Salzachtal Bundesstraße Süd 88, Salzburg
Maschinen:	Zellstoff-Fabrik: 1 Papiermaschine 3.800 mm, 130-300 g/m <sup>2</sup> 1 Papiermaschine 3.800 mm, 80-170 g/m <sup>2</sup> Streichmaschine 3.750 mm, 115-350 g/m <sup>2</sup> Schneidemaschinen
Thermische Anlage:	1 Laugenverbrennungskessel, BWL: 82,8 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Dicklauge
Abgasreinigung:	REA (Entschwefelung)
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (200 mg/m <sup>3</sup> ), red. Schwefelverb. (als H <sub>2</sub> S, 20 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 350 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 %
1 kalorisches Kraftwerk:	Hochdruckkessel Erdgas oder Heizöl-S (BWL: 53,6 MW), 1 Steamblock Erdgas (BWL: 18,55 MW) 3 Steamblocks Erdgas (BWL: je 19,58 MW)
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Heizöl, Biogas aus eigener Abwasserbehandlung

Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Deponierung
Jahresproduktion:	143.000 t Zellstoff 263.000 t Papier
Beschäftigte:	781 + 30 Lehrlinge

### Nettingsdorfer Papierfabrik AG & Co KG

Standort:	4054 Nettingsdorf, Nettingsdorf-Fabrik, Oberösterreich
Maschinen:	1 Anlage zur Erzeugung von ungebleichtem Sulfatzellstoff 1 Langsieb-Papiermaschine 7.350 mm mit Obersieb, 120-300 g/m <sup>2</sup>
Thermische Anlage:	1 Dampfkessel mit Gasfeuerung, BWL: k. A.
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Thermische Anlage:	1 Laugenverbrennungskessel, BWL: k. A.
Eingesetzte Brennstoffe:	Dicklauge
Abgasreinigung:	E-Filter
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (85 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (400 mg/m <sup>3</sup> ), red. Schwefelverb. (als H <sub>2</sub> S, 27 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 %
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	k.A.
Jahresproduktion:	420.000 t
Beschäftigte:	390

### Neusiedler AG

Standort:	3363 Ulmerfeld-Hausmening, Haidmühlstraße 2, Niederösterreich
Maschinen:	1 Langsieb-Papiermaschine 4.360 mm, 60-120 g/m <sup>2</sup> 1 Doppelsiebmaschine 4.360 mm, 70-100 g/m <sup>2</sup> 6 Kleinformatstraßen 2 Querschneider, 1 Verpackungsstraße 1 Lochungsanlage
Thermische Anlage:	2 Dampfkessel mit Gasbrenner, BWL: 82,6 bzw. 46,6 MW (Res.)
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	NO <sub>x</sub> -mindernde Brenner
Abgasentsorgung:	50 % gehen zur PCC-Anlage; Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 % Der Grenzwert für NO <sub>x</sub> gilt nur für einen der beiden Kessel, für den anderen ist kein Grenzwert festgesetzt, da ein typisierter Stufenbrenner im Einsatz ist.
Standort:	3331 Kematen, 3. Straße 1, Niederösterreich

Maschinen:	1 Langsieb-Papiermaschine 2.150 mm, 30-350 g/m <sup>2</sup> 1 Langsieb-Papiermaschine 2.650 mm, 50-160 g/m <sup>2</sup>
Thermische Anlage:	1 Dampfkessel mit Gasbrenner, BWL: 34,6 bzw. 21,6 MW (Res.)
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Heizöl schwer (0,5 %)
Abgasreinigung:	NO <sub>x</sub> -mindernde Brenner
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 % Für NO <sub>x</sub> ist kein Grenzwert festgesetzt, da ein typisierter Stufenbrenner im Einsatz ist.

Faserreststoffe werden in der Ziegelindustrie stofflich verwertet.

Jahresproduktion:	348.800 t holzfreie Feinpapiere 50.000 t Sulfitzellstoff gebleicht
Beschäftigte:	866

### Pappenfabrik Timmersdorf GmbH

Standort:	8772 Timmersdorf, Steiermark
Maschinen:	2 Automatic-Pappenstraßen 2.400 mm bzw. 2.500 mm 1 Kartonmaschine 1.200 mm mit integriertem Duplexquerschneider 1 Kartonmaschine Langsieb 2.400 mm 1 Formkartonmaschine diverse Klebe-, Schneide- und Stanzmaschinen
Thermische Anlage:	1 Gaskessel zur Dampferzeugung, BWL: k. A.
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Jahresproduktion:	20.000 t Karton und Pappe
Beschäftigte:	50

### Norske Skog Bruck GmbH

Standort:	8600 Bruck, Fabriksgasse 10, Steiermark
Maschinen:	1 Papiermaschine 5.270 mm 1 Papiermaschine 6.450 mm 5 Druckschleifer 2 Deinkinganlagen
Thermische Anlage:	1 Wirbelschichtkessel mit Abhitzenutzung, BWL: 18 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Rinde, Kohle, Faserreststoffe
Abgasreinigung:	E-Filter, nachgeschalteter Schlauchfilter
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (400 mg/m <sup>3</sup> ), CO (150 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (350 mg/m <sup>3</sup> ), CO <sub>2</sub> , C <sub>org</sub> (50 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (10 mg/m <sup>3</sup> ), HF (0,7 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 11 %
Thermische Anlage:	2 Gaskessel Steamblock (Reserve), BWL: je 29 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Kamin
Abgasentsorgung:	keine
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (5 mg/m <sup>3</sup> ), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %



1 GUD – Anlage:	Gasturbine (39 MW elektrisch), Abhitzekeessel, BWL: 79 MW (Abhitze von Gasturbine) und 36 MW (Zusatzfeuerung)
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Kamin
Abgasentsorgung:	keine
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (5 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 150 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 15 %
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Flugasche aus der Verbrennung wird zu 100 % in der Zementindustrie verwertet.
Jahresproduktion:	220.000 t holzhältige gestrichene Papiere 120.000 t Zeitungsdruckpapiere
Beschäftigte:	k.A.

### Zellstoff Pöls AG

Standort:	8761 Pöls, Dr. Luigi Angeli-Straße 9, Steiermark
Maschinen:	1 Zellstoff-Fabrik (Sauerstoffbleiche, ECF-Filterbleiche, Anlage zur Gewinnung von Terpentin) 1 Langsieb-Papiermaschine 2.150 mm, 40-140 g/m <sup>2</sup>
Thermische Anlage:	2 Laugenverbrennungskessel, BWL: 330 bzw. 226 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Dicklauge
Abgasreinigung:	E-Filter, Wäscher
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (65 mg/m <sup>3</sup> ), red. Schwefelverb. (als H <sub>2</sub> S, 5 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 %
Thermische Anlage:	1 Steamblock, BWL: 17 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (5 mg/m <sup>3</sup> , Rechenwert), CO (80 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %
Intern anfallende Klär- und Faserschlämme (Zement- bzw. Ziegelindustrie) sowie Rinde (Papierindustrie) werden extern verwertet.	
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	keine zu entsorgenden Rückstände aus der Verbrennung
Jahresproduktion:	320.000 t gebleichter Kraftzellstoff 12.000 t gebleichtes Kraftpapier
Beschäftigte:	380

### Poneder Ges.m.b.H. Halbstoff-Fabrik

Standort:	3363 Hausmening / Neufurth, Gunnersdorferstraße 13, Niederösterreich
Maschinen:	Halbstoffanlage; Bleicherei; Trockenanlage mit Schneideeinrichtungen
Thermische Anlage:	Dampfkesselanlage mit Gasbrenner, BWL: 2,35 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 3 %

Jahresproduktion: 1.500 t  
 Beschäftigte: k. A.

### Rondo Ganahl AG

Standort: 6820 Frastanz, Rotfarbweg 5, Vorarlberg  
 Maschinen: 1 Papiermaschine 2.500 mm mit Duoformer und Leimpresse, 100-300 g/m<sup>2</sup>

Thermische Anlage: 2 Dampfkessel mit Gasbrenner, Heizöl-S als Backup, BWL: 13,2 bzw. 15,1 MW  
 Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas, Heizöl  
 Abgasreinigung: NO<sub>x</sub>-mindernde Maßnahmen gemäß LRG-K, Anlage 1 zu § 12, Pkt. 4a  
 Abgasentsorgung: Kamin  
 Behördl. Vorgaben f. Emission: gemäß DKEG: Staub (150 mg/m<sup>3</sup>, bei Erdgasbetrieb 10 mg/m<sup>3</sup>), SO<sub>2</sub> (400 mg/m<sup>3</sup>), NO<sub>x</sub> (als NO<sub>2</sub>, 350 mg/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 3 %

Jahresproduktion: 65.000 t  
 Beschäftigte: k.A.

### Spezialpappenfabrik Rosegg Betriebsg.m.b.H.

Standort: 8191 Koglhof, Rosegg 1, Steiermark  
 Maschinen: 1 Pappenmaschine 2.150 mm, Pappendicke 0,9 – 5 mm  
 1 Pappenmaschine 2.450 mm, Pappendicke 0,9 – 2,5 mm  
 diverse Lackier-, Schneide- und Stanzanlagen  
 diverse Einrichtungen für Sonderfertigungen

Thermische Anlage: 1 Dampfkessel mit Gasbrenner, BWL: k. A.  
 Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas  
 Abgasreinigung: Keine  
 Abgasentsorgung: Kamin  
 Behördl. Vorgaben f. Emission: gemäß LRG-K: Staub (10 mg/m<sup>3</sup>), CO (80 mg/m<sup>3</sup>), NO<sub>x</sub> (als NO<sub>2</sub>, 100 mg/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 3 %

Jahresproduktion: 8.000 t  
 Beschäftigte: 110

### Salzer Papier GmbH

Standort: 3101 St. Pölten, Stattersdorf bei St. Pölten, Niederösterreich  
 Maschinen: 1 Langsieb-Papiermaschine 2.600 mm, 55-140 g/m<sup>2</sup>  
 diverse Schneidemaschinen

Thermische Anlage: k.A.  
 Eingesetzte Brennstoffe: k.A.  
 Abgasreinigung: k.A.  
 Abgasentsorgung: k.A.  
 Behördl. Vorgaben f. Emission: k.A.

Zellulose-Reststoffe werden extern verwertet (Ziegelindustrie)

Jahresproduktion: 26.000 t  
 Beschäftigte: 121

**SAPPI Austria Produktions-GmbH & Co. KG**

Standort:	8101 Gratkorn, Brucker Straße 21, Steiermark
Maschinen:	2 Papiermaschinen, 6.450 mm bzw. 8.500 mm 2 Streichmaschinen Magnefitezellstoff-Fabrik, Bleicherei
Thermische Anlage:	1 Reststoffverbrennungsanlage (Wasserverband Region Gratkorn und Gratwein); Stat. Wirbelschicht mit Abhitzenutzung, BWL: 23,5 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Holzreststoffe, Biogas, Klärschlämme (biol. und mech. Abwasserschlämme)
Abgasreinigung:	E-Filter
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (30mg/m <sup>3</sup> ), HF (5 mg/m <sup>3</sup> ), Cd, Hg (als Summe, 0,1 mg/m <sup>3</sup> ), Pb, Zn (als Summe, 5 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 11 %
Thermische Anlage:	1 Kohlekessel, Zirk. Wirbelschicht mit Abhitzenutzung, BWL: 133,3 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Heizöl, Kohle, Holzreststoffe, Biogas, Klärschlämme (biol. und mech. Abwasserschlämme)
Abgasreinigung:	E-Filter, Trockenkalkabsorptionsverfahren
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (200 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (10 mg/m <sup>3</sup> ), HF (1 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 6 %
Thermische Anlage:	1 Laugenverbrennungskessel, BWL: 123 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Dicklauge
Abgasreinigung:	E-Filter, 6-stufige Venturigegegenstromabsorptionsanlage
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (450 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 400 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 %
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	stoffliche Verwertung
Jahresproduktion:	755.000 t holzfrei gestrichene Druckpapiere 225.000 t Magnefitezellstoff
Beschäftigte:	ca. 1.400

**SCA Hygiene Products GmbH**

Standort:	2763 Pernitz / Ortmann, Hauptstraße 1, Werk Ortmann, Niederösterreich
Maschinen:	2 Papiermaschinen mit Stoffaufbereitung (Altpapier, Zellstoff) Verarbeitungsanlagen; Biologische Kläranlage
Thermische Anlage:	2 Gasturbinen mit Abhitzekeessel, BWL: k. A.
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas
Abgasreinigung:	Keine
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 150 mg/m <sup>3</sup> )
Jahresproduktion:	116.000 t Hygienepapier
Beschäftigte:	Ortmann: 580

**SCA Graphic Laakirchen AG**

Standort: 4663 Laakirchen, Schillerstraße 5, Oberösterreich  
 Maschinen: 1 Papiermaschine Duoformer 8.800 mm, 38-65 g/m<sup>2</sup>  
 1 Papiermaschine Gapformer 7.400 mm, 40-65 g/m<sup>2</sup>  
 14 TGW-Stetigschleifer

Thermische Anlagen: keine im Eigentum der SCA Graphic Laakirchen AG

siehe auch EEGV

Ein Teil der Rückstände aus der Papierproduktion und der Altpapierverarbeitung werden in der Ziegelindustrie stofflich verwertet.

Jahresproduktion: 485.000 t superkalandriertes (SC)-Tiefdruck- und Offsetpapier  
 Beschäftigte: 585

**Steyrermühl AG**

Standort: 4662 Steyrmühl, Fabriksplatz 1, Oberösterreich  
 Maschinen: 1 Papiermaschine Duoformer 6.420 mm, 45-60 g/m<sup>2</sup>  
 1 Papiermaschine Duoformer 8.900 mm, 40-52 g/m<sup>2</sup>  
 8 SGW-Schleifer; TMP-Anlage mit 2 Refinern; Deinkinganlage;  
 Handschöpferei

Thermische Anlage: 1 Gasturbine mit Abhitzenutzung, BWL: 160 MW  
 Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas  
 Abgasreinigung: Keine  
 Abgasentsorgung: Kamin  
 Behördl. Vorgaben f. Emission: Staub (10 mg/m<sup>3</sup>), CO (100 mg/m<sup>3</sup>), NO<sub>x</sub> (als NO<sub>2</sub>, 300 mg/m<sup>3</sup>);  
 O<sub>2</sub>-Bezug: 15 %

siehe auch EEGV

Anteile von Spänen (Ziegelindustrie), Rüttelgut (Spanplattenindustrie) und Rinde werden extern stofflich verwertet.

Jahresproduktion: ca. 460.000 t Papier  
 Beschäftigte: 619

**EEVG**

Standort: 4662 Steyrmühl, Fabriksplatz 1, Oberösterreich

Thermische Anlage: 1 Dampfkessel mit Wirbelschichtfeuerung (SCA Graphic Laakirchen gemeinsam mit Steyrmühl AG); BWL: 50 MW  
 Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas, Rinde, Holzabfälle, Baurestholz, Faserreststoffe  
 Abgasreinigung: Schlauchfilter  
 Abgasentsorgung: Kamin  
 Behördl. Vorgaben f. Emission: gemäß LRG-K: Staub (20 mg/m<sup>3</sup>), SO<sub>2</sub> (100 mg/m<sup>3</sup>), CO (80 mg/m<sup>3</sup>), NO<sub>x</sub> (als NO<sub>2</sub>, 300 mg/m<sup>3</sup>), C<sub>org</sub> (20 mg/m<sup>3</sup>), HCl (15mg/m<sup>3</sup>), HF (0,7 mg/m<sup>3</sup>), Cd (0,04 mg/m<sup>3</sup>), Hg (0,1 mg/m<sup>3</sup>), Pb, Zn, Cr (als Summe, 1 mg/m<sup>3</sup>), As, Co, Ni (als Summe, 0,3 mg/m<sup>3</sup>), PCDD und PCDF (0,1 ng TE/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 11 %

Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung: Verwertung in der Zement- und Baustoffindustrie

**Wagner KG, Pappfabrik + E-Werk**

Standort:	4120 Neufelden, Oberfeuchtenbach, Oberösterreich
Maschinen:	1 Rundsiebmaschine Automatik
Thermische Anlagen:	k. A.
Eingesetzte Brennstoffe:	Heizöl
Abgasreinigung:	k.A.
Abgasentsorgung:	k.A.
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	k.A.
Jahresproduktion:	k.A.
Beschäftigte:	k.A.

