



**umwelt**bundesamt<sup>U</sup>

# **ABFALLVERBRENNUNG IN ÖSTERREICH**

Statusbericht 2006

Siegmund Böhmer  
Ingo Kügler  
Helga Stoiber  
Birgit Walter

REPORT  
REP-0113

Wien, 2007



### **Projektleitung**

Birgit Walter

### **AutorInnen**

Sigmund Böhmer

Ingo Kügler

Helga Stoiber

Birgit Walter

### **Übersetzung**

Michaela Wohlmuther

### **Lektorat**

Petra Wiener

### **Satz/Layout**

Ute Kutschera

### **Titelbild**

Abfallverbrennungsanlage Dürnrrohr (Urheber: AVN Abfallverwertung Niederösterreich GmbH, EVN Platz 1, 2344 Maria Enzersdorf)

Im Besonderen gilt der Dank den in den Untersuchungsrahmen aufgenommenen Anlageneigentümern und -betreibern, welche durch ihre Kooperation und das zur Verfügung Stellen von Unterlagen und Fotos das Entstehen der vorliegenden Studie ermöglichten.

Diese Publikation wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3, A-1010 Wien erstellt.

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

### **Impressum**

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

Eigenvervielfältigung

*Gedruckt auf Recyclingpapier.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2007

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-85457-911-X

# INHALT

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	5
<b>SUMMARY</b> .....	16
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	27
<b>2 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR ABFALLVERBRENNUNGSANLAGEN</b> .....	28
<b>2.1 Rahmenbedingungen auf EU-Ebene</b> .....	28
2.1.1 Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen .....	28
2.1.2 Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie) .....	28
<b>2.2 Nationale Rahmenbedingungen</b> .....	29
2.2.1 Abfallwirtschaftsgesetz 2002 .....	29
2.2.2 Deponieverordnung .....	30
2.2.3 Abfallverbrennungsverordnung .....	30
<b>2.3 UVP-Gesetz</b> .....	37
<b>2.4 Anlagengenehmigungen</b> .....	38
<b>3 ABFALLWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE IM ÜBERBLICK</b> .....	39
<b>3.1 Abfallanlieferung</b> .....	39
<b>3.2 Externe Abfallvorbehandlung</b> .....	40
<b>3.3 Eingesetzte Abfälle</b> .....	41
3.3.1 Abfallarten und Abfallmengen .....	41
<b>3.4 Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung</b> .....	45
<b>3.5 Behandlung und Verbleib der Abfälle und Reststoffe</b> .....	45
<b>4 TECHNOLOGISCHE ASPEKTE IM ÜBERBLICK</b> .....	47
<b>4.1 Übernahme der Abfälle</b> .....	47
<b>4.2 Aufbereitung der Abfälle</b> .....	48
4.2.1 Aufbereitung vor Rostfeuerung .....	48
4.2.2 Aufbereitung vor Wirbelschichtfeuerung .....	48
4.2.3 Aufbereitung vor Drehrohröfen .....	49
<b>4.3 Lagerung</b> .....	49
<b>4.4 Abfallbeschickung</b> .....	50
4.4.1 Beschickung mit pumpfähigen Abfällen .....	50
4.4.2 Beschickung mit festen Abfällen .....	51
<b>4.5 Feuerungstechnologie</b> .....	52
4.5.1 Der Verbrennungsprozess .....	52
4.5.2 Rostfeuerung .....	53
4.5.3 Wirbelschichtfeuerung .....	54
4.5.4 Drehrohrfeuerung .....	56



<b>4.6</b>	<b>Abhitzeessel und Energienutzung</b> .....	57
4.6.1	Abhitzeessel .....	57
4.6.2	Technische Möglichkeiten der Energienutzung .....	58
4.6.3	Standortfrage.....	59
<b>4.7</b>	<b>Technologien zur Rauchgasreinigung</b> .....	61
4.7.1	Abscheidung von Staub und schwerflüchtigen Schwermetallen.....	62
4.7.2	Abscheidung von HCl, HF, SO <sub>2</sub> und Hg.....	62
4.7.3	Rauchgasentstickung.....	62
4.7.4	Reduktion von organischen Verbindungen, sowie PCDD/F .....	63
<b>5</b>	<b>BESCHREIBUNG DER ABFALLVERBRENNUNGSANLAGEN</b> .....	64
<b>5.1</b>	<b>Anlage FWW Flötzersteig</b> .....	64
<b>5.2</b>	<b>Anlage FWW Spittelau</b> .....	73
<b>5.3</b>	<b>Anlage WAV Wels</b> .....	81
<b>5.4</b>	<b>Anlage AVN Dürnrohr</b> .....	89
<b>5.5</b>	<b>Anlage KRV Arnoldstein</b> .....	98
<b>5.6</b>	<b>Anlage TRV Niklasdorf</b> .....	105
<b>5.7</b>	<b>Anlage ABRG Arnoldstein</b> .....	114
<b>5.8</b>	<b>Anlage FWW Simmeringer Haide</b> .....	129
<b>5.9</b>	<b>Anlage AVE RVL Lenzing</b> .....	148
<b>5.10</b>	<b>In Bau bzw. in Planung befindliche Anlagen</b> .....	155
5.10.1	Anlage MVA Pfaffenau .....	155
5.10.2	Anlage AVN Dürnrohr Linie 3.....	158
5.10.3	Anlage A.S.A. Zistersdorf.....	160
5.10.4	Anlage BEGAS Heiligenkreuz.....	162
5.10.5	Anlage MMK Frohnleiten.....	162
5.10.6	Anlage Linz Strom GmbH .....	163
	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	164
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	166
<b>6</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	169
<b>7</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	175



## ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Studie werden österreichische Rostfeuerungen (Flötzersteig, Spittelau, Dürnrrohr, Arnoldstein – KRV, Wels I und Wels II), Wirbelschichtfeuerungen (Niklasdorf, Lenzing, Arnoldstein ABRG und Simmering WSO 1–3 und WSO 4) und Drehrohrofen (Simmering Drehrohrofen 1 und 2, Arnoldstein ABRG) beschrieben. Zusätzlich werden Abfallverbrennungsanlagen, die noch nicht im Betrieb stehen (Pfaffenau, Zistersdorf, Dürnrrohr Linie 3, Frohnleiten, Heiligenkreuz und Linz), dargestellt.

In der Studie werden sowohl verfahrenstechnische als auch abfallwirtschaftliche Aspekte näher betrachtet.

Die Anlieferung der Abfälle zu den österreichischen Abfallverbrennungsanlagen erfolgt zum überwiegenden Teil per LKW. Eine Ausnahme bildet die Abfallverbrennungsanlage in Dürnrrohr (hier werden rund 90 % des Abfalls per Bahn angeliefert). Im Fall der Wirbelschichtkessel 1–3 in Simmering wird Klärschlamm der nahe gelegenen Hauptkläranlage per Pumpenförderung zur Abfallverbrennungsanlage gebracht.

### Abfallanlieferung

Tabelle A: Anlieferungen des Abfall zu österreichischen Abfallverbrennungsanlagen, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

	LKW	Bahn	Sonstiges
Spittelau (Fernwärme Wien)	100 %	–	–
Flötzersteig (Fernwärme Wien)	100 %	–	–
Dürnrrohr (Fa. AVN)	10 %	90 %	–
Wels I (Fa. WAV)	100 %	–	–
Wels II (Fa. WAV)	100 %	–	–
Lenzing (Fa. RVL)	60 %	40 %	–
Niklasdorf (Fa. ENAGES)	100 %	–	–
Arnoldstein (Fa. KRV)	100 %	–	–
Arnoldstein (Fa. ABRG) <sup>1</sup>	85–90 %	10–15 %	–
Simmering DRO 1-2 (Fernwärme Wien)	97 %	1 %	2 % (PKW)
Simmering WSO 1-3 (Fernwärme Wien)	5 %	–	95 % (Pumpe)
Simmering WSO 4 (Fernwärme Wien)	88,5 %	–	11,5 % (Pumpe)

Die Abfallverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung weisen Kapazitäten von ca. 75.000 bis 320.000 t pro Jahr und Anlage auf. Die zur Verbrennung von Abfällen eingesetzten Wirbelschichtkessel haben Kapazitäten von 30.000 t bis 300.000 t pro Jahr und Anlage.

### Anlagenkapazität

Die in den letzten Jahren eingesetzten Abfallmengen finden sich in den beiden folgenden Tabellen.

### Eingesetzte Abfallmengen und Abfallarten

<sup>1</sup> bezieht sich sowohl auf den Wirbelschicht- als auch auf den Drehrohrofen



In den Anlagen mit Rostfeuerung und Wirbelschichtfeuerung (eine Ausnahme bildet die Wirbelschichtanlage der ABRG in Arnoldstein) wurden hauptsächlich nicht gefährliche Abfälle eingesetzt. In erster Linie sind dies Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Gewerbeabfall<sup>2</sup>, kommunale Schlämme und Abfälle aus der mechanischen Aufbereitung. Klärschlamm wird vor allem in den Wirbelschichtkesseln thermisch behandelt. Der Mengenanteil an Klärschlamm betrug 2005 in den Wirbelschichtöfen 1-3 in Simmering rund 95 %, im WSO 4 in Simmering rund 12 %, im Wirbelschichtofen in Lenzing rund 20-25 %. Im Wirbelschichtofen Niklasdorf wurde 2005 kein Klärschlamm eingesetzt.

Tabelle B: *Eingesetzte Mengen an nicht gefährlichen Abfällen, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen).*

	<b>Abfallmengen gesamt (t/a)</b>			
	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Spittelau (Wien)	268.370	269.462	268.957	258.256
Flötzersteig (Wien)	201.546	202.190	209.627	208.797
Dürrrohr (AVN)	–	–	323.060	322.963
Wels I und II (WAV)	72.559	78.070	79.181	126.264
Arnoldstein (KRV)	–	–	40.644	81.663
Lenzing (RVL)	215.062	214.764	295.038	299.552
Niklasdorf (ENAGES)	–	–	68.737	77.585
Simmering WSO 1–3	197.898	178.443	160.027	178.097
Simmering WSO 4	–	7.189	82.727	101.842
<b>Summe</b>	<b>955.435</b>	<b>950.118</b>	<b>1.527.998</b>	<b>1.655.019</b>

Bei den ersten sechs Anlagen der Tabelle B handelt es sich um Anlagen mit Rostfeuerungstechnologie, bei den anderen um Anlagen mit Wirbelschichtkesseln.

In den Drehrohröfen Simmering sowie in den beiden Anlagen (Drehrohröfen und Wirbelschichtöfen) der ABRG in Arnoldstein werden zum Großteil gefährliche Abfälle eingesetzt.

Tabelle C: *Eingesetzte Abfallmengen in Anlagen, in denen hauptsächlich gefährliche Abfälle verbrannt werden, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).*

	<b>Abfallmengen gesamt (t/a)</b>			
	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Arnoldstein WSO (ABRG)	30.501	28.650	29.151	29.020
Arnoldstein DRO (ABRG)	–	–	–	3.926
Simmering DRO 1–2	67.022	86.081	95.956	91.418
<b>Summe</b>	<b>97.523</b>	<b>114.731</b>	<b>125.107</b>	<b>124.364</b>

<sup>2</sup> Gewerbeabfall wurde explizit von einigen Anlagen angeführt.

Bei den Abfallverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung wurden im Jahr 2005 zum überwiegenden Teil unbehandelte Abfälle eingesetzt, nur im geringen Umfang wurden mechanisch vorbehandelte Abfallfraktionen verbrannt. Der Anteil mechanisch aufbereiteter Abfälle am Abfalldurchsatz beträgt an den Standorten Spittelau und Flötzersteig 14 % bzw. 20 %. Die Mengen der in diesen Anlagen eingesetzten Abfälle wurden allerdings nur als Siedlungsabfälle und siedlungsähnliche Gewerbeabfälle übermittelt. Da nicht bekannt ist, ob es sich bei den Angaben (14 % und 20 %) um Spitzen- oder Durchschnittswerte handelt, ist eine gesicherte Aufteilung in unbehandelte Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle bzw. aufbereiteten Abfall nur schwer möglich.

### **Abfallvorbehandlung vor Verbrennung**

*Tabelle D: Externe Abfallvorbehandlung vor Verbrennung in Anlagen mit Rostfeuerung, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).*

	<b>Art und Ausmaß (Masseprozent) der externen Vorbehandlung</b>
Spittelau (Fernwärme Wien)	mechanisch (14 %)
Flötzersteig (Fernwärme Wien)	mechanisch (20 %)
Dürnröhr (AVN)	mechanisch (3 %)
Wels I (WAV)	k. A.
Wels II (WAV)	k. A.
Arnoldstein (KRV)	keine

*k. A. .... keine Angabe*

Abfallverbrennungsanlagen mit Wirbelschichtfeuerung brauchen mit Ausnahme bestimmter Abfallfraktionen immer eine Vorbehandlung im Sinne einer Zerkleinerung und Homogenisierung, welche zum Teil extern und zum Teil intern – am Standort der Abfallverbrennungsanlage – durchgeführt wird.

Die Notwendigkeit einer (externen oder internen) Aufbereitung der Abfälle steht in engem Zusammenhang mit der Feuerungstechnologie der Abfallverbrennungsanlage.

In den österreichischen Rostfeuerungsanlagen werden vorwiegend unbehandelte Siedlungsabfälle verbrannt. Angelieferter Sperrmüll wird jedoch üblicherweise mittels Rotorscheren zerkleinert (z. B. in Dürnröhr).

Wirbelschichtfeuerungen stellen bestimmte Anforderungen an die Eigenschaften der eingesetzten Abfälle. Die Abfallpartikel sollen in das Wirbelbett eingezogen werden und sich möglichst gut mit diesem vermischen, sodass sie zum überwiegenden Teil im Bereich des Wirbelbettes verbrennen. Werden Abfälle in die Wirbelschichtfeuerung eingebracht, die nicht den vorgegebenen Spezifikationen entsprechen, wird das Betriebsverhalten der Anlage gestört.

Da sich die Abfallqualität stark auf die Anlagenverfügbarkeit auswirkt, sind die in Österreich betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen der RVL Lenzing, ABRG Arnoldstein und TRV Niklasdorf jeweils mit internen mechanischen Abfallaufbereitungsanlage ausgestattet. Die Aufbereitung umfasst jeweils die Schritte Zerkleinerung und Metallabscheidung. RVL Lenzing und TRV Niklasdorf verfügen darüber hinaus auch über Siebschritte.

### **Interne Abfallaufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung**



Einen Sonderfall stellt in dieser Hinsicht der Wirbelschichtofen 4 (WSO 4) der Fernwärme Wien dar: Hier werden extern aufbereitete Siedlungsabfälle eingesetzt, die keiner weiteren internen Aufbereitung unterzogen werden.

Abfälle, die in Drehrohröfen verbrannt werden, bedürfen im Allgemeinen keiner mechanischen Aufbereitung. Bei den in Österreich betriebenen Drehrohröfen werden die Abfälle jedoch einer Vorvermischung unterzogen, um die Schwankungsbreite der Eigenschaften der zu verbrennenden Abfallmenge möglichst gering zu halten.

Im Fall des Drehrohrfens der Firma ABRG in Arnoldstein werden die Abfälle zuerst einer mechanischen Aufbereitung in zwei Shreddern unterzogen und anschließend vorvermischt.

Betreiber, die auch bzw. überwiegend gefährliche Abfälle zur Behandlung übernehmen (Standort Simmeringer Haide, Firma ABRG in Arnoldstein), beproben jede angelieferte Abfallcharge. Auf Basis der gemäß geltenden Normen ermittelten chemischen und physikalischen Parameter werden die Abfälle in solchen Mischungsverhältnissen miteinander vermengt, dass die eingesetzten Abfälle in den Drehrohröfen möglichst konstante Eigenschaften (v. a. hinsichtlich Heizwert und Chloridgehalt) aufweisen. Für den Fall, dass zu einem späteren Zeitpunkt weitere Analysen erforderlich sein könnten, werden von sämtlichen angelieferten Abfällen auch Rückstellproben auf Lager gelegt.

Die Lager der Abfallverbrennungsanlagen sind üblicherweise so groß, dass sie einen kontinuierlichen Betrieb der Abfallverbrennungsanlage ermöglichen. Die maximale Lagerzeit von Siedlungsabfall im Müllbunker beträgt fünf Tage. Zur Vermeidung von Lärm- und Geruchsbelästigung werden die Abfälle ausnahmslos in geschlossenen Gebäuden gelagert. Zusätzlich wird ein erheblicher Teil der Verbrennungsluft direkt aus dem Müllbunker abgesaugt. Zur Vermeidung von Bunkerbränden sind Löschschaumkanonen und teilweise Infrarotkameras installiert. Mit Greiferkränen werden die Abfälle im Bunker vermischt und in die Beschickungseinrichtungen der Feuerungen aufgegeben.