**Papierfabrik Wattens Ges.m.b.H.**

Standort:	6112 Wattens, Tirol
Maschinen:	3 Langsieb-Papiermaschinen 1.800 mm, 20-30 g/m <sup>2</sup>
Thermische Anlagen:	k. A.
Eingesetzte Brennstoffe:	k.A.
Abgasreinigung:	k.A.
Abgasentsorgung:	k.A.
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	k.A.
Jahresproduktion:	42.000 t
Beschäftigte:	410

**Ybbstaler Zellstoff GmbH**

Standort:	3331 Kematen a.d. Ybbs, Niederösterreich
Maschinen:	1 Zellstoff-Fabrik
Thermische Anlage:	1 Laugenverbrennungskessel, BWL: 21,5 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Dicklauge, Erdgas, Faserreststoffe (aus eigener biologischer Abwasserreinigung), Heizöl schwer (0,5 %)
Abgasreinigung:	E-Filter, mehrstufige Wäscher (SO <sub>2</sub> ), NH <sub>3</sub> -Eindüsung(NO <sub>x</sub> )
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (40 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (300 mg/m <sup>3</sup> ), CO (50 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 350 mg/m <sup>3</sup> ), NH <sub>3</sub> (10 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (30 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 5 % (NH <sub>3</sub> : 0 %)
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Verwendung zur Deponieabdeckung
Jahresproduktion:	49.000 t
Beschäftigte:	50

**3.2 Betriebe der österreichischen Span- und Faserplattenindustrie****Fritz Egger GmbH & Co.**

Standort:	6380 St. Johann in Tirol, Weiberndorf 20, Tirol
Thermische Anlage:	1 Brennkammer Trommeltrockner, Kombibrenner Holzstaub und Erdgas, zur NO <sub>x</sub> - Reduktion ist Harnstoffeindüsung vorgesehen; direkter Lufterhitzer, Temperatureinstellung der Trocknerzuluft über

Eingesetzte Brennstoffe:	die Brüdenrückführung; BWL: ca. 30 MW Erdgas, Holzstaub
Abgasreinigung:	Wäscher, Nasselektrofilter
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 140 mg/m <sup>3</sup> ), NH <sub>3</sub> (10 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (15 mg/m <sup>3</sup> ), CO (75 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (25 mg/m <sup>3</sup> ), PCDD und PCDF (0,1 ng/m <sup>3</sup> ), Formaldehyd (5 mg/m <sup>3</sup> ), Ameisen- und Essigsäure (als Summe, 10 mg/m <sup>3</sup> ), Phenole (1 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 17 % (NH <sub>3</sub> : 0 %)
Thermische Anlage:	1 Einblasfeuerung für Biomasse, Gasbrenner als Stützfeuerung, Thermoölkessel, BWL: ca. 10 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Siebgut und Holzstaub
Abgasreinigung:	Sorbaliteinblasung, Gewebefilter
Abgasentsorgung:	Kamin; alternativ kann eine Zumischung zur Trocknerzuluft erfolgen, jedoch ist ein Wärmetauscher zur Warmwasserbereitung vorgeschaltet und die Temperatur dadurch zu gering
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 240 mg/m <sup>3</sup> ), NH <sub>3</sub> (30 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> , gilt nicht für den Trockner, sondern das Brennkammerabgas), HCl (10 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 13 % (NH <sub>3</sub> : 0 %)
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Übergabe an Entsorgungsbetriebe und in weiterer Folge Verwertung in der Zementindustrie
Standort:	6300 Wörgl, Fabriksweg 11, Tirol
Thermische Anlage:	1 Brennkammer Trommeltrockner, Kombibrenner Holzstaub und Erdgas, zur NO <sub>x</sub> -Reduktion ist Harnstoffeindüsung vorgesehen; direkter Lufterhitzer, Temperatureinstellung der Trocknerzuluft über die Brüdenrückführung; BWL: ca. 12 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Holzschleifstaub
Abgasreinigung:	Zyklon
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	keine
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Übergabe an Entsorgungsbetriebe
Standort:	3105 Unterradlberg, Tiroler Straße 16, Niederösterreich
Thermische Anlage:	1 Wasserrohrkessel mit Staubbrenner und Rostfeuerung, BWL: 40 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Siebgut und Holzstaub
Abgasreinigung:	Zyklon, Gewebefilter, Harnstoffeindüsung
Abgasentsorgung:	Kamin
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 250 mg/m <sup>3</sup> ), NH <sub>3</sub> (10 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (60 mg/m <sup>3</sup> ), CO (200 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> ), PCDD und PCDF (0,1 ng/m <sup>3</sup> ), Formaldehyd (5 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (20 mg/m <sup>3</sup> ), HF (1 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 13 % (NH <sub>3</sub> : 0 %)
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Übergabe an Entsorgungsbetriebe und in weiterer Folge Verwertung in der Zementindustrie
Jahresproduktion:	k.A.
Beschäftigte:	St. Johann: 821; Wörgl: 213; Unterradlberg: 325

**Österreichische Novopan Holzindustrie GmbH Nachfolger OHG**

Standort:	8700 Leoben - Göss, Turmgasse 43, Steiermark
Thermische Anlage:	1 Spänetrockner, mit 2 Kombibrennern Holzstaub und Erdgas, zur NO <sub>x</sub> -Reduktion ist Harnstoffeindüsung vorgesehen; direkter Luftherhitzer, Temperatureinstellung der Trocknerzuluft über die Brüdenrückführung; BWL: 10,5 bzw. 7 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Holzstaub
Abgasreinigung:	Wäscher, Nasselektrofilter
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	keine
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Deponierung
Jahresproduktion:	k. A.
Beschäftigte:	125

**Funder Industrie GmbH**

Standort:	9300 St. Veit / Glan, Klagenfurter Straße 87 – 89, Kärnten
Thermische Anlage:	1 Intern Zirk. Wirbelschichtkessel, BWL: 33 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Rinde, unbehandelte und behandelte Holzabfälle, Papier und Pappe, Altpapierreject, Kunststoffverpackungen und -folien, Klärschlämme, diverse Reststoffe und Produktionsabfälle; Propangas als Zündgas
Abgasreinigung:	Trockensorption, Gewebefilter, Ammoniakwassereindüsung
Abgasentsorgung:	Kamin; die Abgase beider Wirbelschichtkessel werden über einen Kamin emittiert.
Thermische Anlage:	1 Stat. Wirbelschichtkessel, BWL: 27 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Rinde, unbehandelte und behandelte Holzabfälle, Papier und Pappe, Altpapierreject, Kunststoffverpackungen u. -folien, Klärschlämme, diverse Reststoffe und Produktionsabfälle
Abgasreinigung:	Trockensorption, Gewebefilter, Ammoniakwassereindüsung
Abgasentsorgung:	Kamin; die Abgase beider Wirbelschichtkessel werden über einen Kamin emittiert.
Behördl. Vorgaben f. Emission:	Die angegebenen Grenzwerte gelten für die Messstelle im gemeinsamen Kamin. Staub (20 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 mg/m <sup>3</sup> ), NH <sub>3</sub> (10 mg/m <sup>3</sup> ), SO <sub>2</sub> (50 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> ), HCl (10 mg/m <sup>3</sup> ), HF (0,7 mg/m <sup>3</sup> ), Cd, Tl (als Summe, 0,05 mg/m <sup>3</sup> ), Hg (0,05 mg/m <sup>3</sup> ), Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn (als Summe, 1,0 mg/m <sup>3</sup> ), PCDD und PCDF (0,1 ng/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 11 % (NH <sub>3</sub> : 0 %)
Standort:	9125 Kühnsdorf, Kühnsdorf Mitte 96, Kärnten
Thermische Anlage:	1 Rostkessel mit Staubverbrennungsmuffel, BWL: 10 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, behandelte Holzabfälle (Holzstaub und Fasern, Spanplattenreste)
Abgasreinigung:	Trockensorption, Gewebefilter, Harnstoffeindüsung
Abgasentsorgung:	Kamin
Behördl. Vorgaben f. Emission:	gemäß LRG-K: Staub (50 mg/m <sup>3</sup> ), NO <sub>x</sub> (als NO <sub>2</sub> , 300 mg/m <sup>3</sup> ), CO (100 mg/m <sup>3</sup> ), C <sub>org</sub> (20 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: 13 %
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	Landfilling mit verfestigten Aschen bzw. mit Grobteilen

Jahresproduktion: k.A.  
Beschäftigte: k.A.

### Österreichische Homogenholz Ges.m.b.H.

Standort: 7201 Neudörfel, Bickfordstraße 6, Burgenland

Thermische Anlage: 2 Spänetrockner mit Kombibrennern Holzstaub und Erdgas, direkte Luftherhitzer, Temperatureinstellung der Trocknerzuluft über die Brüdenrückführung

Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas, Holzstaub  
Abgasreinigung: Zyklon, Wäscher, Nasselektrofilter  
Abgasentsorgung: Kamin  
Behördl. Vorgaben f. Emission: Staub (10 mg/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 17 %

Thermische Anlage: 1 Spänetrockner mit Erdgasbrenner, direkter Luftherhitzer

Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas  
Abgasreinigung: Zyklon  
Abgasentsorgung: Kamin  
Behördl. Vorgaben f. Emission: Staub (10 mg/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 17 %

Thermische Anlage: 1 Erdgasbrenner mit nachgeschalteter Thermoöl-Kesselanlage bestehend aus Zünd- und Hauptbrenner (beide Erdgas), Staubbrenner und Vorschubrostfeuerung

Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas, Holzstaub, Rinde  
Abgasreinigung: Elektrofilter  
Abgasentsorgung: Kamin  
Behördl. Vorgaben f. Emission: Staub (50 mg/m<sup>3</sup>), NO<sub>x</sub> (als NO<sub>2</sub>, 350 mg/m<sup>3</sup>), CO (100 mg/m<sup>3</sup>), C<sub>org</sub> (50 mg/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 13 %

Vorwiegend unbehandelte Altholzanteile werden stofflich verwertet, die Feinfraktion nach der Aufbereitung extern entsorgt.

Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung: Deponierung

Jahresproduktion: k.A.  
Beschäftigte: k.A.

### M. Kaindl Holzindustrie

Standort: 5071 Wals - Siezenheim, Walsenweg 12, Salzburg

Thermische Anlage: 2 Spänetrockner mit Kombibrennern Holzstaub und Erdgas; direkter Luftherhitzer, Temperatureinstellung der Trocknerzuluft über die Brüdenrückführung; BWL: 24 bzw. 18 MW

Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas, Holzstaub  
Abgasreinigung: Zyklon, Schütttschichtfilter, Thermische Nachverbrennung (TNV)  
Abgasentsorgung: Kamin  
Behördl. Vorgaben f. Emission: Staub (10 mg/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 17 %

Thermische Anlage: 1 Fasertrockner mit Erdgasbrenner, direkter Luftherhitzer, BWL: 25 MW

Eingesetzte Brennstoffe: Erdgas  
Abgasreinigung: Zyklon, Biowäscher, Nasselektrofilter  
Abgasentsorgung: Kamin  
Behördl. Vorgaben f. Emission: Brennerabgas: NO<sub>x</sub> (als NO<sub>2</sub>, 100 mg/m<sup>3</sup>), CO (100 mg/m<sup>3</sup>); O<sub>2</sub>-Bezug: 3 %



	Trocknerabluft: Staub (10 mg/m <sup>3</sup> ), Formaldehyd (10 mg/m <sup>3</sup> ); O <sub>2</sub> -Bezug: keiner
Thermische Anlage:	1 Kessel, Rostfeuerung mit Staubgasbrenner, zur NO <sub>x</sub> -Reduktion ist Harnstoffeindüsung vorgesehen; BWL: 35 MW
Eingesetzte Brennstoffe:	Erdgas, Holzstaub, Plattenabfälle (MDF und Spanplatten), Rinde, Holzabfälle, Papierabfälle
Abgasreinigung:	E-Filter
Abgasentsorgung:	Zumischung zur Trocknerzuluft in den Fasertrockner
Behörtl. Vorgaben f. Emission:	--
Rückstände und Reststoffe aus der Verbrennung:	externe Entsorgung
Jahresproduktion:	k.A.
Beschäftigte:	k.A.

### **MDF Mitteldichte Faserplatten Hallein GmbH & Co KG**

Standort: 5400 Hallein, Solvay-Halvic-Straße 6, Salzburg

MDF Hallein stellte für Erarbeitung dieser Studie Daten zur Verfügung, erklärte jedoch ausdrücklich, dass seitens der Geschäftsführung von MDF einer Veröffentlichung jeglicher Daten in Verbindung mit dem Namen des Unternehmens nicht zugestimmt wird.

### 3.3 Zusammenfassung der Qualitäten und Mengen der eingesetzten innerbetrieblichen und außerbetrieblichen Abfälle und Reststoffe

Gemäß den Angaben, welche von den Umwelt- und Energiebeauftragten der einzelnen Unternehmen gemacht wurden, lässt sich ein Bild der thermisch eingesetzten Abfälle und Reststoffe zeichnen.

Nachstehend finden sich in tabellarischer Form die Stoffmengen an Abfällen und Reststoffen, die in den besprochenen Industriezweigen zur thermischen Verwertung gelangen, angegeben in Tonnen Trockensubstanz [t/a]. Durch die hier angeführten Abfallgruppen werden etwa 98 % der thermisch verwerteten Reststoffe abgedeckt. Die Angaben wurden von den Betrieben im Zuge der Fragebogenerhebung übermittelt und richten sich nach jener der jeweiligen Abfallart per Bescheid zugeordneten Schlüsselnummer gemäß Abfallkatalog ÖNORM S 2100. Nachdem die meisten Unternehmen diese Informationen weitergaben, ist die Aussage über die eingesetzten Abfälle als umfassend anzusehen. Die angegebenen Brennstoffarten werden in einer weiteren Tabelle mit den korrelierenden Schlüsselnummern laut Abfallkatalog angeführt.

Tabelle 1: Thermisch eingesetzte innerbetriebliche Abfälle und Reststoffe

Angaben in [t/a]	Papier- u. Zellstoff	Span- u. Faserplatten	Summe
Rinde	378.000	4.000	382.000
Holzabfälle	26.000	254.000	280.000
Spuckstoffe u. Äste	7.650	—	7.650
Rückstände aus der Altpapierverarbeitung	1.500	—	1.500
Papier und Pappe	—	3.600	3.600
Faserreststoffe und Klärschlamm	300.000	—	300.000
<b>Summe</b>	<b>713.150</b>	<b>261.600</b>	<b>974.750</b>

Tabelle 2: Thermisch eingesetzte außerbetriebliche Abfälle und Reststoffe

Angaben in [t/a]	Papier- u. Zellstoff	Span- u. Faserplatten	Summe
Rinde	50.000	21.700	71.700
Holzabfälle	21.400	56.100	77.500
Spuckstoffe u. Äste	—	—	—
Rückstände aus der Altpapierverarbeitung	—	2.000	2.000
Papier und Pappe	2.400	3.650	6.050
Faserreststoffe und Klärschlamm	10.200	3.000	13.200
<b>Summe</b>	<b>84.000</b>	<b>86.450</b>	<b>170.450</b>

Tabelle 3: Abfallbeschreibung durch Schlüsselnummern laut ÖNORM S 2100, festgelegt durch die Anlagenbescheide

Abfallbezeichnung	Schlüsselnummer
Rinde	17101
Schwarten, Spreißel aus sauberem, unbeschichtetem Holz	17102
Sägemehl und –späne aus sauberem, unbeschichtetem Holz	17103
Holzschleifstäube und –schlämme	17104
Staub und Schlamm aus der Spanplattenherstellung	17114
Spanplattenabfälle	17115
Holzemballagen und Holzabfälle, nicht verunreinigt	17201
Bau- und Abbruchholz	17202
Holzwolle, nicht verunreinigt	17203
Eisenbahnschwellen	17207
Holz, salzimprägniert	17208
Holz, ölprägniert	17209
Sägemehl und –späne, durch org. Chemikalien verunreinigt	17211
Sägemehl und –späne, durch anorg. Chemikalien verunreinigt	17212
Holzemballagen, -abfälle durch org. Chemikalien verunreinigt	17213
Holzemballagen, -abfälle durch anorg. Chemikalien verunr.	17214
Rückstände aus der Zellstoffherstellung (Spuckstoffe u. Äste)	18101
Rückstände aus der Altpapierverarbeitung	18407
Papier und Pappe, beschichtet	18702
Überschussschlamm aus der biolog. Abwasserbehandlung	94302
Schlamm aus der Abwasserbehandlung, soweit er nicht in anderen Positionen enthalten ist	94801
Schlamm aus der mechanischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung	94802
Schlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung	94803

Die in Tabelle 1 und Tabelle 2 angeführten Abfall- und Reststoffgruppen können nicht weiter aufgeschlüsselt werden, da die von den Betrieben mitgeteilten Angaben oft keine detaillierteren mengenbezogenen Aufstellungen möglich machen. Bei den hier als „Faserreststoffe und Klärschlämme“ beschriebenen Abfällen handelt es sich vorwiegend um solche Schlämme, die sowohl bei der Zellstoff- und Papierherstellung als auch bei der Abwasserbehandlung entstehen. Deinkingschlämme aus der Altpapierverarbeitung sind in der Gruppe „Rückstände aus der Altpapierverarbeitung“ enthalten. Der thermische Einsatz von kommunalem Klärschlamm ist in den betrachteten Industriezweigen derzeit nur von untergeordneter Bedeutung, obgleich über einen zukünftigen verstärkten Einsatz Überlegungen angestellt werden.

Durch die nicht hinreichende Detailliertheit der Mengenangaben, die mehrfach nur in größere Bereiche zusammengefasst erhoben werden konnten, kommt es zu einer gewissen Unsicherheit der Zahlen für einzelne Stoffgruppen. So ist beispielsweise bei der Reststoffgruppe „Spuckstoffe und Äste“ eine etwas größere Menge zu erwarten, da von einigen Betrieben diesbezügliche Mengen in andere Brennstoffbereiche einberechnet angegeben wurden.

Wie bereits in den Kapiteln 3.1 und 3.2 mehrfach beschrieben, werden für einige innerbetrieblich anfallende Reststoffe auch externe Entsorgungswege gesucht, besonders dann, wenn eine externe Verwertung Vorteile für den Betrieb mit sich bringt. In diesen Fällen liegen mitunter Analysenergebnisse zu deren Inhaltsstoffen vor, wobei sich der Parameterumfang speziell nach den Möglichkeiten der weiteren Verwendung/Verwertung richtet und daher oft sehr beschränkt ausfällt. Auch für jene innerbetrieblichen Abfälle, die thermisch eingesetzt werden, sind Daten zu Inhaltsstoffgehalten nur spärlich verfügbar, da bislang eine nähere Inhaltsstoffanalyse sich im Genehmigungsverfahren als nicht erforderlich erwies. Aus diesen Gründen ist es nicht möglich, Mittelwerte oder selbst Wertbereiche für Elemente oder Schadstoffe im Inputmaterial basierend auf Analysendaten der mitgeteilten Abfallarten und –mengen vernünftig abzuschätzen. Aus der einschlägigen Literatur sind aus fundierten Mess- und Untersuchungsserien stammende Daten zu erhalten, welche ein Bild der Inhaltsstoffe wiedergeben können.

In der folgenden Tabelle finden sich Bereiche für Inhaltsstoffgehalte, die aus Literaturquellen zusammengestellt wurden. Die Schwankungsbreiten sind auch hier relativ groß, deshalb sind für die Berechnung der Transferfaktoren die Inputfrachten ein großer Unsicherheitsfaktor.

Bei einigen Schlüsselnummern wird auffällig, dass die Spanne zwischen Minimal- und Maximalwert erheblich ist, und weiters, dass Maximalwerte (so für Cl und Zn bei Staub und Abfällen aus der Spanplattenherstellung wie auch für Cu bei Baurestholz und nicht verunreinigten Holzabfällen) extrem hoch sind. Weitere Berechnungen sind daher mit einem großen Unsicherheitsfaktor behaftet. Im Einzelfall mögen die Maximalwerte eine nachvollziehbare stoffliche Begründung haben (z.B. Cl bei alten Spanplattenprodukten), doch zeigt sich darin für verallgemeinernde Aussagen ein erhebliches Defizit in der Datenlage.

Tabelle 4: Bereiche für Inhaltsstoffgehalte von (Abfall-) Brennstoffen

	Gehalte in [mg/kg TS]											
	Cl	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Stroh, Spelzen	min.	410	n.n.	76	n.n.	0,9	n.n.	0,01	30	n.n.	0,7	n.n.
	max.	10.000	n.n.	82	0,2 5	n.n.	7	2,9	35	0,7	3,5	18,0
Rinde	min.	50	0,4	130	0,5	0,6	5,6	0,01	500	2,5	1	50
	max.	200	4	130	2	2,0	18	0,2	2.000	12	13	140
"Holzstaub und -späne, sauber"	min.	50	n.n.	—	n.n.	n.n.	2	n.n.	—	3	1	50
	max.	100	0,8	—	0,5	0,6	6	0,05	—	3	3	100
Staub u. Abfälle Spanplattenherst.	min.	400	n.n.	—	n.n.	n.n.	n.n.	0,005	80	n.n.	5	47
	max.	7.100	2	—	2,9	6	56	1,3	620	44	685	3.290
Baurestholz, Holzabf - nicht verunreinigt	min.	20	n.n.	—	n.n.	1,3	0,9	0,005	—	17	80	8,8
	max.	4.400	23,5	—	8	2	258	5,9	—	46	1.776	3.140
Hackgut aus gem. Altholzfraktionen	min.	300	1,4	1.500	2	1	20	0,2	210	6	75	338
	max.	1.700	4,3	1.500	3,5	5,1	95	0,4	246	40	1.030	1.540
Hackgut a. lack. Altholz	min.	130	—	—	4,3	—	3,6	—	—	—	2.690	8.360
	max.	69	1,1	—	n.n.	0,21	6	n.n.	38	2,1	3,2	12
Eisenbahnschwellen	min.	99	3,9	—	n.n.	0,77	6,6	n.n.	48	5	11	25
	max.	70	n.n.	—	n.n.	n.n.	12	n.n.	88	n.n.	6	36
Schlamm biol. Abwasserbehandlung	min.	4.100	3,2	—	10	4	63	0,3	68.000	40	150	565
	max.	58	n.n.	—	n.n.	0,82	13	0,04	—	3,3	n.n.	49
Schlamm mech. Abwasserbehandlung	min.	129	n.n.	—	5,4	1,9	19	0,08	—	15	7,8	422
	max.	20	13,6	—	0,3	17	27	0,2	125	45	68	81
Kohle	min.	2.100	13,6	—	0,3	17	27	0,2	125	45	68	81
	max.	1900	2,6	210	0,8 5	1,4	13	0,2	48	4,5	21	75
Kunststoffe	min.	8.600	4	210	2	14	400	0,3	326	210	35	89
	max.	5.700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rückstände aus der Altpapierverarbeitung	18.000	0,5	—	3,6	3,4	75	—	0,6	—	37	86	430
Altpapier Rejekt	500	0,3	—	0,3	1,8	3	—	0,3	—	3	10	160

min. .... niedrigster Wert aus Literaturdaten

max. .... höchster Wert aus Literaturdaten

n.n. .... nicht nachweisbar, unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze

— ..... es liegen keine Analysenwerte vor

## 4 THERMISCHE VERWERTUNG

Aus der Auswertung der eingegangenen Daten ergibt sich, dass, bezogen auf Anlagen und Standorte, derzeit 16 Betriebe innerbetriebliche Abfälle verwerten. 23 Betriebe verwerten keinerlei Abfälle und 5 Betriebe verwerten zusätzlich zu den innerbetrieblichen auch außerbetriebliche Abfälle.

Tabelle 5: Thermische Verwertung in den einzelnen Unternehmungen

Abfalleinsatz	Papier- und Zellstoff	Span- und Faserplatten
innerbetriebliche thermische Abfallbehandlung	6	5
inner- und außerbetriebliche thermische Abfallbehandlung	2	3
keine thermische Abfallverwertung	23	0

Wie sich die dafür eingesetzten thermischen Anlagen von der Technologie darstellen, soll im Folgenden näher beschrieben werden.

### 4.1 Thermische Verwertung bei der Papier- und Zellstoffindustrie

In der Papier- und Zellstoffindustrie kommt in den meisten Fällen die Wirbelschichttechnologie zur Verwendung. Bei sechs Unternehmungen sind sieben Wirbelschichtkessel in Betrieb. Auf Grund der speziellen Feuerungsart sind diese Anlagen sehr flexibel und können ein weit gefächertes Brennstoffspektrum aufnehmen. Die Brennstoffvorbereitung ist meistens unproblematisch und der einsetzbare Korngrößenbereich ist hinreichend groß. Zudem ist ein Vorbehandlungsschritt für die Verwertung von Klärschlämmen und Faserreststoffen, die oftmals zum Einsatz kommen und einen höheren Anteil an Wasser enthalten, nicht unbedingt notwendig. Als Nachteile dieses Anlagentyps sind die höheren Betriebskosten auf Grund der Aufrechterhaltung des Wirbelbetts sowie von Verlusten an Bettmaterial mit der Asche anzuführen.

In einem Fall werden Reststoffe aus der Produktion in einem Dicklaugenkessel zusätzlich eingesetzt. Hier handelt es sich um vergleichsmäßig zur Dicklaugenmenge geringe Anteile an Faserreststoffen und Spuckstoffen. Wie in vielen Gesprächen bei den Unternehmen durchklang, werden Laugenkessel sonst jedoch ausschließlich mit Dicklauge betrieben. Der Grund dafür liegt einerseits in der fehlenden Akzeptanz der Mitverbrennung von Abfällen, andererseits in der möglichen Gefahr, sich durch andersartige Reststoffe technische Probleme mit den Kesselanlagen einzuhandeln. Da bei vielen Unternehmen der Laugenkessel energetisch gesehen einen hohen Stellenwert einnimmt und das Kernstück der Energiegewinnung darstellt, wird das abgeschätzte Verfahrensrisiko im Vergleich mit dem Nutzen der thermischen Abfallverwertung als zu hoch angesehen.

Die Nutzung der so erzeugten thermischen Energie gliedert sich in Dampferzeugung für die eigene Produktion oder Betreibung von Dampfturbinen zur Stromerzeugung. Zweiteres gewinnt auf Grund des geltenden Ökostromgesetzes auch wirtschaftliches Interesse. Derzeit liegen die in das öffentliche Netz eingespeisten Strommengen jedoch auf sehr niedrigem Niveau, die Anlagen sind meist nur auf Abdeckung des innerbetrieblichen Bedarfs ausgerichtet und nur produzierte Überschüsse werden abgegeben.

## 4.2 Thermische Verwertung bei der Span- und Faserplattenindustrie

In der Span- und Faserplattenindustrie kommen neben zwei Wirbelschichtkesseln eines Unternehmens mehrere andere Feuerungsarten zum Einsatz. Ausgerichtet auf eine andersartige Konsistenz/Stückigkeit der anfallenden Reststoffe werden diese über Staubbrenner, kombiniert mit Erdgas als Mehrstoffbrenner oder mit Rostfeuerung, thermisch verwertet. Die energetische Nutzung in diesem Industriezweig liegt naturgemäß hauptsächlich in der Trocknung von Spänen/Fasern für die weitere Verarbeitung. Neben dieser Verwendung wird die thermische Energie auch zur Erhitzung von Wärmeträgeröl (weitere Verwendung) sowie zur Erzeugung von Warmwasser oder Heißluft (in Wärmetauschern) genutzt.

In Österreich sind derzeit vorwiegend direkte Trockner in Verwendung, daher soll im Folgenden nur die Funktionsweise der direkten Trocknung kurz beschrieben werden. Die für die direkte Späne-/Fasertrocknung verwendeten unterschiedlichen Technologien lassen sich grob in ein mehrstufiges Schema zusammenfassen. Ein mit Erdgas bzw. Erdgas und Biomasse, wie Schleifstaub oder Siebgut, betriebener Brenner ist die Energiequelle für die Erhitzung von Luft, wobei in den Brennraum oft die Pressenabluft als Verbrennungsluft eingebracht wird, um für sie einen Nachverbrennungseffekt zu erzielen. In einer nachgeschalteten Mischkammer werden zur Einstellung der Trocknungslufttemperatur rückgeführte Trocknerbrüden zugemischt. Die Behandlung des Trockengutes im Gleichstrom mit dieser Trocknungsluft erfolgt nun im Haupttrockner, dem auch ein Vortrockner vorangeschaltet sein kann. Die Abluft des Trockners wird in einem Zyklon-System grobentstaubt und anschließend über eine Filteranlage (meist ein System aus Wäscher und Nasselektrofilter) geführt. Der anfallende Zyklonstaub wird in den Trockner rückgeführt, der Austrag des Nasselektrofilters erfolgt in einem Dekanter. Ein Teil der gereinigten Trocknerabluft kann entweder nach dem Zyklon oder nach der Filteranlage abgezweigt und in die Mischkammer zurückgeleitet werden, der andere Teil wird über einen Kamin in die freie Atmosphäre abgegeben.

Bei einem Betrieb wird die Abluft der Trockner durch thermische Nachverbrennung gereinigt.

In Summe werden in der Span- und Faserplattenindustrie 13 Späne- oder Fasertrockner betrieben, deren Feuerungsarten nachstehend zusammengefasst sind.

Tabelle 6: Feuerungsarten bei Späne- und Fasertrocknern

Brennerart	Trockner
Kombibrenner Holzstaub/Erdgas	6 + 1 mit zwei Brennern
Staub- und Rostfeuerung	1 + 3 (Zusatzenergie)*)
Erdgasbrenner	2

\*) Bei drei Anlagen wird der Energieinhalt des Rauchgases aus einer Biomasse-Kesselanlage (zur Erzeugung von Dampf bzw. Erhitzung von Wärmeträgeröl) über die Zumischung zur Trocknerzuluft genutzt.

## 5 RÜCKSTÄNDE DER THERMISCHEN VERWERTUNG

Menge und Zusammensetzung der bei der Thermischen Verwertung anfallenden Rückstände sind durch die eingesetzten Brennstoffe und das allenfalls zur Rauchgasreinigung vorgeordnete und eingebrachte Additiv bedingt. Zusätzlich kann auch die Additivierung in der Brennkammer selbst zum Zwecke der Korrektur eines Ascheerweichungspunktes bzw. auch einer Primärentschwefelung Menge und Zusammensetzung der anfallenden Rückstände beeinflussen. In den Betrieben, welche eine Rauchgasadditivierung vor der Staubabscheidung betreiben, verfolgt diese primär den Zweck der Einbindung saurer Abgasbestandteile, verbunden mit einem Minderungseinfluss auf weitere Abgaskomponenten wie Hg und PCDD/F.

Eine differenzierende Betrachtung zur weiteren Behandlung bzw. Verwertung von Flugasche und Bettasche (Rostasche) ist nur bedingt möglich, da nur bei getrennter Verwertung dazu Angaben vorliegen, häufig jedoch eine gemeinsame Entsorgungslinie für die Asche gewählt wird. In Summe fallen aus der thermischen Verwertung von Abfällen und Reststoffen 220.000 t Asche an. Ein vielfach beschrittener Verwertungsweg der Asche und Schlacke ist der in die Zement- und Baustoffindustrie. Auf Grund der chemischen Zusammensetzung kann deren Zugabe zum Zement regulierenden Einfluss auf die Eigenschaften des Produktes haben. Ein anderer Teil kommt als Beigabe zum Sand/Kies für die Herstellung von Beton zur Anwendung. Ein weiterer Teil, der keiner Verwertung zugeführt werden kann, muss deponiert werden. Für die Zuordnung zur in Frage kommenden Deponietype sind die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit und Abdampfdruck üblicherweise beurteilungsrelevant.

Aschen aus der Mitverbrennung von Klärschlämmen mit hohen anorganischen Anteilen (Karbonatschlamm aus der Frischwasseraufbereitung, Primärschlämme aus der Kalkmilchfällung von Abwässern der Erzeugung von gestrichenen Papieren) haben mitunter durch zusätzlichen Einsatz von Steinmehl für die Entschwefelung einen sehr hohen Anteil an Kalziumkarbonat. Diese Aschen werden seit Inbetriebnahme der betreffenden Mitverbrennungsanlagen in der Bau- und Zementindustrie (z.B. Bindemittelherstellung) als Rohstoffersatz eingesetzt.