Die Beschickung der Abfälle erfolgt in Abhängigkeit der Feuerungstechnologie und der Abfallart mittels Lanzen (flüssige Abfälle, Klärschlamm), Schurren (feste Abfälle), sowie Wurf- und Fallbeschickern (feste Abfälle bei Wirbelschichtfeuerungen).

### **Feuerung und Abhitzeessel**

Die einzelnen Phasen des Verbrennungsprozesses (Trocknung, Entgasung, Vergasung und Ausbrand) finden bei den klassischen Verfahren (Kessel) im Feuerraum und in der Nachbrennkammer statt. Auf dem Rost und im Drehrohr laufen obengenannte Prozesse langsam ab und sind durch die Zufuhr der Verbrennungsluft steuerbar. Beim Wirbelschichtverfahren hingegen kann die Verbrennungsgeschwindigkeit auf diese Weise nicht geregelt werden, da die einzelnen Prozesse spontan ablaufen.

Erdgas oder Öl wird beim An- und Abfahren der Anlage eingesetzt. Im kontinuierlichen Betrieb ist üblicherweise keine Zusatzfeuerung notwendig. Zur Sicherung einer ausreichenden hohen Temperatur (je nach Abfallart 850–1.200 °C) sind Nachbrennkammern mit Brennern ausgerüstet, die bei Unterschreiten der vorgesehenen Temperatur automatisch starten.

Die Dosierung der einzelnen Brennstoffe und der Verbrennungsluft wird über eine Feuerungsleistungsregelung gesteuert. Der Luft- und Brennstoffbedarf wird online errechnet. Die wichtigsten Größen wie Heizwert und Luftbedarf werden automatisch aus den Prozessdaten errechnet und den verfeuerten Brennstoffen angepasst.





Die heißen Rauchgase verlassen den Feuerraum üblicherweise mit Temperaturen von mindestens 850 °C. Rauchgastemperaturen von rund 1.000 °C sind jedoch auch bei membranwandgekühlten Feuerräumen keine Seltenheit. Da diese Temperaturen zu hoch sind für einen Kontakt zwischen dem Rauchgas und den Wärmetauscherbündeln des Abhitzekessels, werden die Rauchgase zuerst zwecks Abkühlung bis zu einem Temperaturbereich von ca. 650 °C über Leerzüge (Strahlungszüge) geführt, die fallweise auch mit Feuerfestmasse abgemauerte Schottheizflächen enthalten können. Danach durchströmen die Rauchgase den Konvektionsteil, wo sie Wärme für die Dampfproduktion zur Strom- bzw. Dampf- oder Fernwärmeerzeugung abgeben und auf 200 °C abkühlen. Die letzten im Rauchgasweg enthaltenen Wärmetauscherbündel bilden üblicherweise den Speisewasservorwärmer (Economizer).

Die mit den Abfällen eingebrachte Feuerungswärme wird bei allen in Österreich angewendeten Verfahren zur Gänze in Abhitzekesseln umgesetzt. Unterschiede bestehen zwischen den einzelnen Verfahren in der Höhe der Abstrahlverluste und in der Höhe der sonstigen zugeführten Leistungen (z. B. Luftvorwärmung, Zusatzfeuerung).

Der Gesamtwirkungsgrad einer Abfallverbrennungsanlage (der Gesamtwirkungsgrad ist das Verhältnis von nutzbarer abgeführter Energie zu zugeführter Energie) ist daher weniger von der Art der Feuerung als von den Auslegungsparametern des Kessels abhängig.

Der Kesselwirkungsgrad hängt wesentlich von der Abgasmenge und damit vom Luftüberschuss und von der Temperatur der aus dem Kessel austretenden Abgase ab. Bei einer Wirbelschichtfeuerung mit einer Abgastemperatur von ca. 160 °C kann ein Kesselwirkungsgrad von ungefähr 90 % erreicht werden. Bei üblichen Rostfeuerungen beträgt er ungefähr 80 %.

Die Dampfparameter sind durch die Inhaltsstoffe der Rauchgase begrenzt. Bei den meisten Anlagen werden zur Verhinderung von Hochtemperaturchlorkorrosion Dampfparameter mit einem Druck von weniger als 60 bar und 420 °C gefahren. In Österreich wird derzeit eine Anlage mit Überhitzertemperaturen von bis zu 500 °C und einem Druck von annähernd 80 bar betrieben. Dafür wird im Abgasstrom der Dampf auf ca. 380 °C überhitzt. Die Endüberhitzung wird in einem sogenannten Fließbettkühler durchgeführt: Umlaufende Asche aus einer zirkulierenden Wirbelschicht wird mit Luft fluidisiert und an Tauchheizflächen abgekühlt. Da die Asche die korrosiven Salze enthält, treten häufig Korrosionsschäden an den Tauchheizflächen des Überhitzers auf. Der höhere Verstromungsgrad wird mit einer geringeren Verfügbarkeit des Überhitzers erkauft. Verbesserungsmaßnahmen sind in Entwicklung.

Technologien zur Rauchgasreinigung sind unabhängig vom vorgeschalteten Feuerungssystem universell einsetzbar und können in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden.

### **Rauchgasreinigung**

Zur Abscheidung der Luftschadstoffe Staub, schwer- und leichtflüchtige Schwermetalle (z. B. Quecksilber), Schwefeloxide (SO<sub>x</sub>), Chlorwasserstoff (HCl), Fluorwasserstoff (HF) und organische Verbindungen (z. B. Dioxine und Furane) werden bei den österreichischen Anlagen zwei Verfahren angewendet:

- **Trockenverfahren**

Trockenverfahren werden in Österreich hauptsächlich zur Entstaubung und Vorabscheidung von Schadstoffen wie HCl, HF, SO<sub>x</sub>, Schwermetallen, Dioxinen und Furanen (PCDD/F) eingesetzt.



Die Entstaubung mit Elektrofiltern findet ausschließlich im Zusammenwirken mit nachgeschalteten Nassentstaubungsanlagen, nachgeschalteten Festbettadsorbern oder nachgeschalteten Flugstromverfahren statt.

Flugstromadsorber mit nachgeschalteten Gewebefiltern sind sowohl direkt nach dem Abhitzeessel als auch nach den Wäschern angeordnet. Die Anlagen bestehen im Wesentlichen aus einem Trockenreaktor, einem Gewebefilter und Nebenanlagen zum Handling der Adsorptionsmittel und des abgeschiedenen Staubes. Sie werden im Allgemeinen zur Abscheidung von Schwermetallen und PCDD/F eingesetzt, in bestimmten Fällen wird auch eine Abscheidung von HCl, HF und SO<sub>2</sub> angestrebt.

Eine weitere Möglichkeit zur Abscheidung saurer Schadstoffe und zur (Vor)abscheidung von Hg und Dioxinen/Furanen bietet der Einsatz des Wirbelschichtverfahrens mit Kalkhydrat und Herdofenkoks als Reagenzien. Dieses soll in einer geplanten Anlage eingesetzt werden.

- **Nasse Verfahren**

Nach Abfallverbrennungsanlagen werden üblicherweise zweistufige Nasswäscher eingesetzt. In Österreich sind ausschließlich einbautenfreie Sprühwäscher im Einsatz, mit welchen HCl, HF, SO<sub>x</sub> und Schwermetalle (inklusive Hg) aus dem Rauchgas entfernt werden.

Stickoxide werden bis auf die Anlagen der ABRG (hier wird ausschließlich das SNCR-Verfahren angewendet) mittels katalytischer Entstickung (SCR in Reingaschaltung) aus dem Rauchgas entfernt.

Organische Verbindungen (z. B. Dioxine und Furane) werden durch AktivkoksfILTER (z. B. Wels I, KRV Arnoldstein, Simmeringer Haide) oder mittels Gewebefilter und Trockensorption (z. B. Dürnrrohr, Niklasdorf, Wels II, Anlagen der ABRG, Lenzing) abgeschieden. SCR-Anlagen können zur Oxidation von organischen Schadstoffen ausgelegt werden (z. B. Spittelau, Flötzersteig), haben aber in jedem Fall den zusätzlichen Nutzen der Reduktion dieser Schadstoffe.

### **Abwasser- aufbereitung**

Die Abwässer aus der sauren Waschstufe, der SO<sub>2</sub>-Stufe und der Asche- und Schlackebehandlung werden in der Abwasserbehandlung gereinigt. Gegebenenfalls kann diese Reinigung für alle Teilströme gemeinsam erfolgen. In Österreich hat sich eine mehrstufige Reinigung des Abwassers durchgesetzt.

Die erste Reinigungsstufe, die Schwermetallfällung, umfasst in der Regel die Prozesse Fällung, Flockung, Sedimentation, Neutralisation und Schlammentwässerung, die zweite Reinigungsstufe besteht zumeist aus einem Kiesfilter, einem AktivkoksfILTER und einem Ionentauscher.

Die bei den einzelnen Prozessen anfallenden Schlämme werden in der Regel in einem Schlammtank gesammelt und zumeist in Kammerfilterpressen auf ca. 50 % Feuchtegehalt entwässert. Der anfallende Filterkuchen muss zumeist als gefährlicher Abfall deponiert werden.

### **Emissionen**

Durch die aufwändige Rauchgasreinigung können die Schadstoffemissionen in die Luft sehr effektiv gemindert werden. Tabelle E gibt einen Überblick über die von den Betreibern gemeldeten Emissionswerte. Im Vergleich zu den Daten der Vorgängerstudie (STUBENVOLL et al. 2002) sind keine signifikanten Unterschiede erkennbar.

Tabelle E: Zusammenfassende Darstellung der von den Betreibern übermittelten Daten zu Emissionen von Schadstoffen in die Luft (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Art des Messwerts	Bereich der Messwerte
			Normbedingungen, trocken, 11 % O <sub>2</sub>
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	TMW	0,0–8
Organisch gebundener Kohlenstoff (C <sub>org</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	TMW	0,4–2,5
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	0,1–5
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	TMW	0,1–20
Stickstoffoxide, als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	30–130
Kohlenmonoxid (CO)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	9–48
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	TMW	< 0,001
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	HMW	0,0008–0,015
Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	< 0,002 – < 0,01
Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Tl	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	< 0,01
Summe Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn und ihre Verbindungen, als Elemente	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	< 0,01 – < 0,16
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	1,6–6
Dioxine und Furane (PCDD/F), angegeben als I-TEF	ng/m <sup>3</sup>	MW 6–8 h	0,0013–0,05

Das Spektrum der Energieauskopplung reicht von der reinen Fernwärme- (Flötzersteig) bzw. Prozessdampfauskopplung (Anlagen der ABRG) zu reinen Verstromungsanlagen (Dürrrohr, Wels I und II). Aufgrund des beschränkten Wärmebedarfs am Standort wird aus der Anlage der KRV vorwiegend Strom ausgekoppelt. Die Anlagen in der Simmeringer Haide koppeln Fernwärme aus und erzeugen nur den Strom für den Eigenbedarf.

Die Anlagen in Niklasdorf, Lenzing und Spittelau können als vollwertige KWK-Anlagen betrachtet werden, wo die Energie des Abfalles vollständig als Strom und Wärme genutzt wird.

Bei wärmegeführter Kraft-Wärme-Kopplung d. h. bei voller Nutzung der Abwärme werden je nach Dampfparameter ca. 85 % der im Dampferzeuger umgesetzten Energie als Wärme und ca. 15 % als Strom von der Turbine abgegeben.

Besteht kein Wärmebedarf, beträgt der von der Turbine abgegebene Strom bei den üblichen Dampfparametern ca. 25 % der im Dampferzeuger umgesetzten Energie. Die überschüssige Energie muss in diesem Fall mit dem Kühlsystem abgeführt werden.

Im Kondensationsbetrieb beträgt daher der Gesamt(brutto)wirkungsgrad einer thermischen Abfallverwertungsanlage bei den üblichen Dampfparametern ca. 20 %. Bei erhöhten Dampfparametern kann bei reiner Verstromung ein Gesamt(brutto)wirkungsgrad bis zu 30 % erreicht werden. Bei Kraft-Wärmekopplungen können Gesamt(brutto)wirkungsgrade bis zu 80 % erreicht werden.

## Energieverwertung



Der Eigenbedarf an elektrischer Energie liegt bei Rost- und Drehrohrfeuerungsanlagen zwischen 2 und 3 % der Feuerungswärmeleistung. Wirbelschichtanlagen haben infolge der höheren Vordrücke der Verbrennungsluft und des zusätzlichen Energiebedarfes für die Abfallaufbereitung einen um ca. 50 % höheren Eigenbedarf an elektrischer Energie.

*Tabelle F: Art der Energieauskopplung auf Anlagenebene (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).*

Anlage	Brennstoff-wärmeleistung (MW)	Art der Energieauskopplung	Anmerkung
Spittelau (Wien)	82	Fernwärme (16 bar, 130 °C), Strom	Brennstoffnutzung <sup>3</sup> : 74,5 %
Flötzersteig (Wien)	50	Fernwärme (16 bar, 250 °C)	Kesselwirkungsgrad <sup>4</sup> : 75 %
Dürnrrohr (AVN)	120	Dampf für die Verstromung zum Kohlekraftwerk (50 bar, 380 °C)	Kesselwirkungsgrad <sup>4</sup> : 85,1 %
Wels I (WAV)	29	elektrischer Strom	el. Wirkungsgrad (brutto) <sup>5</sup> : 18,6 %
Wels II (WAV)	80	elektrischer Strom	
Lenzing (RVL)	110	Prozessdampf (4 bar), elektrischer Strom	
Niklasdorf (ENAGES)		Prozessdampf, elektr. Strom	
Arnoldstein (KRV)	30	Fernwärme (9 MW), elektr. Strom, Prozessdampf (bei Stillstand der ABRG-Anlagen; 16 bar, 180 °C),	elektr. Wirkungsgrad (netto) <sup>6</sup> : 17 %; max. Brennstoff-nutzungsgrad <sup>3</sup> : 57 %
Arnoldstein (ABRG)		Prozessdampf (16 bar, ca. 200 °C): 10–12 t/h	
Simmering, Drehrohr 1+2	62	Fernwärme (20 bar, 145 °C);	
Simmering, WSO 1–3	60	elektr. Strom für den Eigenbedarf; Gesamtproduktion: 56 GWh elektr. Strom, 463 GWh Fernwärme	Kesselwirkungsgrad <sup>4</sup> : WSO 1+2: 73,3 %; WSO 3: 80,8 %
Simmering WSO 4	45		Kesselwirkungsgrad <sup>4</sup> : 82,5 %

Aus den dargestellten Daten ist ersichtlich, dass die Kesselwirkungsgrade neuer Anlagen bei über 80 % liegen (z. B. WSO 4, Dürnrrohr).

<sup>3</sup> Die Brennstoffnutzung bezeichnet das Verhältnis der (an ein Netz oder an Dritte) abgegebenen Energie (Strom, Wärme, Prozessdampf) zur Energie, die dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft).

<sup>4</sup> Der Kesselwirkungsgrad (KWG) bezeichnet das Verhältnis der im Wasser-Dampf-Kreislauf aufgenommenen Energie zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft). Wesentliche Einflussgrößen sind die Abgasmenge, der Luftüberschuss und die Temperatur der aus dem Kessel austretenden Abgase.

<sup>5</sup> Der elektrische Wirkungsgrad brutto bezeichnet das Verhältnis des produzierten Stromes zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft).

<sup>6</sup> Der elektrische Wirkungsgrad netto bezeichnet das Verhältnis des (an das Netz oder an Dritte) abgegebenen Stromes zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft).

Durch die Wahl eines geeigneten Standortes kann eine Abfallverbrennungsanlage in das jeweilige Abfallwirtschaftskonzept optimal integriert werden. Neben dem Ziel der Abfallbehandlung bei geringsten Emissionen soll auch die umgesetzte Energie in größtmöglichem Umfang genutzt werden. Dabei ist die Wahl des Standortes ausschlaggebend.

Hinsichtlich Abfallmanagement ist die geographische Nähe zum Ort des Abfallanfalles wichtig, um Emissionen durch den Transport (z. B. Geruch, Lärm, Luftschadstoffe) möglichst gering zu halten.