Eine Prozessausstufung dieser Aschen ist wegen des hohen Freikalkanteiles nicht immer möglich. Da der Freikalkgehalt eine erwünschte Eigenschaft für die Verwertung in der Bau- und Zementindustrie ist, kann diese Asche als Nebenprodukt (qualitätsgesichert als Rohstoffersatz) an die Bau- und Zementindustrie angegeben werden. Seitens von betroffenen Experten aus der Papierindustrie wird unter Bedacht auf die Qualität dieser festen Rückstände und die bisher funktionierende Verwertung angeregt, die gesetzlichen Voraussetzungen zu treffen, unter welchen, durch konkrete Einzelfallbeurteilung der Qualität und der Verwertungsschiene nachgewiesen, diesen Rückständen eine Produkteigenschaft zuerkannt werden kann.

Bei der Formulierung der gefahrenrelevanten Eigenschaften in Anlage 3 der Abfallverzeichnisverordnung BGBl. II 570/2003 erfolgte beim Kriterium H 13 durch ein Versehen in Spalte IIIA die Festlegung des pH-Wert-Bereiches von 2 - 11,5 anstatt von 6 - 13. Eine Bereinigung in absehbarer Zeit durch eine Novelle der Abfallverzeichnisverordnung ist geplant. Eine Ausstufung zur Deponierung ist bei Erfüllen der Voraussetzungen gem. § 6 Abs. 2 Z 4 im Zusammenhang mit Z 2 Deponieverordnung, wo u.a. beim Kriterium H 13 auf die Grenzwerte des jeweiligen Deponietyps der Anlage 1 zur Deponieverordnung verwiesen wird, zulässig.

Die erhobenen Untersuchungsergebnisse der festen Rückstände können die tatsächlichen Inhaltsstoffwerte nicht umfassend widerspiegeln, da von vielen Betrieben nur Einzelanalysen, oft auch nur auf wenige Parameter beschränkt, veranlasst bzw. durchgeführt wurden und dadurch diese Daten nur stichprobenartigen Charakter aufweisen. Insbesondere in der Span- und Faserplattenindustrie sind die Outputströme nicht eindeutig zu beschreiben, da einerseits das Abgas des Verbrennungsprozesses mit der Trocknerabluft vermischt in den Kamin gelangt und andererseits sich aus dem Brenner ausgetragene Asche mit Staub aus



dem Trockengut vermengt. Die zur Verfügung stehenden Daten lassen weder eine Auftrennung dieser Outputwege noch detaillierte Angaben zu den jeweilig anfallenden Mengen zu.

Nachstehend werden Inhaltsstoffbereiche für Flugaschen aus den verfügbaren Daten dargestellt, wobei nicht zwischen Additivierung des Rauchgases und Nichtadditivierung unterschieden wird. Die Daten entstammen Analysenberichten, welche von den Unternehmen in den vergangenen Jahren gesammelt und für die Studie zur Verfügung gestellt wurden. Es handelt sich dabei um Einzelwerte, welche mitunter schon vor mehreren Jahren bestimmt wurden und daher nur bedingte Aussagen über die Qualität zulassen. Aus diesen Gründen ist für die Parameter der Streubereich groß und kein gesicherter Mittelwert berechenbar. Zur Möglichkeit des Vergleiches ist ein Auszug der Grenzwerte (GW) für die Zuordnung zu den Deponietypen Bodenaushubdeponie (BA), Baurestmassendeponie (BM), Reststoffdeponie (RD) sowie Massenabfalldeponie (MA) laut Deponieverordnung, ausgegeben am 10. April 1996, ebenfalls angeführt.

Tabelle 7: Vergleich Ascheinhaltsstoffe und Grenzwerte gem. Deponieverordnung

Aschegehalte	Einheit	Bereich		GW BA	GW BM	GW RD	GW MA
		von	bis				
<b>Gesamtgehalte</b>							
As	mg/kg TS	< 0,3	70	50	200	5.000	500
Ba	mg/kg TS	168	1.260				10.000
Pb	mg/kg TS	4	297	150	500		3.000
Cd	mg/kg TS	0,15	30,3	2	10	5.000	30
Cr	mg/kg TS	15,9	263	300	500		5.000
Co	mg/kg TS	< 0,05	30	50	100		500
Cu	mg/kg TS	12,3	449	100	500		5.000
Ni	mg/kg TS	23,2	250	100	500		2.000
Hg	mg/kg TS	0,02	1,23	1	3	20	20
Zn	mg/kg TS	40,3	1.502	500	1.500		5.000
TOC	mg/kg TS	1.000	59.600	20.000	30.000	30.000	50.000
Glühverlust	mg/kg TS	4.000	85.000	30.000	50.000	50.000	80.000
<b>Eluatwerte</b>							
Abdampf- rückstand	mg/kg	900	53.800	8.000	25.000	30.000	100.000
pH-Wert	-	8,9	12,8	6,5-11	6,0-13	6,0-12	6,0-13
Leitfähigkeit	mS/m	334	1.285	150	300	1.000	

Wie aus den Größenordnungsbereichen für die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit und Abdampfrückstand hervorgeht, sind die hohen Eluatwerte mit der Rauchgasadditivierung verbunden und für die weitere Beurteilung dieser Rückstände durchaus von entscheidender Bedeutung.

## 6 EMISSIONEN DER THERMISCHEN VERWERTUNG

Die behördlichen Vorgaben und Grenzwerte für die bei der Thermischen Verwertung von Abfällen entstehenden Abgase sind in den meisten Fällen vor Inkrafttreten der Abfallverburnungsverordnung (AVV) in Anlehnung an die Begrenzungen aus der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K) geregelt. Nachdem in den untersuchten Industriezweigen häufig nur Reststoffe und Produktionsabfälle biogener Natur eingesetzt werden, sind oftmals nur Emissionsbegrenzungen für wenige Parameter, wie Staub, NO<sub>x</sub> und CO festgesetzt. Bei Einsatz von Stoffen, die das auf Grund ihrer Zusammensetzung oder Charakterisierung erfordern, gelten auch Limitierungen für HCl, HF bzw. diverse Schwermetalle und deren Verbindungen. Auf Grund nicht vorhandener Auflagen werden manche Abgasparameter nicht untersucht, und es sind diesbezügliche Emissionswerte in einigen Betrieben nicht erbringlich. Aus den Beschreibungen der Art der Abgasreinigung in den einzelnen Unternehmungen ist jedoch abzuleiten, dass auf Grund der angewandten Staubabscheidung ein hoher Anteil an partikelgebundenen Stoffen des Rohgases in die Filterasche gelangt.

Für die Ausstattung mit kontinuierlich messenden Instrumenten sind die Einschränkungen bezüglich HF, HCl, Hg und NO<sub>2</sub> zu berücksichtigen. Eine kontinuierliche Messung für HF kann durch diskontinuierliche zweimal jährlich erfolgende Messungen (je drei Messwerte) ersetzt werden, wenn durch eine Behandlungsstufe zur HCl-Reduktion gewährleistet wird, dass der HCl-Emissionswert nicht überschritten wird. Darüber hinaus kann die Genehmigungsbehörde zusätzlich auch von einer kontinuierlichen Messung von HCl Abstand nehmen und diese durch eine diskontinuierliche im oben stehenden Sinn ersetzen, wenn der Anlageninhaber nachweisen kann, dass die Umwandlung von HF und HCl in Alkali- und Erdalkalihalogenide in einem Ausmaß gewährleistet ist, dass die verbleibende Emission von HCl und HF in die Luft nicht mehr als 30% der Emissionsgrenzwerte beträgt. Insbesondere bei Entstickungsverfahren wäre die Bildung von Ammoniumhalogeniden unter eben der gleichen Begründung zu berücksichtigen und bei entsprechendem Nachweis des Antragstellers von einer kontinuierlichen Messung zugunsten einer diskontinuierlichen umzustellen.

Für die Auflage einer gesonderten kontinuierlichen Messung von NO<sub>2</sub> neben NO und Hg wären ebenso die Ausnahmeregelungen in der AVV zu beachten.

Eine Gegenüberstellung der gesetzlichen bzw. behördlichen Vorgaben für Emissionsgrenzwerte findet sich in den folgenden Tabellen. Die gesetzlich festgelegten Grenzwerte wurden der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K, §§ 13-22) entnommen. Der Bezugssauerstoff ist für reine Biomassekessel mit 13 vol.-% festgesetzt, aber in den folgenden beiden Tabellen nicht angegeben, da der jeweilige Wert bei Mischfeuerungen für jede Anlage differenziert berechnet wird und die Grenzwerte nur Vergleichszwecken dienen. Für alle Tabellen in diesem Kapitel gilt, dass die angegebenen Werte in mg/Nm<sup>3</sup> bzw. für Dioxine und Furane in ngTE/Nm<sup>3</sup> angeführt sind.

Tabelle 8: Emissionsbegrenzungen der reinen Biomassekessel und aktuelle vorgeschriebene Grenzwerte in der angeführten Branche.

	reine Biomassekessel		Papier und Zellstoffindustrie	
	LRV-K	min. Begrenzung	max. Begrenzung	
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	
Staub	50-150	40	50	
SO <sub>2</sub>	-	200	450	
CO	100-250	50	-	
NO <sub>x</sub>	200-500	350	400	

	reine Biomassekessel		Papier und Zellstoffindustrie	
	LRV-K	min. Begrenzung	max. Begrenzung	
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	
NH <sub>3</sub>	10	10	-	
C <sub>org</sub>	30-50	20	30	
Metalle	-	-	-	
PCDD/F	0,1 ng TE/Nm <sup>3</sup>	-	-	

Tabelle 9: Emissionsbegrenzungen bei thermischer Abfallverwertung und aktuelle Emissionsbegrenzungen

Kessel mit thermischer Abfallverwertung			
	LRV-K	min. Begrenzung	max. Begrenzung
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	50-150	10	50
SO <sub>2</sub>	-	50	400
CO	100-250	80	250
NO <sub>x</sub>	200-500	200	400
NH <sub>3</sub>	10	10	-
C-org	30-50	20	50
Metalle	-		
Cd + Tl		0,05	-
Summe Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn		1	-
Hg		0,05	0,1
HCl		10	30
HF		0,7	5
PCDD/F	0,1 ng TE/Nm <sup>3</sup>	0,1 ng TE/Nm <sup>3</sup>	-

Mit der AVV wurden die Emissionsbegrenzungen sowohl für Mono- als auch für Mitverbrennungsanlagen generell geregelt, wobei die Emissionsparameter erweitert wurden, und für Mitverbrennungsanlagen nach der anteiligen Brennstoffwärmeleistung (ausgenommen Hg, Cd, Tl und PCDD/F) die Emissionsgrenzwerte nach einer definierten Mischungsregel zu ermitteln sind. Da für die Berechnung der Gesamtemissionen die für die betreffende Anlage gültigen Emissionsgrenzwerte aus dem Betrieb mit Regelbrennstoffen einerseits und mit den Grenzwerten der reinen Abfallverbrennung andererseits herangezogen werden, kann hier keine tabellarische Aufstellung allgemein gültiger Emissionsbegrenzungen für Mitverbrennungsanlagen wiedergegeben werden. Nachfolgend wird eine auf Annahmen und Rechnungen basierende Übersicht dargestellt, in welcher Bereiche von Emissionsgrenzwerten angeführt sind. Die Kalkulationen berücksichtigen in einem ersten Schritt die in der LRV-K genannten Emissionsbegrenzungen für Gas, feste Brennstoffe sowie Holzbrennstoffe, welche in die in der AVV angegebenen Berechnungsformel für Grenzwerte für Mitverbrennungsanlagen – bezeichnet als Mischungsregel – eingesetzt wurden. Die Grundlage für die Rech-

nungen bilden die Halbstundenmittelwerte bzw. für Metalle außer Hg, Ammoniak sowie Dioxine und Furane die Mittelwerte über längere Zeiträume. Nachdem die AVV Emissionsbegrenzungen für NO<sub>2</sub> nach der eingebrachten Abfallmenge (in t<sub>Abfall</sub>/h) und die LRV-K mehrere Emissionsparameter nach Anlagengröße (in MW Brennstoffwärmeleistung) staffelt, wurden auch hier Kompromisse insofern geschlossen, als bei kleineren thermischen Anlagen grundsätzlich auch geringere Abfallmengen vorauszusetzen sind.

In einem weiteren Schritt wurden drei hypothetische Mengenverhältnisse von Abfall- zu konventionellem Brennstoff (in prozentuellem Anteil an der Brennstoffwärmeleistung, BWL) angenommen, mit denen gemäß Mischungsregel der AVV Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) und zugehörige Bezugssauerstoffgehalte (B<sub>GM</sub>) errechnet wurden. Die angegebenen berechneten Bezugssauerstoffwerte B<sub>GM</sub> gelten für die Emissionsparameter C<sub>org</sub>, HCl, HF, SO<sub>2</sub>, Summe NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> als NO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub> und die Summe der Elemente Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium, Zinn und ihrer Verbindungen. Für die Parameter Summe der Elemente Cadmium und Thallium und ihrer Verbindungen, Dioxine und Furane sowie Quecksilber und seine Verbindungen beträgt der Bezugssauerstoffgehalt in Übereinstimmung mit Werten für Verbrennungsanlagen reiner Abfallverbrennung 11 %.

Unter den genannten Bedingungen und Prämissen ergibt sich die angeführte Zusammenstellung von Bereichen für Emissionsbegrenzungen, die auf Grund der getroffenen Annahmen in erster Linie informativen Charakter aufweist. Es ist jedoch davon auszugehen, dass künftig Anlagenbewilligungen mit Emissionsgrenzwerten in diesen Größenordnungen ausgestattet sind. Die Angaben der Konzentrationseinheit verstehen sich bezogen auf Normkubikmeter.

Tabelle 10: Auszug Anlage 1 AVV: Emissionsgrenzwerte (G<sub>Abfall</sub>) für Verbrennungsanlagen

Parameter	Einheit	HMW	0,5 - 8 h	6 - 8 h
Staub	mg/m <sup>3</sup>	10		
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	10		
HCl	mg/m <sup>3</sup>	10		
HF	mg/m <sup>3</sup>	0,7		
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	50		
NO <sub>2</sub> (< 2 t/h)	mg/m <sup>3</sup>	300		
NO <sub>2</sub> (2 - 6 t/h)	mg/m <sup>3</sup>	200		
NO <sub>2</sub> (> 6 t/h)	mg/m <sup>3</sup>	100		
CO	mg/m <sup>3</sup>	100		
Hg	mg/m <sup>3</sup>	0,05		
Σ Cd, Tl	mg/m <sup>3</sup>		0,05	
Σ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/m <sup>3</sup>		0,5	
NH <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>		5	
PCDD/PCDF	ng TE/m <sup>3</sup>			0,1

Tabelle 11: Modellrechnung gemäß Anlage 1 AVV anhand konkreter Beispiele

Getroffene Annahmen										
BWL-Anteil aus Verbr. von Abfall		10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
BWL-Anteil aus Verbr. von anderen Brennst.		90%	50%	10%	90%	50%	10%	90%	50%	10%
gesamte BWL		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Brennstoff</b>	<b>Abfall</b>	<b>Gas</b>			<b>Kohle</b>			<b>Holzbrennstoff</b>		
Bezugssauerstoffgehalt	11%	3%			6%			13%		
Bezugssauerstoffgehalt $B_{GM}$ für GM		3,8%	7,0%	10,2%	6,5%	8,5%	10,5%	12,8%	12,0%	11,2%
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Gesamtemissionsgrenzwert GM</b>								
Staub	mg/m <sup>3</sup>	6,0	8,9	10	45	27	13	47	33	15
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	10	10	10	10	10	10	47	33	15
HCl	mg/m <sup>3</sup>	10	10	10	10	10	10	10	10	10
HF	mg/m <sup>3</sup>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	50	50	50	181	115	61	50	50	50
NO <sub>2</sub> (< 2 t/h)	mg/m <sup>3</sup>	181	268	301	348	333	308	209	248	289
NO <sub>2</sub> (2 - 6 t/h)	mg/m <sup>3</sup>	103	171	199	334	271	214	201	203	201
NO <sub>2</sub> (> 6 t/h)	mg/m <sup>3</sup>	86	101	102	189	146	109	193	158	113
CO	mg/m <sup>3</sup>	86	101	102	145	125	105	100	101	100
Hg	mg/m <sup>3</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Σ Cd, Tl	mg/m <sup>3</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Σ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/m <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
NH <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PCDD/PCDF	ng TE /m <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Für Spänetrockner stellt sich die Emissionsbegrenzung hinsichtlich der zu berücksichtigenden Parameter anders dar, so sind Metalle und Säurehalogenide hier grundsätzlich nicht begrenzt. Die nachstehend angeführten Werte wurden von den Unternehmen aus den behördlichen Bescheiden für ihre Anlagen zusammengestellt.