Hinsichtlich der Nutzung der Energie sind industrielle Standorte und große Ballungsräume, an denen ein möglichst ganzjähriger Bedarf an Strom UND Wärme besteht, eindeutig vorzuziehen. Die Abnahme von Prozessdampf und/oder Fernwärme sollte durch langfristige Verträge abgesichert sein.

Dem Aspekt der ganzjährigen und effizienten Energienutzung ist bei der Errichtung vieler österreichischer Abfallverbrennungsanlagen zu wenig Augenmerk geschenkt worden.

Angesichts der Lebensdauer von Abfallverbrennungsanlagen (die Anlage am Flötzersteig ist z. B. mehr als 40 Jahre in Betrieb) und der beschränkten Möglichkeiten, nachträglich eine kosteneffiziente Verbesserung der Energienutzung zu erreichen, sollte der Wahl des Standortes bei neuen Projekten höhere Priorität eingeräumt werden.

Dem Umweltbundesamt sind sechs Projekte für die Errichtung von Abfallverbrennungsanlagen bekannt. Die Abfallverbrennungsanlage Pfaffenau wird derzeit errichtet, die Anlage in Zistersdorf wurde bereits genehmigt, die anderen Anlagen befinden sich in der Planungs- (Frohnleiten, Heiligenkreuz, Linz Strom GmbH) bzw. Genehmigungsphase (Dürrrohr Linie 3).

Hinsichtlich der Behandlung von festen Abfällen aus der Verbrennung gibt es ebenfalls einige Projekte:

- Bei der KRV laufen derzeit Versuche, durch Rückführung der feinen Fraktion der Schlacke in die Feuerung das Eluatverhalten zu verbessern.
- Der Betreiber der Anlagen der ABRG plant, die Flugasche aus der Wirbelschichtanlage im Drehrohr zu behandeln.
- In Wels wurde eine chemisch-physikalische Behandlungsanlage für Asche und Schlacke im Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) eingereicht.

Eine Steigerung der Energienutzung durch Auskopplung von Fernwärme ist in Wels geplant (vorerst nur in beschränktem Ausmaß). In Wien ist man bestrebt, durch den Ausbau des Fernwärmenetzes die Abnahme der Wärme aus allen Abfallverbrennungsanlagen (inklusive Pfaffenau) in höchstmöglichem Umfang zu gewährleisten. In einem Pilotprojekt soll Fernwärme mittels Absorptionskältemaschinen zur Kühlung („Fernkälte“) verwendet werden.

Berechnungen des Umweltbundesamtes zur Ermittlung möglicher Reduktionspotenziale für CO<sub>2</sub> haben allerdings gezeigt, dass beim derzeitigen Entwicklungsstand diese Art der Klimatisierung nur in Ausnahmefällen zu einer Emissionsminderung gegenüber den herkömmlichen Kompressionskältemaschinen führt. Dies erklärt sich durch die vergleichsweise hohen Verluste beim Wärmetransport im Sommer und den Energiebedarf für den Transport der Wärme und den Betrieb der Kältemaschinen. Bei einem durchschnittlichen Emissionsfaktor für die Stromerzeugung von 0,31 kg CO<sub>2</sub>/kWh (Mix aus erneuerbarer und fossiler Stromaufbringung) sollten die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Fernwärmesystems nicht größer als

## **Wahl des Standortes**

## **Gegenwärtige Entwicklungen**



ca. 0,03–0,04 kg CO<sub>2</sub>/kWh Nutzenergie sein. Diese niedrigen Emissionsfaktoren können nur bei Einsatz von Abwärme aus industriellen Prozessen oder bei Einsatz von biogenen Energieträgern erreicht werden (BÖHMER & GÖSSL 2007).

Aus Sicht des Umweltschutzes ist anzumerken, dass zur Senkung der Raumtemperatur im Sommer vorrangig bautechnische Maßnahmen getroffen werden sollten und so primär der Kühlbedarf gesenkt werden sollte. Erst nach Ausschöpfen diesbezüglicher Möglichkeiten sollte die Option einer Kältemaschine in Betracht gezogen werden.

Die geplanten Anlagen Dürnrrohr Linie 3 und Zistersdorf sollen an Standorten errichtet werden, wo es derzeit keine Wärmeabnehmer gibt. Im Fall von Dürnrrohr könnte sich mit der geplanten Bioethanolanlage in Pischelsdorf allerdings ein potenzieller Wärmeabnehmer ergeben.

### **Abfälle und Rückstände**

Als Abfälle und Rückstände aus den beschriebenen Abfallverbrennungsanlagen fallen vor allem Schlacken, Aschen, Filterkuchen, Gips und Eisenschrott an. Schlacken bzw. Schlacke-Gips-Gemische werden auf Massenabfall- bzw. Reststoffdeponien abgelagert. Die Flugaschen werden entweder in Untertage-, Reststoff- bzw. Massenabfalldeponien deponiert. Filterkuchen werden auf Untertagedeponien bzw. Reststoffdeponien abgelagert. Gips wird, sofern er separat anfällt, entweder in der Bauindustrie eingesetzt, auf Massenabfall- bzw. Reststoffdeponien oder untertage abgelagert. Eisenschrott wird wiederverwertet: bei den Rostfeuerungen wird er nach der Verbrennung separiert, bei den Wirbelschichtfeuerungen vor der Verbrennung.

*Tabelle G: Verbleib der Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).*

<b>Bettasche</b>	<b>Schlacke oder Bettasche</b>	<b>Flugaschen</b>	<b>Filterkuchen</b>	<b>Gips</b>	<b>Eisenschrott</b>
Spittelau (Wien)	MAD	UT	UT	–	Verw.
Flötzersteig (Wien)	MAD	UT	UT	–	–
Dürnrrohr (AVN)	MAD	RSD	RSD	Verw.	Verw.
Wels I (WAV)	MAD	MAD	UT	MAD	Verw.
Wels II (WAV)	MAD	UT	UT	Verw.	Verw.
Lenzing (RVL)	MAD	UT	UT	UT	Verw.
Niklasdorf (ENAGES)	RSD	RSD	RSD	RSD	Verw.
Arnoldstein (KRV)	MAD	RSD	–	–	Verw.
Simmering WSO 1–3	–	MAD	UT	–	–
Simmering WSO 4	MAD	UT	UT	–	–
Arnoldstein (WSO ABRG)	RSD	RSD	RSD	RSD	Verw.
Arnoldstein (DRO ABRG)	RSD	Sonstige <sup>7</sup>	RSD	RSD	Verw.
Simmering DRO 1–2	MAD	UT	UT	–	Verw.

*MAD ..... Massenabfalldeponie*

*RSD ..... Reststoffdeponie*

*UT ..... Untertage*

*Verw. .... Verwertung*

<sup>7</sup> Filterasche wird als Filteroxid aus der Anlage abgezogen, verfestigt und zur Gewinnung bestimmter Schwermetalle in einer Sekundärhütte aufbereitet.



In einzelnen Fällen werden bei Abfällen und Reststoffen aus der Verbrennung die Grenzwerte einzelner Parameter für die entsprechenden Deponietypen überschritten. Laut Auskunft der Anlagenbetreiber werden die Abfälle und Reststoffe aus Abfallverbrennungsanlagen vor der Deponierung zum überwiegenden Teil vorbehandelt, sodass die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden bzw. höhere Grenzwerte wurden von der Behörde für einzelne Abfallarten zugelassen (Anlage 1 Deponie-VO).



## SUMMARY

This survey will provide information on Austrian grate firing plants (Flötzersteig, Spittelau, Dürnrrohr, KRV Arnoldstein, Wels I and Wels II), fluidised bed combustion plants (Niklasdorf, Lenzing, ABRG Arnoldstein, Simmering WSO 1–3 and WSO 4), and rotary kiln incineration plants (Simmering rotary kilns DRO 1 and 2, Arnoldstein ABRG). In addition information will be given on waste incineration plants (Pfaffenau, Zistersdorf, Dürnrrohr Line 3, Frohnleiten, Heiligenkreuz, and Linz) that have not yet been put into full operation, but are in the planning or construction phase.

Focus will be centred on both issues of process engineering and aspects of waste management.

### **Waste Transport**

Waste transports to Austrian incineration plants are mainly carried out by heavy goods vehicles (HGV) except for the combustion facility in Dürnrrohr where about 90% of the waste load is delivered by railway. Fluidised bed boilers 1–3 at the site of Simmering are fed with sewage sludge by a pump supply system which is connected to the main waste water treatment of Vienna.