Tabelle 12: Aktuelle Emissionsgrenzwerte aus Bescheiden bei Spänetrocknern (Sauerstoffbezug: 17 %).

Spänetrockner		
	min. Begrenzung	max. Begrenzung
	mg/Nm <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>
Staub	10	-
SO <sub>2</sub>	15	-
CO	75	125
NO <sub>x</sub>	100	240
NH <sub>3</sub>	10	-
C <sub>org</sub>	25	-
Metalle	-	-
HCl	-	-
HF	-	-
PCDD/F	0,1 ng TE/Nm <sup>3</sup>	-

Der Streubereich der angegebenen Grenzwerte, insbesondere für NO<sub>x</sub>, ist durch die Mischfeuerung in den Brennkammern begründet. Die C<sub>org</sub>-Emission ist nur dann sinnvoll begrenzenbar, wenn das Abgas über eine entsprechende Abscheideeinrichtung, wie beispielsweise eine Nachverbrennungsanlage, geleitet wird. Abgesehen davon ist die Emission an C<sub>org</sub> grundsätzlich weitgehend durch die Trocknereintrittstemperatur bestimmt.

Bei der direkten Trocknung von Holzspänen wird das aus der Brennkammer austretende staubbeladene Abgas durch Brüdenrückführung auf ein der Trocknung der Späne verträgliches Temperaturniveau abgesenkt und das damit im Volumen erhöhte Abgas in direkten Kontakt mit dem Trocknungsgut gebracht. Damit vermischen sich die aus der Brennkammer herkommenden festen Abgasbestandteile mit dem Trocknungsgut; aus diesem selbst wird neben flüchtigen Anteilen auch kleinpartikulärer Feststoff mit dem Trockenluftstrom ausgebracht, zunächst in Multizyklonabscheidern grobentstaubt und anschließend als den Trocknungsprozess verlassende Abluft einer weiteren Behandlung zugeführt. Durch die mengenmäßig dominante Bedeutung des Trocknungsgutes gegenüber dem Feststoff aus der Verbrennung wird sich der dem Brennstoff zugehörige Elementanteil in der Abluft der Trockner vor oder nach deren weiteren Behandlung nur sehr unterrepräsentiert wieder finden, zumal die Austrittstemperatur der Trockner im Bereich um 150 °C liegt. Das hat andererseits zur Folge, dass das Trockengut über Adsorptionsvorgänge Abgasbestandteile aus der Brennkammer in gewissem Ausmaß bindet und somit dessen Qualitäten und die daraus hergestellten Produkte verändern wird. Im Übrigen gibt es zur Abluft bzw. zu den aus der Abluftreinigung resultierenden Reststoffen nur unzureichende Daten, insbesondere was die Gehalte einzelner Elemente bzw. Metalle in diesen beiden Matrices anbelangt. Die im Trocknungsprozess freigesetzten organischen Abgasinhaltsstoffe und deren Mengen sind hinsichtlich nötiger Reinigungsstufen für die Unternehmen von höherer Bedeutung.

## 7 ERGEBNISSE DER STOFFSTROMANALYSEN

### 7.1 Transfer bilanzfähiger Elemente von Brennstoffen in die festen Rückstände bzw. in das Reingas

Für die hier zu betrachtenden Elemente, welche dazu dienen sollen, qualitative Aussagen zu den festen Rückständen bzw. zum Reingas auf Grund der Inputgehalte dieser Elemente treffen zu können, ist es sinnvoll zwischen Chlor, Quecksilber und den übrigen metallischen Elementen zu differenzieren.

Der Input von Chlor (als anorganische Chloride oder als Organochlorverbindungen) wird unter den stofflichen und thermischen Bedingungen des Heißgases im Verbrennungsraum zu HCl umgewandelt, welches im sich abkühlenden staubbelasteten Rauchgas zum Teil mit den alkalischen Elementen Alkali- und Erdalkalichloride bildet. Um die noch vorhandenen Anteile an freier Salzsäure zu eliminieren, wird durch Zugabe von geeigneten Additiven (Kalkhydrat) HCl als Chlorid gebunden und dieses mit der Staubabscheidung ausgetragen. Dabei ergibt sich auch ein Minderungseffekt insbesondere für HF und auch  $\text{SO}_2/\text{SO}_3$ . Eine weitere Möglichkeit der Reaktion von noch im Rauchgas vorhandenem HCl mit  $\text{NH}_3$  sowie sehr feinkörnige Fraktionen von Alkali- und Erdalkalichloriden können dazu führen, dass diese als filtergängige Anteile in der Reingasemission gemessen werden, das dabei ausgewiesene Chlorid ist jedoch nicht im gesamten Ausmaß als freie Salzsäure zu bewerten. Insbesondere bei Entstickungsverfahren können derartige Beobachtungen getätigt werden und es liegen dazu auch mehrfach Messergebnisse vor.

Von den Metallen hebt sich Quecksilber auf Grund seiner höheren Flüchtigkeit ganz entscheidend von den übrigen Elementen ab, dies umso mehr als in heute möglichen und zum Teil umgesetzten Staubabscheidungstechnologien der Feststoffgehalt und damit auch Metallgehalt im Reingas niedrig ist. Es ist davon auszugehen, dass bei den üblichen Abgastemperaturen im Bereich von 130 bis 200 °C die übrigen Elemente außer Quecksilber weit überwiegend oder nahezu ausschließlich staubgebunden mit dem Reingas ausgetragen werden, womit die Bedeutung einer effizienten Staubabscheidung hervorgehoben werden soll.

Für Quecksilber muss man annehmen, dass ca. 50 % des Input bei ausschließlich trockener, nicht Hg-spezifischer Abgasreinigung über den Reingasstrom als gasförmig vorliegendes Quecksilber bzw. Quecksilberverbindungen das System verlassen. Quecksilberrückhalte-technologien über nasse Rauchgasreinigung bzw. Additivbeigaben sind effizient, werden insbesondere in der Abfallverbrennung (Monoverbrennung) eingesetzt, jedoch üblicherweise nicht in thermischen Anlagen der Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie. Als Konsequenz daraus ergibt sich, dass speziell dem Quecksilberinput bei diesen Anlagen erhöhte Aufmerksamkeit beizumessen ist. Im gegenständlichen Fall würde dies insbesondere kyanisierte Althölzer (als Extremfall) und Hg-belasteten Klärschlamm betreffen. Während ersterer Abfall vorweg grundsätzlich für den Einsatz der üblichen Anlagenkonfigurationen auszuschließen ist, ist die thermische Verwertung von Klärschlamm durchaus ein Thema, welches hier näher zu betrachten ist. Durch die restriktive Verwendung von Quecksilber in Verlustanwendungen und diversen Produkten ist im Abstand der letzten Jahre die Tendenz einer rückläufigen Quecksilberkonzentration auch im kommunalen Klärschlamm zu beobachten. Die hier eingesetzten Klärschlämme – eigentlich als Faserreststoffe zu bezeichnen – stammen jedoch nach Menge weit überwiegend aus der Aufbereitung von Altpapier im weitesten Sinne und der Zellstoffherstellung, womit die Quecksilberbelastung dieser Abfälle von Haus aus nicht hoch erwartet werden kann. Vorliegende Daten zur Quecksilberemission aus den angesprochenen Branchen belegen, dass mit den eingesetzten Abfallbrennstoffen die Reingasemission wesentlich unter dem Grenzwert von  $0,05 \text{ mg/Nm}^3$  (nach AVV) liegt und damit auch der abgeschiedene feste Verbrennungsrückstand in seiner Quecksilberbelastung unbedenklich ist.

Bei den übrigen zu betrachtenden metallischen Elementen ist, wie weiter oben schon angeführt, die Reingaskonzentration mit dem Staubgehalt des Reingases korreliert. Die Verteilung einzelner Elemente innerhalb der gesamten Verbrennungsanlage auf Rost- oder Bettasche, Kesselasche und Flugstaub stellt sich jedoch differenziert dar, indem die Elemente unter höheren Temperaturen sich durch mehr oder weniger ausgeprägte Tendenz zum Übergang in die Gasphase im Verbrennungsraum in den erwähnten Feststoffen unterschiedlich anreichern. Unter diesen Voraussetzungen sind die Metalle Cadmium, Blei, Zink (in anderen Branchen auch Thallium) hervorzuheben, von welchen eine relative Anreicherung in Flugstäuben, durch viele Untersuchungen belegt, festzustellen ist. Das dafür häufig zitierte chemisch-physikalische Verhalten der als Reinsubstanzen untersuchten Metallchloride weist insbesondere für die Cadmium- und Arsenchloride vergleichsweise hohe Dampfdrücke auf. Der Übertragbarkeit des Flüchtigkeitsverhaltens der reinen Verbindungen der Metallchloride auf die konkreten Bedingungen in Verbrennungsanlagen, beschickt mit den angesprochenen Biomasse- und Abfallbrennstoffen sind jedoch so deutliche Grenzen gesetzt, dass diese modellhafte Betrachtung nicht anzuwenden ist. Dieses hat einerseits seine Begründung in der wesentlich komplexeren elementaren Zusammensetzung der Rauchgase, dem deutlichen Überwiegen von Erdalkali- und Alkalimetallen über die angesprochenen metallischen Elemente und auch in der Limitierung des Chlorinputs bzw. der HCl-Heißgaskonzentration.

Zum Beleg dieser Zusammenhänge wurde an einer der in dieser Studie behandelten Anlagen ein Dotierungsversuch mit verbrennlichen organischen Blei- und Cadmiumverbindungen durchgeführt. Dabei handelt es sich um für die Kunststoffherstellung früher eingesetztes Bleistearat und Barium-Cadmiumlaurat. Bei dem Versuch wurde die mit dem Brennstoff aufgegebene Metallfracht um den Faktor ca. 10 erhöht, gleichzeitig die HCl-Konzentration im Heißgas, der Reingasstaubgehalt, die partikelgebundenen und filtergängigen Emissionskonzentrationen von Cadmium und Blei sowie deren Gehalte in den zeitzugeordneten Filterstäuben und Bettaschen analysiert. Als wesentliche Erkenntnisse daraus kann wie folgt berichtet werden:

- Die Dotierung der beiden Metalle Blei und Cadmium in einem die übliche Brennstofffracht wesentlich übersteigenden Ausmaß führt unmittelbar nach Beginn zu einem Anstieg der Reingaskonzentration der beiden Metalle, welche jedoch nicht das Erhöhungsausmaß des Metallinput erreicht. Die Verteilung im System führt dazu, dass der Rückgang auf den Normalbereich der Emissionskonzentration nach Absetzen der Dotierung sich zeitlich um etwa 4 Stunden verzögert. Die neben Blei in Biomassebrennstoff quantitativ bedeutenden Elemente Zink und Mangan spiegeln die zeitliche Variabilität der Emissionen bei gleich bleibender Brennstoffmischung wider und erlauben damit auch die biomassebrennstoffverursachten Variabilitäten für Blei und Cadmium zu beurteilen.
- Entsprechend der Brennstoffzusammensetzung war mit einem höheren Chlorinput zu rechnen, welcher sich in der Heißgasmessung von HCl mit Mittelwerten zwischen 166 und 184 mg/Nm<sup>3</sup> und damit über dem Niveau bei Verbrennung von nativer Holzbiomasse manifestiert. Die damit höhere Chloridfracht stellt insofern hinsichtlich der möglichen Erhöhung des flüchtigen Anteils der Metalle eine die Flüchtigkeit begründende Voraussetzung dar.
- Der filtergängige Anteil (das ist nicht nur der flüchtige, sondern auch der kleinpartikuläre) beider Metalle im Reingas ist als niedrig zu werten und zeigt eine mit dem partikelgebundenen einhergehende Tendenz aliquoter Veränderung, welche bei Cadmium mit etwa 2 – 8 % vom staubbezogenen Anteil signifikanter ist als bei Blei und da zwischen 0,5 und 1 % liegt.
- Der Metallgehalt im Reingas ist unmittelbar vom Reingasstaubgehalt abhängig, wodurch für Transfererhebungen der Metallgehalt auf einen bestimmten Staubgehalt zu normieren ist, da ansonsten das zeitlich unterschiedliche Betriebsverhalten des Staubabscheiders den Transferfaktor wesentlich beeinflussen würde.



- Die Metallgehalte der Filteraschen spiegeln ausgeprägt die Inputerhöhung wider. Auf Grund der Verteilung im System ist die Nachlaufzeit der Filterstaubbelastung nach Absetzen der Dotierung mit etwa 5 Stunden anzugeben. Die Bettasche beider Wirbelschichtsysteme wird von der Dotierung nicht signifikant berührt, was sicher mit der Form der verbrennlichen Metalldotierung zusammenhängt.
- Der Transferfaktor in das Reingas ändert sich unter Dotierung auf Grund der nicht proportionalen Änderung der Input- und Abgasgrößen. Durch die Trägheit des Systems ist unter den konkreten Anlagenvoraussetzungen mit einer Einstellzeit für einen konstant bleibenden Wert von etwa 4 Stunden zu rechnen.

## 7.2 Stoffströme bei Trockneranlagen

Wie bereits in Kapitel 6 ausgeführt wurde, ist in direkten Trockneranlagen durch Kontakt mit dem der Trocknungszuluft zugemischtem Abgasstrom von einem Eintrag darin enthaltener Schadstoffe in das Trocknungsgut auszugehen. Zur Abschätzung des Ausmaßes der Schadstoffeinbringung kann im schlechtesten Fall angenommen werden, dass ein Anteil von 90 % der bei der Verbrennung entstehenden Flugasche in den Trockner verfrachtet wird.

Bei den gegenständlichen Anlagen handelt es sich ausschließlich um reine Biomassebrennkammern mit Zusatzfeuerung von Erdgas. Begründet auf die bei Verbrennungsvorgängen von Biomasse mit der Flugasche ausgetragenen Elemente wird die Fracht des Trockengutes für den Parameter Chlor um etwa 1 bis 5 % und für die Metalle um 5 – 12 % erhöht. Zur Ermittlung dieser Zahlen wurden Berechnungen durchgeführt, in denen das Verhältnis der Brennstoffmenge zu der damit aufbereiteten Menge an Trocknungsgut berücksichtigt wurde, das streng abgeschätzt etwa 1 : 10 beträgt (dieses Verhältnis hängt naturgemäß stark vom Heizwert der Brennstoffe und vom Wassergehalt des Trocknungsgutes ab und kann dementsprechend variieren). Man kann davon ausgehen, dass die Schadstoffhöhung durch die Verfrachtung mit der Flugasche in das Trocknungsgut in diesem Größenordnungsbereich liegt, es jedoch auf Grund des spezifisch andersartigen Transferverhaltens der Inhaltsstoffe zu unterschiedlichen Konzentrationserhöhungen für die einzelnen Parameter kommt.

Aus den nur spärlich vorhandenen Analysen der Elemente in den eingesetzten Brennstoffen, dem Trocknungsgut und dem Austrag bzw. Abgas der Trocknungsanlagen wurden Abschätzungsrechnungen zum Nachweis dieser Überlegungen erstellt, deren Aussagen aber zu keinen eindeutigen Stoffbilanzen führen. Jedoch lässt sich aus den vorliegenden Daten die Tendenz für die angesprochenen Elemente ableiten, zu den angeführten Anteilen aus dem Verbrennungsprozess in das Trockengut eingetragen zu werden. Diese Tendenz wurde in die oben angeführten Zahlenbereiche für Chlor und Metalle umgesetzt. Schon an dieser Stelle wird zur Absicherung dieser Überlegungen darauf hingewiesen, dass für die Stoffströme in Trockneranlagen ein eindeutiger Erhebungsbedarf gegeben ist.

## 7.3 Stoffströme bei Wirbelschichtanlagen

Für die Betrachtung der Wirbelschichtkessel konnte eine im Vergleich zu Laugenkesseln und Spänetrocknern wesentlich bessere Datenlage ermittelt werden, zumal hier für bestimmte Prozesse zeitidenten Proben- und Messwertspektren zur Verfügung stehen. Aus den Werten konnten die Frachten für die angesprochenen Inhaltsstoffe sowohl für den Input als auch für den Output mit relativ hoher Sicherheit berechnet werden, ohne dabei auf Daten aus der Literatur zurückgreifen zu müssen. Die Kalkulation für die Transferfaktoren setzt die jeweilige Outputfracht für einen Parameter in Bezug zu dessen Inputfracht. In der Theorie beläuft sich

die Summe der Transferfaktoren innerhalb eines Systems auf den Wert 1, weshalb in der Literatur vielfach eine Korrektur der empirisch erhaltenen Zahlen hinsichtlich dieses Summenwerts vorgenommen wird. Für die hier untersuchten Prozesse wurden diese Korrekturen nicht durchgeführt, da mit den berechneten Werten Aussagen über bestimmte Outputwege getroffen werden können, unabhängig davon, welche anderen Emissionsströme aus der Anlage vorhanden sind, und eine Korrektur die Werte der Transferfaktoren verändern würde. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass Transferfaktoren in eine bestimmte Bettasche nicht durch eine andere Abgasreinigung beeinflusst werden, ebenso wie sich jene in eine bestimmte Filterasche bei stationärer oder zirkulierender Wirbelschicht nicht wesentlich unterscheiden. Auswirkungen auf den Transferfaktor in das Reingas hat die wahlweise Verwendung von Gewebefilter oder Elektrofilter, da sich der Emissionswert beim Abgas hauptsächlich durch die Staubfracht und deren Inhaltsstoffe erklärt. Ein höherer Staubgehalt bedeutet erhöhte Schadstofffracht, jedoch sind Änderungen des berechneten Transferfaktors in das Reingas erst dann in signifikanten Bereichen gegeben, wenn es auch zu Unterschieden in der Abgasfracht um ein Vielfaches kommt.

Nach der Erfahrung, beim Tuchfilter eine bessere Abscheideleistung zu erreichen, sollte der Transferfaktor in die Gewebefilterasche für viele Inhaltsstoffe gleich oder höher sein als jener in die Elektrofilterasche. Die aus den erhobenen Daten gewonnenen Werte zeigen das erwartungsgemäß nicht eindeutig, da die mit der unterschiedlichen Entstaubung bewirkte Frachtänderung in der Filterasche in Relation zur staubgebundenen Gesamtfracht des Rohgases verschwindend gering ist. Zusätzlich sind auch die Temperaturbedingungen in der Brennkammer, insbesondere für die weniger lithophilen und damit flüchtigeren Elemente Hg, Cd, Pb und Zn bei der Verteilung dieser Elemente zwischen Bettasche und Flugasche zu bedenken. Schon hier ist anzumerken, dass die Transferfaktoren nur unter gewissen Bedingungen als Grundlage für Emissionsprognosen dienen können, jedoch die daraus gewonnenen Aussagen einer messtechnischen Überprüfung unterzogen werden müssen.

In den nachstehenden Tabellen werden für diese Prozesse mit hoher Datenverfügbarkeit die berechneten Transferfaktoren in das Reingas, die Flugasche und die Bettasche dargestellt. In dieser Tabelle findet sich auch eine Spalte, in der Transferfaktoren für das Reingas mit maximal drei, für die festen Rückstände mit maximal zwei Nachkommastellen angegeben sind. Diese Faktoren wurden durch den Quervergleich der einzelnen Emissionsströme erstellt und sind unter Bedacht auch anderer als die hier näher betrachteten Prozesse plausibel und belastbar. Diese Zahlen wurden mit entsprechenden Transferfaktoren aus Prozessen weiterer Betriebe mit wesentlich schlechterer Datenlage ergänzt. Dabei wurde aus Mangel an Einzelanalysenwerten für die Inputmaterialien auf Literaturdaten zurückgegriffen, die in der jeweiligen Anlage integrierte Abgasreinigung mit der daraus resultierenden Reingasfracht berücksichtigt und somit auf die entsprechenden Faktoren hochgerechnet. Die Inhaltsstoffgehalte der Abfallbrennstoffe sind in diesen Berechnungen ein großer Unsicherheitsfaktor, weshalb die angegebenen Werte oft weit voneinander abweichen. In jenen Fällen, in denen Untersuchungsergebnisse von Aschen/Stäuben nur teilweise oder überhaupt nicht vorlagen, konnte für die fehlenden Inhaltsstoffe keine Berechnung der Transferfaktoren durchgeführt werden.

Die Gegenüberstellung der Faktoren aus Rechnungen mit guter und schlechterer Datengrundlage soll die Variabilität dieser Größen aufzeigen, welche einerseits durch die unterschiedliche Verfügbarkeit der Daten, andererseits aber auch durch technologische Unterschiede gegeben ist. Damit werden wieder Größenordnungsbereiche aufgezeigt, mit welchen nach gegenwärtigem Stand zu rechnen ist. Für andere Technologien und Anlagenkonzepte wird unbedingt empfohlen, mit diesen Transferfaktoren berechnete Prognosen – speziell bei kritischen Inhaltsstoffen – durch Messungen zu überprüfen.

Tabelle 13: Transferfaktoren in das Reingas

	Transferfaktor	Messwert (zeitidentische Datengrundlage)			Weitere Daten		
		MW	Min-Wert	Max-Wert	Werk A	Werk B	Werk C
Cl	0,04	0,0477	0,0206	0,0830	0,156	0,0041	0,033
As	0,005	0,00567	0,00252	0,00882	-	-	0,00632
Cd	0,01	0,00940	0,00161	0,0271	0,084	-	0,0023
Co	0,001	0,000930	0,000163	0,00363	-	-	0,000413
Cr	0,001	0,00154	0,000483	0,00408	-	-	0,00061
Hg	0,2	0,0196 *)	0,0196	0,0196	0,194	0,104	0,283
Ni	0,001	0,00119	0,000302	0,00265	-	-	0,000549
Pb	0,01	0,0100	0,00194	0,0225	-	-	0,00253
Zn	0,01	0,0118	0,00137	0,0478	-	-	0,0009

\*)Dieser Wert ist eigentlich kein Mittelwert, da nur ein einziger Messwert verfügbar ist. Die Zahlen für den Minimal- und Maximalwert sind deshalb identisch.

Tabelle 14: Transferfaktoren in die Bettasche (Bettasche zirk. WS)

	Transferfaktor	Messwert (zeitidentische Datengrundlage)			Weitere Daten
		MW	Min-Wert	Max-Wert	Werk C
<b>Cl</b>	0,02	0,0172	0,00475	0,0414	0,0001
<b>As</b>	0,08	0,0836 *)	0,0836	0,0836	0,0723
<b>Cd</b>	0,01	0,0204	0,00990	0,0485	0,0041
<b>Co</b>	0,01	0,0336	0,0320	0,0353	0,0311
<b>Cr</b>	0,10	0,1101	0,0554	0,165	0,0721
<b>Hg</b>	0,10	0,0722 *)	0,0722	0,0722	0,0062
<b>Ni</b>	0,10	0,0411 *)	0,0411	0,0411	0,181
<b>Pb</b>	0,07	0,0580	0,0145	0,110	0,0834
<b>Zn</b>	0,10	0,109	0,0554	0,163	0,0255

\*)Dieser Wert ist eigentlich kein Mittelwert, da nur ein einziger Messwert verfügbar ist. Die Zahlen für den Minimal- und Maximalwert sind deshalb identisch.

Tabelle 15: Transferfaktoren in die Bettasche (Bettasche stat. WS)

	Transferfaktor	Messwert (zeitidentische Datengrundlage)		
		MW	Min-Wert	Max-Wert
<b>Cl</b>	0,03	0,0326	0,0108	0,0459
<b>As</b>	0,15	0,2088 *)	0,2088	0,2088
<b>Cd</b>	0,01	0,0396	0,0265	0,0667
<b>Co</b>	0,10	0,145	0,0300	0,296
<b>Cr</b>	0,10	0,0955 *)	0,0955	0,0955
<b>Hg</b>	0,10	1,20 *)	1,20	1,20
<b>Ni</b>	0,10	0,0848	0,0285	0,141
<b>Pb</b>	0,07	0,122	0,0858	0,225
<b>Zn</b>	0,20	0,213	0,080	0,263

\*)Dieser Wert ist eigentlich kein Mittelwert, da nur ein einziger Messwert verfügbar ist. Die Zahlen für den Minimal- und Maximalwert sind deshalb identisch.

Tabelle 16: Transferfaktoren in die Elektrofilterasche

	Transferfaktor	Messwert (zeitidentische Datengrundlage)			Weitere Daten		
		MW	Min-Wert	Max-Wert	Werk D	Werk E	Werk C
Cl	0,94	0,958	0,759	1,185	-	0,173	0,932
As	0,90	0,627	0,463	0,79	0,346	1,061	0,940
Cd	0,98	1,37	1,15600	1,781	0,472	0,527	0,854
Co	0,99	0,754	0,5460	1,1	0,238	0,481	0,267
Cr	0,90	0,757	0,579	1,119	0,041	0,868	0,306
Hg	0,70	0,753 *)	0,753	0,753	0,0118	0,829	0,141
Ni	0,90	0,812	0,614	1,01	0,0537	0,713	0,357
Pb	0,92	1,2010	0,545	1,615	0,0072	0,0942	3,05
Zn	0,89	0,902	0,765	1,075	0,303	0,291	0,716

\*)Dieser Wert ist eigentlich kein Mittelwert, da nur ein einziger Messwert verfügbar ist. Die Zahlen für den Minimal- und Maximalwert sind deshalb identisch.

Tabelle 17: Transferfaktoren in die Gewebefilterasche

	Transferfaktor	Messwert (zeitidentische Datengrundlage)			Weitere Daten		
		MW	Min-Wert	Max-Wert	Werk A	Werk F	Werk G
<b>Cl</b>	0,93	0,84	0,532	1,175	0,866	0,0193	1,372
<b>As</b>	0,85	0,613	0,432	0,794	-	0,603	1,080
<b>Cd</b>	0,98	1,197	0,6460	1,697	-	0,0165	0,819
<b>Co</b>	0,90	0,722	0,3650	1,163	-	0,536	0,883
<b>Cr</b>	0,90	0,67	0,428	0,852	0,315	0,257	0,795
<b>Hg</b>	0,70	3,60 *)	3,60	3,60	-	-	0,547
<b>Ni</b>	0,90	0,463	0,288	0,733	0,490	0,49	1,699
<b>Pb</b>	0,92	1,146	0,628	1,449	-	0,273	1,443
<b>Zn</b>	0,79	0,767	0,490	1,292	0,547	0,0894	1,75

\*)Dieser Wert ist eigentlich kein Mittelwert, da nur ein einziger Messwert verfügbar ist. Die Zahlen für den Minimal- und Maximalwert sind deshalb identisch.

Tabelle 18: Zusammenfassung der Transferfaktoren in die angegebenen Emissionsströme

	Reingas	Bettasche zirk. WS	Bettasche stat. WS	Elektrofilter- asche	Gewebefilter- asche
<b>Cl</b>	0,04	0,02	0,03	0,94	0,93
<b>As</b>	0,005	0,08	0,15	0,90	0,85
<b>Cd</b>	0,01	0,01	0,01	0,98	0,98
<b>Co</b>	0,001	0,10	0,10	0,90	0,90
<b>Cr</b>	0,001	0,10	0,10	0,90	0,90
<b>Hg</b>	0,20	0,10	0,10	0,70	0,70
<b>Ni</b>	0,001	0,10	0,10	0,90	0,90
<b>Pb</b>	0,01	0,07	0,07	0,92	0,92
<b>Zn</b>	0,01	0,10	0,20	0,89	0,79

#### 7.4 Stoffströme für andere Anlagen

Als weitere Feuerungstechnologien kommen in den untersuchten Industriezweigen die Rostfeuerung und die Laugenverbrennung zum Einsatz.

Auf Grund der fehlenden Daten aus dem Bereich der Rostfeuerung können hier keine Aussagen zu Stoffstrombilanzen einzelner Parameter bzw. Transferfaktoren getroffen werden.

Für die Laugenverbrennung ist festzustellen, dass es ausschließlich bei einem Betrieb zum zusätzlichen Einsatz von innerbetrieblichen Reststoffen kommt. Für diese Anlage ist die Datenlage ebenfalls unzureichend, weiters fällt bei der Laugenverbrennung kein fester Rückstand an, da es sich hier um einen Kreislaufprozess zur Chemikalienrückgewinnung handelt. Alle anderen Unternehmen beabsichtigen keine Mitverbrennung von Abfällen und Reststoffen. Zu erwartende strengere Grenzwerte im Falle der Mitverbrennung und Erschwernisse im Betrieb, nicht zuletzt durch neue Genehmigungsverfahren für die betroffenen thermischen Anlagen, sowie die Gefahr einer Verschlechterung der Qualität der im Zuge der Laugenverbrennung rückgewonnenen Chemikalien durch Einbringung von Fremdstoffen würden für die Unternehmen einen unverhältnismäßig großen zusätzlichen Aufwand darstellen.

## 8 BEWERTUNGEN DER ERGEBNISSE

### 8.1 Allgemeine Anmerkungen

Trotz intensiver Bemühungen, auf Vollständigkeit der erhobenen Daten hinsichtlich der angestrebten Ziele der Kalkulationen für diese Studie zu achten, war es oftmals nicht möglich, umfassende, in sich konsistente Analysenberichte aus Emissionsmessungen, Asche- oder Input-Analysen zu erhalten. Viele Unternehmen führen Abgasmessungen ausschließlich für jene Parameter durch, die für das Einhalten behördlicher Auflagen nachgewiesen werden müssen. Darüber hinaus werden für Ausstufungsbeurteilungen anfallender Rückstände bzw. für weitere Verwertungen dieser nur die dazu erforderlichen Inhaltsstoffgehalte ermittelt. Dies stellt für die gesamtheitliche Bewertung der Prozesse eine nicht hinreichende Datengrundlage dar.

Neben den hier betrachteten Inhaltsstoffen und den weiteren laut Bescheiden begrenzten Parametern werden in den Outputströmen der thermischen Anlagen nur in Ausnahmefällen weitere Inhaltsstoffanalysen durchgeführt, insbesondere dann, wenn eine technologische Veränderung im Betrieb überlegt wird, die Auswirkungen auf die Gehalte im Abgas oder der Asche zur Folge haben könnte. Beim Einsatz von Biomasse als (Abfall-)Brennstoff ist ein problemloser Anlagenbetrieb zu erwarten, sofern das Material nicht Fremdstoffe wie Metallteile oder Steine enthält. Solche Verunreinigungen können hier keine Störungen des Betriebes bewirken und haben keinen Einfluss auf die Inhaltsstoffgehalte des in den Brennraum gelangenden Brennmaterials, da die Unternehmen über Abscheideeinrichtungen verfügen oder nur inerte Materialien wie beispielsweise Sand über die Rinde in den Brennraum gelangen.

Die Frachten an bilanzierfähigen Schadstoffen, welche als Input in die Verbrennungsanlagen gelangen, werden im Wesentlichen über die festen Rückstände ausgetragen, wofür effiziente Staubabscheidungen die adäquaten Voraussetzungen bieten. Nur bei höheren Chlorgehalten und Konzentrationen von Quecksilber im Brennstoff ist unmittelbar mit vermehrten Emissionen im Reingas an diesen Elementen und auch organischen Schadstoffen zu rechnen, wofür in diesen Fällen zusätzliche Emissionsbegrenzungen zur Überwachung und kombiniert damit eventuell weitere emissionsreduzierende Maßnahmen vorzusehen sind.

Auf der Seite der festen Rückstände aus der thermischen Abfallnutzung bestehen Informationsdefizite. Die zwar oft verfügbaren Unterlagen zur Ausstufung der Flug-, Rost- und Bettaschen enthalten nur wenige Angaben über Schwermetalle. Auch hier liegt der Grund im nicht zu erwartenden Input aus den eingesetzten Materialien. Für die Inputseite ist noch zu bemerken, dass einige Betriebe zwar stichprobenartige Untersuchungen bezüglich möglicher Schadstoffgehalte durchführen, die Ergebnisse aber sehr stark schwanken. Auch in der einschlägigen Literatur lassen sich für die hier eingesetzten Stoffe nur weite Bandbreiten an Schwermetall- und Halogengehalten finden.