*Table A: Waste transports to Austrian waste incineration plants; reference year 2005  
(Source: Plant Operator Information 2006).*

	HGV	Railway	Other
Spittelau (Fernwärme Wien)	100%	–	–
Flötzersteig (Fernwärme Wien)	100%	–	–
Dürnrrohr (Co. AVN)	10%	90%	–
Wels I (Co. WAV)	100%	–	–
Wels II (Co. WAV)	100%	–	–
Lenzing (Co. RVL)	60%	40%	–
Niklasdorf (Co. ENAGES)	100%	–	–
Arnoldstein (Co. KRV)	100%	–	–
Arnoldstein (Co. ABRG) <sup>8</sup>	85–90%	10–15%	–
Simmering DRO 1-2 (Fernwärme Wien)	97%	1%	2% (passenger car)
Simmering WSO 1-3 (Fernwärme Wien)	5%	–	95% (pump)
Simmering WSO 4 (Fernwärme Wien)	88.5%	–	11.5% (pump)

### **Plant Capacities**

Waste incineration facilities with grate firing provide annual treatment capacities between 75 000 and 320 000 tonnes per plant. Yearly capacities of the Austrian fluidised bed boilers used for waste combustion vary between 30 000 and 300 000 tonnes per plant.

Tables B and C summarise the annual quantities of waste that have been treated by means of combustion over the past years.

<sup>8</sup> Refers to both fluidised bed furnace and rotary kiln.



Apart from the fluidised bed incinerator of ABRG Arnoldstein, plants equipped with a grate firing system or with a fluidised bed combustion system have mainly handled non-hazardous wastes, i.e. municipal solid waste and commercial waste of similar composition, bulky waste, commercial waste<sup>9</sup>, municipal sewage sludge, and wastes deriving from mechanical processing. Treatment of sewage sludge is primarily related to thermal treatment in fluidised bed incinerators. In 2005, for the fluidised bed furnaces WSO 1–3 located in Simmering the proportion of sewage sludge in total waste quantities treated amounted to 95%, for the furnace WSO 4 of Simmering to about 12%, and for the fluidised bed combustor in Lenzing to approximately 20–25%. The fluidised bed furnace operated in Niklasdorf did not handle sewage sludge in 2005.

### **Quantities and Types of Incinerated Waste Fractions**

*Table B: Throughput quantities of non-hazardous waste; reference year 2005 (Source: Plant Operator Information 2006 and Emission Statements).*

	<b>Overall waste quantities (t/year)</b>			
	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Spittelau (Vienna)	268,370	269,462	268,957	258,256
Flötzersteig (Vienna)	201,546	202,190	209,627	208,797
Dürnrohr (AVN)	–	–	323,060	322,963
Wels I and II (WAV)	72,559	78,070	79,181	126,264
Arnoldstein (KRV)	–	–	40,644	81,663
Lenzing (RVL)	215,062	214,764	295,038	299,552
Niklasdorf (ENAGES)	–	–	68,737	77,585
Simmering WSO 1–3	197,898	178,443	160,027	178,097
Simmering WSO 4	–	7,189	82,727	101,842
<b>Total</b>	<b>955,435</b>	<b>950,118</b>	<b>1,527,998</b>	<b>1,655,019</b>

Unlike the first six facilities which are based on grate firing systems, the remaining plants listed in table B are based on fluidised bed combustion.

Rotary kilns located in Simmering and the two incineration facilities (rotary kiln and fluidised bed furnace) operated by ABRG in Arnoldstein are particularly focusing on the treatment of hazardous waste.

*Table C: Waste quantities in combustion plants primarily handling hazardous waste; reference year 2005 (Source: Plant Operator Information 2006).*

	<b>Overall waste quantity (t/year)</b>			
	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Arnoldstein WSO (ABRG)	30,501	28,650	29,151	29,020
Arnoldstein DRO (ABRG)	–	–	–	3,926
Simmering DRO 1–2	67,022	86,081	95,956	91,418
<b>Total</b>	<b>97,523</b>	<b>114,731</b>	<b>125,107</b>	<b>124,364</b>

<sup>9</sup> A number of plant operators explicitly identified the additional category of commercial waste.



### **Pretreatment of Waste prior to incineration**

In 2005, waste incineration plants with grate firing mainly handled untreated waste. Mechanically pre-treated waste fractions intended for combustion accounted for small volumes with proportions in total waste throughput at the sites of Spittelau and Flötzersteig of 14% and 20%, respectively. Waste loads of the two sites mentioned above have been classified, however, as being municipal waste or commercial waste of similar composition. Since no information is available on whether the data submitted (14% and 20%) refer to peak or mean values, an accurate subdivision in fractions of untreated municipal and commercial waste of similar composition on the one hand as against pre-treated or pre-processed waste on the other remains rather difficult.

*Table D: External waste processing prior to incineration in grate combustion plants; reference year 2005 (Source: Plant Operator Information 2006).*

	<b>Type and scale (percentage by weight) of external waste processing</b>
Spittelau (Fernwärme Wien)	mechanically (14%)
Flötzersteig (Fernwärme Wien)	mechanically (20%)
Dürnröhr (AVN)	mechanically (3%)
Wels I (WAV)	n/a
Wels II (WAV)	n/a
Arnoldstein (KRV)	none

*n/a ..... not available*

Except when handling specific types of waste fractions, incineration plants based on fluidised bed combustion always – whether carried out external or internal at the combustion plant site – depend on pre-treatment processes in terms of particle size reduction and homogenisation.

### **Internal Waste Processing, Storage, and Waste Feeding**

External and internal waste processing requirements are closely linked to respective combustion technologies the different incineration plants provide.

Austrian grate firing plants primarily incinerate untreated municipal wastes. Bulky waste, however, is usually shredded beforehand by rotary shearing machines (e.g. in Dürnröhr).

Fluidised bed reactors impose specific requirements on the characteristics of the waste materials to be combusted. Waste particles are to be completely absorbed by the fluidised bed, thus providing for a well blended mixture with the bed material and allowing for the majority of the particulate matter to incinerate while still within the bed. If waste which does not meet the criteria of the specifications required is introduced into the fluidised bed system, the operating performance of the facility might be affected adversely.

Since waste quality strongly impacts a site's operational availability, Austrian fluidised bed incinerators operated by RVL Lenzing, ABRG Arnoldstein, and TRV Niklasdorf are equipped with internal mechanical waste processing systems with each being capable of performing both waste crushing and grinding as well as metal separation. RVL Lenzing and TRV Niklasdorf are additionally provided with supplementary screening stations.



In terms of waste processing the fluidised bed incinerator 4 (WSO 4) operated by Fernwärme Wien is of particular interest as the facility handles municipal wastes that have undergone external processing but are not intended for additional internal treatment.

Generally, waste incineration in rotary kilns does not require mechanical waste pre-conditioning processes. Nevertheless, the rotary furnaces operating in Austria provide for additional waste pre-mixing in order to keep the combustion characteristics of the waste mixture to be incinerated as consistent and well balanced as possible.

Prior to its incineration in the rotary kiln of ABRG Arnoldstein, the waste load is first mechanically processed by two shredders and then passed through a pre-mixing system.

In plants which additionally or primarily accept and handle hazardous waste, like those located at the site of Simmeringer Haide or operated by ABRG Arnoldstein, each incoming waste load has to undergo a sampling procedure. Based on chemical and physical parameters determined according to effective standards, wastes are mixed applying a mixing ratio which will minimise to the greatest possible extent any variations in the characteristics (particularly in terms of calorific values and chloride concentrations) of the waste intended to be introduced into the rotary kilns. In addition, supplementary reference samples of each waste fraction delivered to the plants are collected and stored for possible future analyses.

Waste storage capacities of incineration facilities usually guarantee continuous plant operation modes. Maximum bunker storage time of municipal waste is limited to five days. In order to avoid unpleasant noise and odour emissions waste is exclusively stored indoors. Furthermore, substantial volumes of combustion air are extracted directly out of the bunker by suction cleaning. Bunker fire prevention is supported by foam extinguishing systems partly equipped with infrared cameras. Grab cranes provide for the mixing of the waste stored in the bunkers and its transportation to the waste feeding mechanism of the firing zone.