In einigen Fällen konnten einige Analysenberichte übergeben werden, welche jedoch nur stichprobenartig das eingesetzte Material qualifizieren, die Aschezusammensetzung hinsichtlich späterer Verwertung beschreiben oder nur lückenhafte Daten, die zur Bilanzierung notwendig sind, enthalten. Da diese Werte der einzelnen Unternehmen auch zeitlich differieren, ist es direkt nicht möglich, diese Daten in einer Stoffflusskalkulation zusammenzufassen.

Bei Verbrennungsprozessen in unterschiedlichen Anlagen ist es üblich, Transferfaktoren für einige Elemente zu ermitteln. Dazu ist ein umfangreiches Mess- und Analysenprogramm notwendig. Um diese Rechnungen durchführen zu können, müssen die Daten an eingesetzten Brennstoffen und Abfallbrennstoffen, Emissionswerten und Ascheanalysen unmittelbar zusammenpassen. Aus dem Messprogramm der FTU GmbH stammen Ergebnisse eines Dotierungsversuches, wo bei einem Verbrennungsvorgang konstanten Verlaufs bestimmte Mengen an Cadmium und Blei zum eingesetzten Material dotiert wurden. Alle ermittelten und



gemessenen Daten stammen vom selben Tag und können so gut bilanziert werden. Obwohl die Transferfaktoren für gewisse Parameter zwar auch anlagenspezifisch sind, können Tendenzen für andere Verbrennungsanlagen abgeleitet werden, da die Verlagerung der Elemente hauptsächlich von deren chemischem und physikalischem Verhalten abhängt.

## 8.2 Span- und Faserplattenindustrie

Für die Spänetrockneranlagen gilt, dass über die Thermische Nutzung von Schleifstaub in den Brennkammern der Trockner Schadstofffrachten in das Trockengut eingebracht werden. Für Chlor sind diese Mengen nahezu bedeutungslos (geschätzt 1 bis 5 %), da Chlor in Form von HCl auch über das Abgas ausgetragen wird. Für die bewerteten Metalle liegen die Zunahmen im Bereich von 5 bis 12 % vom nativen Gehalt des Trockengutes. Der mengenmäßige Einsatz von Schleifstaub zur Energiegewinnung in den Spänetrocknern ist über die NO<sub>x</sub>-Grenzwerte im Abgas limitiert, da der Stickstoffgehalt im Brennstoff einen wesentlichen Anteil an der NO<sub>x</sub>-Emission hat.

In den Fasertrocknern (für MDF-Platten) werden Gasbrenner eingesetzt und die heißen Abgase aus Biomassekesseln mit verwertet. Beide Aggregate unterliegen üblicherweise ihren spezifischen Grenzwerten, die im Falle der Biomassekessel dauerregistrierend zu messen sind. Gesicherte Daten zu den Stoffströmen in diesen Biomassekesseln gibt es leider nicht, da die festen Abfälle (Schlacke und Flugstaub) über externe Entsorgungsschienen laufen. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die Abgasemission auf Grund der Abgasreinigungstechnologien nicht wesentlich von den Wirbelschichtanlagen unterscheiden. Lediglich die Feststoffströme werden Unterschiede aufweisen, die sich bei letzteren aus zusätzlich ausgetragenem Bettmaterial und einer unterschiedlichen Verteilung zwischen Bettasche und Flugasche erklären.

## 8.3 Papier- und Zellstoffindustrie

In der Papier- und Zellstoffindustrie sind vorwiegend zwei unterschiedliche Aggregate im Bereich der Energiegewinnung und der Rohstoffrückgewinnung aus Ersatzbrennstoffen im Einsatz. Dies sind Wirbelschichtkessel, in denen neben den Regelbrennstoffen auch Ersatzbrennstoffe zum Einsatz kommen, und Laugenkessel, die über den Energieinhalt der Dicklauge (vorwiegend Lignin) neben thermischer Energie auch die Chemikalien aus der Zellstofferzeugung rückgewinnen. Von diesen Laugenkesseln wird nur in einem einzigen ein anderer innerbetrieblicher Reststoff neben Dicklauge thermisch verwertet. Dicklauge ist kein Abfall, sondern ein in den Gesamtprozess sinnvoll integrierter Biobrennstoff. Die thermische Verwertung der Dicklauge in Laugenverbrennungskesseln dient der Chemikalienrückgewinnung und der Nutzung des Heizwertes der organischen Substanz zur Deckung des Energiebedarfs bei der Zellstoffherstellung. Die Begründung dafür ist in der Gesetzeslage zu suchen, in der die Dicklauge nicht als Abfall geführt wird, und die Laugenkessel in der LRV-K einer gesonderten Regelung unterliegen. Der zusätzliche Einsatz von anderen Ersatzbrennstoffen würde nicht nur das Genehmigungsverfahren für solche Anlagen erschweren, sondern auch die Grenzwertvorschrift wesentlich beeinflussen. Darüber hinaus sind sicher noch Überlegungen betreffend die Qualität der rückgewonnenen Chemikalien ausschlaggebend.

Die Wirbelschichtanlagen sind in ihrer technischen Konzeption unterschiedlich ausgelegt. Es gibt stationäre und zirkulierende Wirbelschichtanlagen (auch Turbowirbelschicht), die sowohl mit Elektrofilteranlagen als auch mit Gewebefilteranlagen zur Rauchgasreinigung kombiniert

sind. Darüber hinaus besteht noch die Möglichkeit, insbesondere bei Gewebefilteranlagen, Additivierungsverfahren einzusetzen. Für diese Anlagen lassen sich auf Grund der guten Datenlage einigermaßen gesicherte Schadstofffrachten in die einzelnen Verbrennungsprodukte errechnen. Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dass die Beeinflussung der gasförmigen Emissionsfracht durch unterschiedliche Brennstoffe nur äußerst gering ist, da die installierten Rauchgasreinigungstechnologien sehr wirksam sind.

## 9 KAPAZITÄTEN IN DER THERMISCHEN VERWERTUNG VON ABFÄLLEN

### 9.1 Freie Kapazitäten bestehender Anlagen

Entsprechend den Ergebnissen der Erhebungen sind in den befragten Betrieben der Papier-, Zellstoff-, Span- und Faserplattenindustrie momentan keine Kapazitäten vorhanden, weitere Abfälle und Reststoffe thermisch zu behandeln. Dies gründet einerseits darin, dass die Aufnahmekapazität bei bestehenden Anlagen, insbesondere in der Spanplattenindustrie, beschränkt ist, zum anderen darin, dass einzelne Unternehmen, welche zwar Übernahmekapazitäten für Abfälle und Reststoffe hätten, diese derzeit jedoch nicht zu nützen beabsichtigen, da dem Akzeptanzprobleme, behördliche Auflagen im Zusammenhang mit AWG- und UVP-Verfahren bzw. Überlegungen zu Produkt- und Anlageverfügbarkeit im Wege stehen.

Obwohl die Mitverbrennungsanlagen durch interne Reststoffe weitgehend ausgelastet sind, besteht durchwegs Interesse, künftig verstärkt außerbetriebliche biogene Reststoffe zu verwerten und dadurch einen wichtigen Beitrag zur Abfallwirtschaft zu leisten. Dies kann besonders sinnvoll sein, wenn damit fossile Brennstoffe wie Kohle ersetzt werden können und weite Transportwege zu entfernten Verwertungsanlagen vermieden werden.

Durch innerbetriebliche Optimierungen (einerseits Reduktion der innerbetrieblichen Reststoffmengen, andererseits durch verbesserte Nutzung der Kesselleistungen sowie Brennstoffsubstitutionen) gibt es in einigen Fällen beschränkte freie Potentiale für außerbetriebliche Reststoffe. Diese können zur thermischen Verwertung von Reststoffen aus branchennahen Bereichen (z.B. Rejektstoffe und Faserschlämme, Altholz, Rinde und Holzreststoffe, Papphülstenreste etc) sowie branchenfremden Bereichen (z.B. biogene Granulate von Trocknungsanlagen, ausgewählte speziell aufbereitete Sekundärenergieträger etc.) genutzt werden. Ein Ersetzen von Abfallbrennstoffen biogenen Ursprungs durch andersartige Reststoffe wird bei mehreren Betrieben nicht nur wegen dieser Ursachen grundsätzlich ausgeschlossen, vielmehr fehlt, wie schon mehrfach erwähnt, die Akzeptanz der breiten Öffentlichkeit dafür. Ein Fall wurde geschildert, in welchem ein Unternehmen aus wirtschaftlichen Gründen die Errichtung einer Neuanlage mit Biomassefeuerung und thermischer Reststoffverwertung überlegt hat, jedoch nach massivem Widerstand seitens der Bevölkerung und diversen Schwierigkeiten mit den involvierten Behörden diese Pläne fallen lassen musste. Die Vertreter mehrerer Betriebe wiesen deutlich auf die Wichtigkeit einer Vertrauensbasis mit der lokalen Bevölkerung hin und sehen eine thermische Abfallverwertung als Gefährdung des oft in einem langen Prozess entstandenen guten Klimas mit den Anrainern an.

Auf dem Gebiet der Biomassefeuerung, besonders in der Span- und Faserplattenbranche, muss die Frage des Potenzials des thermischen Einsatzes von Abfällen und Reststoffen biogenen Ursprungs im Zusammenhang mit deren möglichen stofflichen Verwertung gesehen werden, welche in direkter Konkurrenz mit der Verbrennung zu verstehen ist. So wird bei der Kontrolle des vorhandenen Materials der für die Produktion verwertbare Anteil abgetrennt und der Aufbereitung für die Verarbeitung zugeführt, der nicht stofflich verwertbare Anteil gelangt in die thermische Schiene.

Auch Holzreststoffe hinreichender Qualität der Papier- und Zellstoffindustrie werden in wenigen Fällen über den freien Markt einer externen stofflichen Verwertung zugeführt.

## 9.2 Geplante und projektierte zukünftige Anlagen

Veranlasst durch die Deponieverordnung, welche hinkünftig die Deponierung gewisser Reststoffe/Abfälle nicht mehr erlaubt, und aus Überlegungen wirtschaftlicher Natur gibt es bei mehreren Betrieben Projekte zur Installation neuer Kesselanlagen für die thermische Abfallverwertung. Diese Bestrebungen sind bei einigen Unternehmungen im Vorprojektstadium oder in Vorbereitung zur behördlichen Einreichung, manche Betriebe sind kurz vor der Umsetzung ihrer Pläne. Mitunter werden auch Kooperationen mit lokalen Reststoffverwertungsbetrieben angestrebt, um den Betrieb solcher Anlagen auszulasten und rentabler zu gestalten. Nach den aktuell erhobenen Informationen sind derzeit sechs unterschiedliche Biomassekesselanlagen entweder in einem Abfallwirtschaftsplan konzipiert, in behördlicher Genehmigung oder bereits als fertiges Projekt kurz vor der Verwirklichung. Weitere drei Biomasseanlagen sind in einem Vorprojektstadium, wo Überlegungen und Studien durchgeführt werden, ob ein sinnvoller Einsatz bzw. eine zusätzliche wirtschaftliche Nutzung über das Ökostromgesetz gegeben wäre.

Die Gesamtkapazität dürfte sich im Endausbau auf etwa 500.000 bis 550.000 t/a belaufen. Der tatsächliche Einsatz wird von mehreren Faktoren beeinflusst werden, von welchen die Verfügbarkeit der Abfallbrennstoffe am Markt als der Wesentlichste angesehen wird.

Die Motivation zur thermischen Verwertung eigener Abfälle in zusätzlichen neuen Anlagen liegt oftmals nicht nur in der fehlenden Entsorgungsmöglichkeit, sondern auch in dem Bestreben, bisher ungenutzte Energieträger thermisch einzusetzen. Hierbei ist auch zu bemerken, dass Transportwege zu den bisherigen Endabnehmern wegfallen und so auch die Verkehrssituation um diese Betriebe verbessert würde.

Die Abnahme an thermischer und elektrischer Energie ist durch den Bedarf der Betriebe gegeben. Die Erweiterung der diesbezüglichen Möglichkeiten für diese Energienutzung ist mit ein Entscheidungsfaktor für die geplanten / projektierten Anlagen. Darüber hinaus planen einige Firmen in Zuge der Neuerrichtung von Biomasse- bzw. Reststoffverbrennungsanlagen, im Gegenzug dazu bestehende Anlagen mit konventionellen Brennstoffen stillzulegen, um unter anderem auch über die Einsparung fossiler CO<sub>2</sub>-Emissionen ökonomische Vorteile zu lukrieren. Diese Investitionen im Energiebereich sind unter Umständen mit dem Gesamtinvestitionsplan (neue Produktionslinien) gekoppelt.

In einigen Betrieben gibt es Überlegungen, Biomassekessel zu errichten, die nicht nur für den Eigenbedarf Energie erzeugen können, sondern darüber hinaus Strom in das öffentliche Netz speisen würden. Derzeit werden die Grundlagen dafür (Ökostromgesetz, behördliche Auflagen, Infrastruktur) geprüft und Studien dazu erarbeitet.

In diesem Zusammenhang sind auch die Überlegungen zur kombinierten thermischen Nutzung mit Bereitstellung von Fernwärme zu erwähnen. In einem Betrieb ist dies schon seit mehreren Jahren realisiert; ob hier eine Ausweitung erfolgen wird, ist nicht abzusehen.

Nachstehend finden sich Eckdaten zu einigen Anlagen, die sich in Planung oder Projektierung befinden.

### 9.2.1 Auswahl einiger Betriebe

#### 9.2.1.1 Brigl & Bergmeister Papierfabrik GmbH

Mit Anfang des kommenden Jahres soll ein Wirbelschichtkessel in Betrieb gehen (errichtet von der ENAGES), der die Papierfabrik mit Energie versorgt. Die Brennstoffwärmeleistung soll etwa 40 MW betragen und maximal 100.000 t/a Reststoffe werden thermisch verwertet werden, wobei sich diese Angaben auch nach dem Bedarf der Papierfabrik richten werden. Neben betrieblichen sollen auch gewerbliche und kommunale Abfälle eingesetzt werden. Die

Abgasreinigung besteht aus Trockensorbtiionsverfahren mit Gewebefilter, zwei Wäschern (saure Schadgase, Metalle, SO<sub>2</sub>) und katalytischer Entstickung.

#### **9.2.1.2 Mayr-Melnhof Karton AG, Werk Hirschwang**

Im kommenden Jahr soll hier eine Feuerungsanlage mit 4,8 MW thermischer Leistung in Betrieb genommen werden. Nach dem Schleuderradverfahren ist die thermische Verwertung von bis zu 15.000 t/a ausschließlich innerbetrieblichen Abfällen geplant. Die Abgasreinigung enthält Trockenadsorption und Entstickungsverfahren.

#### **9.2.1.3 M-real Hallein AG**

Ein Biomassekessel mit stationärer Wirbelschichtfeuerung und Abhitzenutzung ist in Planung, in dem die innerbetrieblichen Abfälle thermisch verwertet werden sollen. Je nach Verfügbarkeit ist auch der Einsatz von Waldhackgut und Rinde vorgesehen, womit sich die Einsatzmenge auf etwa 128.000 t/a beläuft. Die geplante thermische Brennstoffwärmeleistung beträgt 30 MW, zur Reinigung des Abgases sind ein Tuchfilter, Entstickungsverfahren und ein Nasselektrofilter vorgesehen.

#### **9.2.1.4 Neusiedler AG, Standort Kematen**

Es finden zurzeit Prüfungen und Studien statt, ob eine neue Anlage hinsichtlich Rentabilität, Biomasseverfügbarkeit und Kosten sinnvoll zu betreiben wäre. Verschiedene Überlegungen zu den Themen Ökostrom und emission-trading werden ebenfalls angestellt. Vorstellbar wäre ein Wirbelschichtkessel zur Verwertung innerbetrieblicher Abfälle und Reststoffe, der mit der gewonnenen Brennstoffwärmeleistung den Gaskessel (34,5 MW) einigermäßen ersetzen könnte; dieser würde im Zuge der Inbetriebnahme der neuen Anlage stillgelegt werden.