Depending on respective incineration technologies and the types of waste to be treated, feeding is done by lances (liquid waste, sewage sludge), chutes (solid waste), or belt charging machines and mechanical stokers (solid waste for fluidised bed combustion).

Conventional waste combustion with boilers involves each stage of the incineration process (drying, degassing, gasification, and burnout) to take place within the primary combustion chamber and the secondary combustion chambers. On the grate and in the rotary kiln all sub-process mentioned above proceed at slow rates and can therefore be easily controlled by combustion air supply. Fluidised bed incineration, however, doesn't enable such incineration speed regulation since the different processes occur spontaneously.

Natural gas and oil are only used during start-up and shut-down. Once operating in continuous mode, auxiliary firing is not required. For keeping temperatures at levels sufficient for the respective type of waste (850–1 200° C) secondary combustion chambers are equipped with burners which will activate automatically as soon as temperatures decrease below required parameters.

Fuel dosing and combustion air supplies are regulated by a firing rate control system. Air and fuel demands are calculated online. Calorific values, air demands, and other important parameters are computer-calculated from process data and automatically adjusted to the fuels combusted.

### ***Firing Systems and Waste Heat Boilers***



Though hot flue gases typically escape the combustion chamber at minimum temperature levels of about 850° C, flue gas temperatures of around 1 000° C are proved to be quite frequent even in combustion chambers which are protected from heating by membrane wall constructions. Since these temperatures are too high for the heat exchanger bundles of the waste heat boiler to get into contact with the flue gases, the latter are cooled down to temperatures of approximately 650° C by the inclusion of empty boiler passes which eventually may encompass platen heating surfaces lined by refractory materials. Subsequently, the flue gases pass the convective section where they will release heat while producing steam – used to generate power, process- or district heat – and gradually cooling down to 200° C. Heat exchanger bundles arranged in the final section of the flue gas path usually represent the feed water pre-heating system (economizer).

In all Austrian waste incineration plants the combustion heat supplied by the introduction of waste is entirely converted within waste heat boilers. Differences between particular techniques mainly refer to levels of radiation losses and rates of additional energy supplies (e.g. air pre-heating, auxiliary firing).

Overall efficiency of waste incineration plants which is defined as the ratio of the useful energy produced to the energy supplied therefore rather depends on particular design parameters of the boiler than on the type of firing system.

Boiler efficiency substantially depends on exhaust gas volumes and, thus, on the quantity of excess air and the temperature of exhaust gases escaping the boiler. Fluidised bed combustors with exhaust gas temperatures of about 160° C are likely to achieve boiler efficiencies of some 90% whereas conventional grate firing system account for approximately 80%.

Steam parameters are limited by some substances present in the flue gases. In order to avoid chlorine-induced high temperature corrosion most facilities apply steam parameters involving pressures less than 60 bar and temperature levels below 420° C. One Austrian plant is currently operating with superheater temperatures of up to 500° C and steam pressures of roughly 80 bar. This is accomplished by superheating the steam within the exhaust gas flow up to temperatures of about 380° C. Subsequent final superheating is carried out in a so-called fluidised bed cooler: floating ash from a circulating fluidised bed is fluidised with air and cooled down by in-bed heat exchanger surfaces. Since the ashes contain corrosive salts the heat exchanger surfaces of the superheater are, however, most likely to be damaged by corrosion. Advantages of higher power generation rates are in addition somewhat curtailed by lower availability of the superheater. Improvements are under way.

### **Flue Gas Cleaning**

Technologies for flue gas cleaning are 'general purpose' installations which can be easily implemented to fit any facility independently of the type of firing system connected ahead.

In Austrian waste incineration plant separation of air pollutants dust, volatile and non-volatile heavy metals (e.g. mercury), sulphur oxide (SO<sub>x</sub>), hydrogen chloride (HCl), hydrofluoric acid (HF), and organic compounds (e.g. dioxins and furans) is based upon two different methods:

- *Dry processes*

Dry cleaning processes are mainly applied for dedusting and pre-separation of hazardous substances such as HCl, HF, sulphur oxides (SO<sub>x</sub>), heavy metals, and dioxins and furans (PCDD/F).

Dedusting by means of electrostatic precipitator systems is exclusively carried out in combination with downstream connected wet dedusters, downstream fixed bed adsorbers, or downstream connected flow-injection reactors.

Flow-injection adsorbers with downstream connected fabric filters are located both directly behind the waste heat boiler and directly behind the scrubbers. Dry process systems basically consist of a dry reactor, a fabric filter, and auxiliary equipments for handling adsorbents and precipitated dusts. Although generally used for separation of heavy metals and PCDD/F, specific cases may require these systems to enable additional separation of HCl, HF, and SO<sub>2</sub>.

Another method for precipitating acidic pollutants and (pre)separating Hg and dioxins/furans is represented by fluidised bed technologies with hydrated lime and open-hearth furnace coke serving as reagents.

- *Wet gas cleaning*

Wet cleaning processes for waste incineration plants are usually based on two-stage wet scrubbers. All systems applied in Austria are spray scrubber units without incorporations used for the removal of HCl, HF, SO<sub>x</sub>, and heavy metals (including Hg) from flue gases.

Aside from ABRG operated plants with selective non catalytic reduction (SNCR), removal of nitrogen oxides from flue gases is generally carried out by means of selective catalytic reduction (SCR with clean gas application).

Separation of organic compounds like dioxins and furans is either done by activated coke filters (e.g. Wels I, KRV Arnoldstein, Simmeringer Haide) or fabric filters and dry sorption (e.g. Dürnrohr, Niklasdorf, Wels II, plants operated by ABRG, Lenzing). Special SCR plant design (e.g. Spittelau, Flötzersteig) may allow for oxidation of organic pollutants – in either way – selective catalytic reduction always entails the extra benefit of decreasing these hazardous substance quantities.

Waste water resulting from the first scrubber, the SO<sub>2</sub>-scrubbing stage and conditioning of ashes and slags is cleaned in waste water treatment plants. Whenever appropriate, waste water purification can be performed as a joint treatment process for all partial flows. In Austria multistage cleaning procedures have become widely accepted.

### **Waste Water Treatment**

While the first cleaning stage, i.e. heavy metal precipitation, includes precipitation, flocculation, sedimentation, neutralisation, and sludge dewatering, the second cleaning stage comprises the application of a gravel filter, an activated coke filter as well as an ion exchanger.

Sludges arising from the cleaning processes mentioned above are commonly collected in sludge tanks and dewatered by chamber filter presses to achieve residual moisture contents of about 50 %. Resulting compressed filter cakes are generally disposed of as hazardous wastes.

Extensive flue gas cleaning substantially reduces pollutant emissions to the air. Table E summarises the measured clean gas concentrations submitted by plant operators. When compared to data presented in a previous study (STUBENVOLL et al. 2002) no significant differences were observed.

### **Emissions**



Table E: Summary of air pollutant emission data submitted by plant operators (Source: Plant Operator Information 2006).

Air pollutants	Unit	Measurement type	Measurement range
			Standard conditions, dry, 11 % O <sub>2</sub>
Particulate emissions	mg/m <sup>3</sup>	DAV	0.0–8
Organic carbon (C <sub>org</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	DAV	0.4–2.5
Hydrogen chloride (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	DAV	0.1–5
Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	DAV	0.1–20
Nitrogen oxides – as NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	DAV	30–130
Carbon monoxide (CO)	mg/m <sup>3</sup>	DAV	9–48
Mercury and mercury compounds – as Hg	mg/m <sup>3</sup>	DAV	< 0.001
Mercury and mercury compounds – as Hg	mg/m <sup>3</sup>	HAV	0.0008–0.015
Cadmium, and cadmium compounds – as Cd	mg/m <sup>3</sup>	AV 0.5–8 h	< 0.002 – < 0.01
Thallium and thallium compounds – as Tl	mg/m <sup>3</sup>	AV 0.5–8 h	< 0.01
Total Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn and compounds – as elements	mg/m <sup>3</sup>	AV 0.5–8 h	< 0.01 – < 0.16
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	AV 0.5–8 h	1.6–6
Dioxins and furans (I-TEQ)	ng/m <sup>3</sup>	AV 6–8 h	0.0013–0.05

I-TEQ ..... International Toxicity Equivalents

### Energy Recovery

Energy recovery strategies vary from exclusive production of district heat (Flötzersteig) or process steam (plants operated by ABRG) to exclusive power generation (Dürnröhr, Wels I and II). Due to reduced on site heat demand, energy recovery of KRV Arnoldstein is focussed on electric power production. Plants located in Simmeringer Haide recover energy for district heating, electricity generation remains restricted to cover the plants demand.