#### **9.2.1.5 Zellstoff Pöls AG**

Auch hier gibt es Überlegungen zur Nutzung von ausschließlich innerbetrieblichen Abfällen (Rinde) in einer neuen Anlage. Momentan ist dieses Vorhaben in einem Vorprojektstadium. Die eingesetzte Abfallmenge von ungefähr 50.000 t/a würde eine Brennstoffwärmeleistung von etwa 60 MW ergeben.

#### **9.2.1.6 Fritz Egger GmbH & Co., Standort Unterradlberg**

Die Genehmigung für die Installierung einer Anlage zur thermischen Verwertung von Biomasse liegt vor, jedoch ist die Realisierung des Projektes noch fraglich. Die Brennstoffwärmeleistung würde etwa 40 MW betragen, zusätzlich würden 17 MW aus einem erdgasbefeuererten Überhitzer resultieren. Nach Schätzungen könnten 60.000 bis 80.000 t/a Abfälle und Reststoffe eingesetzt werden, weshalb die Mengen an innerbetrieblich anfallenden Reststoffen nicht zum Betrieb ausreichen würden und externe Brennstoffe wie Waldhackgut oder Altholz zur Verwendung kämen. Die geplante Abgasreinigung enthält ein Gewebefilter und Entstickungsverfahren (SNCR).

#### **9.2.1.7 Österr. Homogenholz Ges.m.b.H.**

Derzeit ist ein behördliches Genehmigungsverfahren für einen Biomassekessel eingeleitet. Die geplante Anlage hat eine Brennstoffwärmeleistung von 49,5 MW und kann eine geschätzte (Abfall-)Brennstoffmenge von etwa 100.000 t/a thermisch verwerten, wovon ungefähr ein Drittel durch innerbetriebliche Reststoffe abgedeckt werden kann. Die Abgasreini-

## 52 Thermische Behandlung und Verwertung – Kapazitäten in der thermischen Verwertung von Abfällen

---

gung soll mit Gewebefilter und Entstickungseinrichtungen vorgenommen werden. Gleichzeitig werden Studien zu den Themen Rentabilität und Ökostrom durchgeführt.

### 9.2.1.8 Projekt der Thermischen Verwertung der hier behandelten Reststoffe in einem kalorischen Kraftwerk

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass sich auch bei anderen Industriezweigen Anlagen zur thermischen Verwertung von Biomasseabfällen in Planung bzw. in Genehmigung befinden, die auch Abfälle und Reststoffe aus der Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie einzusetzen beabsichtigen. Hier ist beispielsweise die geplante Biomassekesselanlage der Energie AG OÖ in Timelkam anzuführen, welche als Erweiterung der bestehenden Energieanlage fungieren soll. Der neue Anlagenteil ist auf eine Brennstoffwärmeleistung von 50 MW ausgelegt und kann Sägenebenprodukte, Altholz und Waldhackgut bis zu einer Menge von etwa 115.000 t/a thermisch verwerten. Primäre Ziele sind CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Erzeugung von Ökostrom bzw. Fernwärme aus CO<sub>2</sub>-neutraler Biomasse. Als Abgasreinigung ist ein Gewebefilter vorgesehen.

## 10 ZUSAMENFASSUNG DER ERGEBNISSE UND AUSBLICK

Die Erhebung der gegenwärtig vorhandenen Kapazitäten der thermischen Abfallverwertung im Bereich der Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie mit den zur Zeit installierten Technologien wurde über eine Fragebogenaktion und daran anschließende Betriebsbesuche mit detaillierenden Gesprächen auf einen Informationsstand gebracht, welcher den aktuellen Stand der thermischen Abfallverwertung widerspiegelt.

Dabei ergeben sich durchaus auch Defizite zum angestrebten Ziel der Projektstudie, welche in einer unzureichenden Datenlage begründet sind. Diese Tatsache begründet sich nicht auf mangelnde Bereitschaft zur Weitergabe von Daten seitens der Betriebe, die Kooperation mit den Unternehmungen war durchaus gegeben. Vielmehr beruht der Datenmangel auf der fehlenden Erfordernis, über durch gesetzliche Bestimmungen geregelte hinaus reichende Messungen und Aufzeichnungen durchzuführen, da nur diese auf Verlangen der Behörde nachzuweisen sind. Nicht vorhandene detaillierte Informationen zu Inhaltsstoffen von Brennstoffinput, festen Rückständen aus Verbrennung bzw. Rauchgasreinigung und Reingasemissionen betreffen insbesondere die Span- und Faserplattenindustrie, aber auch Feuerungsanlagen für Biomasse. Transferfaktoren als Prognoseinstrument für die Qualität der Verbrennungsrückstände, der Produkte (Span- und Faserplatten) bzw. des Reingases sind für diese Bereiche derzeit nicht zu kalkulieren.

Bei der Verwertung der festen Rückstände aus Wirbelschichtkesseln ergeben sich für die Ausstufung nach der Festsetzungsverordnung manchmal Probleme auf Grund des löslichen Anteils aus dem Rauchgasreinigungsadditiv, die sich in einem hohen Abdampfdruckstand, höheren pH- und Leitfähigkeitswerten manifestieren. Bei allfälliger Deponierung kann weiters der Eluatwert für Barium eine höherwertige Deponietype erfordern. Die Einschränkungen bei Ausstufungsverfahren oder Deponierung sind vor dem Hintergrund der sonstigen stofflichen Belastungen dieser Rückstände unter dem Gesichtspunkt der Verwertung bzw. bei Deponierung mit Einbezug des Zeitfaktors zu werten. Dies wäre auch bei allfälligen Novellierungen einschlägiger Vorschriften einzubringen.

Für die Elemente Cu, Mn und Ba sind mit dem derzeit verfügbaren Datenmaterial keine Transferberechnungen durchzuführen.

Damit ergibt sich ein deutlicher Forschungsbedarf besonders bei Anlagen der Span- und Faserplattenherstellung der neben den eingesetzten Rohstoffqualitäten auch den Elementtransfer von der Brennkammer in das getrocknete Spangut betrifft.

Die Gesamtmengen der innerbetrieblich thermisch verwerteten Abfälle und Reststoffe beläuft sich aktuell auf 974.750 t/a, zusätzlich kommen außerbetriebliche Abfälle mit 170.450 t/a zum Einsatz. Mit diesen Verwertungsmengen sind die gegenwärtig möglichen Kapazitäten ausgeschöpft. Zu den geplanten bzw. projektierten Anlagen mit einer weiteren Erhöhung der Verwertungs Kapazität haben die Ablagerungseinschränkungen wie auch Randbedingungen zur Stromerzeugung Impulse gegeben, wobei eine quantitative Abschätzung auf Grund der variablen Marktsituation und des Genehmigungsrisikos nicht gegeben werden kann.

## 11 VERZEICHNISSE

### 11.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Thermisch eingesetzte innerbetriebliche Abfälle und Reststoffe .....	24
Tabelle 2: Thermisch eingesetzte außerbetriebliche Abfälle und Reststoffe .....	24
Tabelle 3: Abfallbeschreibung durch Schlüsselnummern laut ÖNORM S 2100, festgelegt durch die Anlagenbescheide .....	25
Tabelle 4: Bereiche für Inhaltsstoffgehalte von (Abfall-) Brennstoffen .....	27
Tabelle 5: Thermische Verwertung in den einzelnen Unternehmungen .....	28
Tabelle 6: Feuerungsarten bei Späne- und Fasertrocknern .....	29
Tabelle 7: Vergleich Ascheinhaltsstoffe und Grenzwerte gem. Deponieverordnung .....	31
Tabelle 8: Emissionsbegrenzungen der reinen Biomassekessel und aktuelle vorgeschriebene Grenzwerte in der angeführten Branche. ....	32
Tabelle 9: Emissionsbegrenzungen bei thermischer Abfallverwertung und aktuelle Emissionsbegrenzungen .....	33
Tabelle 10: Auszug Anlage 1 AVV: Emissionsgrenzwerte ( $G_{\text{Abfall}}$ ) für Verbrennungsanlagen	34
Tabelle 11: Modellrechnung gemäß Anlage 1 AVV anhand konkreter Beispiele .....	35
Tabelle 12: Aktuelle Emissionsgrenzwerte aus Bescheiden bei Spänetrocknern (Sauerstoffbezug: 17 %). ....	36
Tabelle 13: Transferfaktoren in das Reingas .....	41
Tabelle 14: Transferfaktoren in die Bettasche (Bettasche zirk. WS) .....	42
Tabelle 15: Transferfaktoren in die Bettasche (Bettasche stat. WS) .....	42
Tabelle 16: Transferfaktoren in die Elektrofilterasche .....	43
Tabelle 17: Transferfaktoren in die Gewebefilterasche .....	44
Tabelle 18: Zusammenfassung der Transferfaktoren in die angegebenen Emissionsströme	45



## 11.2 Literaturverzeichnis

Wurst, F. et al.: Studie zum emissionstechnischen Stand der österreichischen Spanplattenindustrie, Wien, 1994

Homepage: [http://www.austropapier.at/mitglieder\\_frame.htm](http://www.austropapier.at/mitglieder_frame.htm)

Bundesministerium für Umwelt, Wirtschaftskammer Österreich, Austropapier – Vereinigung österreichischer Papierindustrieller (Hrsg.): Branchenabfallwirtschaftskonzept Zellstoff- und Papierindustrie, Vermeidung – Verwertung – Entsorgung, Wien, 1995

Baum, F.: Luftreinhaltung in der Praxis, R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1988

Obernberger, I.: Nutzung fester Biomasse in Verbrennungsanlagen: Schriftenreihe Thermische Biomassenutzung, dbv-Verlag für die Technische Universität Graz, 1997

Ragoßnig, A. M.: Dissertation „Thermische Behandlung heizwertreicher Abfälle in Wirbelschichtanlagen in Österreich“, Leoben, 2001

Marutzky, R. (Hrsg.): Moderne Feuerungstechnik zur energetischen Verwertung von Holz und Holzabfällen, Springer-VDI Verlag, Düsseldorf, 1997

Umweltbundesamt Berlin (Hrsg.): Stand der Emissionsminderung bei der Spanplattenherstellung, Berlin, 1993

Obernberger, I. (Hrsg.): Sekundärrohstoff Holzasche, RM Druck- und Verlagsges.m.b.H., Graz, 1994

Nussbaumer, T. (Hrsg.): Neue Erkenntnisse zur thermischen Nutzung von Holz, Zürich, 1994

Nussbaumer, T. et al.: Schadstoffbildung bei der Verbrennung von Holz, Zürich, 1989

Nussbaumer, T. (Hrsg.): Energetische Nutzung von Holz, Holzreststoffen und Altholz, Zürich, 1990

Marutzky, R. et al.: Alt- und Restholz, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1996

Bachhiesl, M. (Hrsg.): „Untersuchungen zur thermischen Verwertung von Biomasse und heizwertreichen Abfallfraktionen als Sekundärbrennstoffe in Wärmekraftwerken“, Schriftenreihe der Forschung im Verbund, Band 73, 2001

Falbe, J., Regitz, M. (Hrsg.): RÖMPP Chemie Lexikon, 9. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart New York, 1995

Wurst, F.: „Auswirkungen von Metalldotierungen auf die Reingasemission“, Fachtagung Thermische Abfallbehandlung, Berlin, 5. bis 7. März 2002

Gutachten, Mess- und Analysenberichte aus dem Archiv der FTU Forschungsgesellschaft Technischer Umweltschutz mbH, Wien, 1989 bis 2003

Homepage: <http://www.enages.at>

Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.): ÖNORM S 2100 Abfallkatalog, Wien, 1997

Republik Österreich (Hrsg.): Abfallverbrennung – Sammelverordnung, BGBl. 389/2002, Wien, 2002

Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.): ÖNORM S 2108-1 Thermische Verwertung und Behandlung von Abfällen, Wien, 1999

Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.): ÖNORM S 2108 Zuordnung von Abfällen zur thermischen Behandlung (Entwurf), Wien, 1995

Republik Österreich (Hrsg.): Luftreinhaltengesetz für Kesselanlagen – LRG-K, BGBl. 380/1988, Wien, 1988

Republik Österreich (Hrsg.): Begrenzung der Emissionen von Dampfkesselanlagen (2. Durchführungsverordnung zum DKEG), BGBl. 209/1984, Wien, 1984

Republik Österreich (Hrsg.): Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002, BGBl. 102/2002, Wien, 2002

Republik Österreich (Hrsg.): Ökostromgesetz, BGBl. 149/2002, Wien, 2002

Republik Österreich (Hrsg.): Deponieverordnung, BGBl. 164/1996, Wien, 1996

Republik Österreich (Hrsg.): Festsetzungsverordnung 1997, BGBl. 227/1997, Wien, 1997

## 12 ANHANG

### 12.1 Fragebogen zur Erhebung der Studie „Thermische Behandlung und Verwertung von Abfällen und Reststoffen in der österreichischen Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie“

#### 12.1.1 Allgemeine Angaben

Betreiber/Firma:		
_____		
–		
Ansprechpartner:		
_____		
–		
Adresse:		
_____		
–		
Straße:		
_____		
–		
Postleitzahl:	Ort:	
_____	_____	_____
–		
Telefon:	Fax:	E-Mail:
_____	_____	_____
–		

### 12.1.2 Fragen zum Einsatz von Abfällen

#### Innerbetriebliche Abfälle

Kommen innerbetriebliche Abfälle zum thermischen Einsatz? x)		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Bemerkungen:			
Wenn Ja:			
Abfallart(en):			
Schlüsselnummer(n):			
Menge (t/a):			
Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):			
Herkunft:	<input type="checkbox"/> aus gleichbleibendem Prozess		
	<input type="checkbox"/> aus nicht gleichbleibendem Prozess		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
Gibt es Untersuchungen zu den chemischen Inhaltsstoffen?		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

x) Laut neuem AWG 2002 gilt eine neue Regelung für die Zuzählung von Abfällen und Reststoffen, auch wenn sie innerbetrieblich weitere Verwendung finden.

Außerbetriebliche Abfälle

Kommen außerbetriebliche Abfälle zum thermischen Einsatz?		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Bemerkungen:			
Wenn Ja:			
Abfallart(en):			
Schlüsselnummer(n):			
Menge (t/a):			
Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):			
Herkunft:	<input type="checkbox"/> aus gleichbleibendem Prozess		
	<input type="checkbox"/> aus nicht gleichbleibendem Prozess		
	<input type="checkbox"/> von Sammler		
	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		
Gibt es Untersuchungen zu den chemischen Inhaltsstoffen?		<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

**12.1.3 Kurze Beschreibung der thermischen Anlage(n)**

*Art der Anlage, Feuerungsart, thermische Leistung, etc.*


**12.1.4 Fragen zum Einsatz der Brennstoffe (herkömmliche Brennstoffe, Biomasse)**

Welche anderen Brennstoffe kommen zum Einsatz?		
<input type="checkbox"/> Erdgas Menge (m <sup>3</sup> /a): Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):	<input type="checkbox"/> Heizöl Menge (t/a): Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):	<input type="checkbox"/> Kohle Menge (t/a): Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):
<input type="checkbox"/> unbehandelte Holzabfälle Menge (t/a): Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):	<input type="checkbox"/> Pflanzliche Abfälle Menge (t/a): Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):	<input type="checkbox"/> Sonstige Menge (t/a): Anteil an Brennstoffwärmeleistung (%):

**12.1.5 Fragen zur Abgasreinigung**

Welche Art(en) der Abgasreinigung wird (werden) angewandt?		
–		
–		
–		
Welche Emissionsbegrenzungen sind im Genehmigungsbescheid der Anlage vorgesehen?		
Parameter:		
Welche darüber hinausgehenden Emissionsdaten sind verfügbar?		
Anfall fester Reststoffe aus Verbrennung und/oder Abgasreinigung:		
Menge: (t/a)		
Gibt es Untersuchungen zu den chemischen Inhaltsstoffen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja, zu welchen Parametern?		
Entsorgung/Verwertung der festen Rückstände:		

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Publikationen des Umweltbundesamtes, Wien](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [BE-248](#)

Autor(en)/Author(s): Boubela Gerhard, Wurst Friedrich, Prey Theodor, Boos Rolf

Artikel/Article: [Materialien zur Thermischen Behandlung und Verwertung von Abfällen und Reststoffen in der Zellstoff-, Papier-, Span- und Faserplattenindustrie. 1-61](#)