Incineration plants at the sites of Niklasdorf, Lenzing, and Spittelau are classified full-scale combined heat and power production (CHP) plants where the total amount of energy recovered from wastes is transformed into heat and electric power.

Depending on respective steam parameters, heat-lead cogeneration which is based on an exhaustive utilisation of the waste heat about 85% of the energy transformed by the steam generator will be released from the turbine as heat and about 15% as electric power.

In the absence of heat demand, the electricity delivered by the turbine under standard steam parameters amounts to about 25% of the energy converted within the steam generator. If so, surplus energy needs to be dissipated by the cooling system.

In condensing operation mode under standard steam parameters overall (gross) efficiency of waste incineration plants therefore accounts for some 20%. Exclusive power generation with elevated steam parameters results in a maximum overall (gross) efficiency of about 30% whilst combined heat and power production allows for overall (gross) efficiency rates of up to 80%.



Captive electrical energy demands of grate combustion plants and rotary kiln incinerators average between 2% and 3% of the firing rate. Due to higher initial combustion air pressures and additional energy requirements for waste processing and conditioning, captive electrical energy demands of fluidised bed systems increase in about 50%.

*Table F: Type of energy recovery in Austrian waste incineration plants (Source: Plant Operator Information 2006).*

Plant	Thermal input (MW)	Type of energy recovery	Note
Spittelau (Vienna)	82	district heat (16 bar, 130° C), power	fuel utilisation rate <sup>10</sup> : 74.5%
Flötzersteig (Vienna)	50	district heat (16 bar, 150° C)	boiler efficiency <sup>11</sup> : 75%
Dürnrrohr (AVN)	120	steam for power generation at a coal-fired power plant (50 bar, 380° C)	boiler efficiency <sup>11</sup> : 85.1%
Wels I (WAV)	29	electric power	(gross) el. efficiency <sup>12</sup> : 18.6%
Wels II (WAV)	80	electric power	
Lenzing (RVL)	110	process steam (4 bar), electric power	
Niklasdorf (ENAGES)		process steam, electric power	
Arnoldstein (KRV)	30	district heat (9 MW), electric power, process steam (during standstill periods of ABRG plants; 16 bar, 180° C)	(net) electrical efficiency <sup>13</sup> : 17%; max. fuel utilisation rate <sup>10</sup> : 57%
Arnoldstein (ABRG)		process steam (16 bar, approx. 200° C): 10–12 t/h	
Simmering, rotary kilns 1+2	62	district heat (20 bar, 145° C); electric power for captive requirements;	
Simmering, WSO 1–3	60	overall production: 56 GWh electric power, 463 GWh district heat	boiler efficiency <sup>11</sup> : WSO 1+2: 73,3%; WSO 3: 80,8%
Simmering WSO 4	45		boiler efficiency <sup>11</sup> : 82.5%

Above data indicate that boiler efficiencies of new plants rise above 80% (e.g. WSO4, Dürnrrohr).

<sup>10</sup> Fuel utilisation rate is defined as the ratio of the energy (electric power, heat, process steam) exported (to a network or third parties) to the energy introduced in the combustion chamber (e.g. by waste, fuel, or preheated combustion air).

<sup>11</sup> Boiler efficiency is defined as the ratio of the energy absorbed within the water-steam cycle to the energy supplied to the combustion chamber (e.g. by waste, fuel, or preheated air input). Important parameters are exhaust gas volumes, excess air, and temperature levels of the exhaust gases escaping the boiler.

<sup>12</sup> Gross electrical efficiency is defined as the ratio of the electric power generated to the energy introduced in the combustion chamber (e.g. by waste, fuel, or preheated combustion air).

<sup>13</sup> Net electrical efficiency is defined as the ratio of the electrical power exported (to a network or third parties) to the energy introduced in the combustion chamber (e.g. by waste, fuel, or preheated combustion air).



**Site Selection** Careful site selection is the key to successful interaction between and harmonious co-existence of waste incineration plants and respective local waste management concepts. Along with the overall objective of waste treatment that is accompanied by the lowest emission rates possible, energy recovery performance needs to be extended to its maximum. In this respect, site selection decisions is of crucial importance.

In terms of waste management a plant's close physical proximity to the actual source of waste production is decisive in minimizing emissions (e.g. odour, noise, air pollutants) caused by transport.

Regarding energy recovery, industrial sites and ample urban agglomerations offering constant power AND heat demand levels throughout the year are to be considered most appropriate. Steam and/or district heat purchase commitments should be agreed upon by long-term contracts.

In the past said aspects of year-round and simultaneous efficient use of energy have often been disregarded in implementing new Austrian waste incineration plants.

Given average service lives of waste incineration plants (e.g. more than 40 years of operation of the plant located in Flötzersteig) and the limited opportunities for subsequent, yet cost-effective improvements in energy reuse performances, it is essential to ascribe higher priority to careful site selection in future project planning processes.

### **Present Developments**

Currently, the Umweltbundesamt lists implementation projects for six new waste incineration plants. While the plant in Pfaffenau is already under construction, the plant located in Zistersdorf has been commissioned and the remaining ones (Frohneiten, Heiligenkreuz, Linz Strom GmbH) are in their respective planning stages or pending formal project review and approval (Dürnrrohr Line 3).

Additional projects are focusing on the treatment of incineration-derived solid wastes:

- KRV is presently making efforts to improve eluate performances by recirculating the fine fraction of the slag into the combustion area.
- ABRG plant operators are planning to treat fly ashes produced by the fluidised bed incinerator in the rotary kiln.
- In Wels a plant for physico-chemical treatments of ashes and slags has been proposed for review under Environmental Impact Assessment (EIA) procedures.

Albeit at first only on modest scales, the city of Wels will tap district heat for improving its energy recovery rates. By expanding the district heating network Vienna will emphasise a maximum reuse of the heat produced in all waste incineration plants (including Pfaffenau). A pilot project is currently heading towards the application of district heat in cooling systems (district cooling) by means of absorption cooling machines.

Calculations made by the Umweltbundesamt to evaluate potential CO<sub>2</sub> reduction rates indicated, however, that present technology developments in this type of air conditioning systems hardly allow for emission levels lower than those produced by standard compression cooling machines. This is due to comparatively high degrees of energy losses during heat transport in summer as well as elevated energy demand levels for heat transport and cooling system operation. Given an average emission factor for electricity production of 0.31 kg CO<sub>2</sub>/kWh (hybrid fossil/renewables power generation) specific emissions of CO<sub>2</sub> of the district heating system should not rise above 0.03–0.04 kg CO<sub>2</sub>/kWh of useful energy. Such small-scale emission factors may only be achieved either by applying industrial waste heat or biogenous energy sources (UMWELTBUNDESAMT 2007).



In terms of environmental protection adequate structural engineering measures for room temperature reductions remain the most decisive devices for cutting down primary cooling requirements during summer seasons. Implementations of cooling systems should only be considered appropriate after having tapped the full potential of these provisions.

Projected sites for the plants of Dürnrohr Line 3 and Zistersdorf will not offer any heat selling opportunities. However, along with the start-up of a bioethanol plant currently pending project implementation in Pischelsdorf, Dürnrohr might expect a future heat purchaser.

Among incineration-derived waste materials and residues produced by the plants described above mainly rank slags, ashes, filter cakes, gypsum, and ferrous metal scrap. Slags or slag-gypsum mixtures are deposited in *residual-materials landfills (Reststoffdeponie)* and so called mass waste landfills (*Massenabfalldeponie*). Fly ashes are disposed of either underground or in landfills for the disposal of mass waste or *residual-materials*. Filter cakes are sent to underground storage or disposed of in *residual-materials landfills*. Provided it can be collected separately, gypsum will either be reused by the construction industry or deposited in landfills for mass waste, *residual-materials* or underground storage. Ferrous metal scrap is recycled either after having been collected by post-incineration separation in grate combustion plants or by pre-incineration exclusion in fluidised bed systems.

### **Waste Material and Residues**

Table G: Disposal of incineration-derived waste materials and residues; reference year 2005  
(Source: Plant Operator Information 2006).

	Slags or bed ash	Fly ash	Filter cake	Gypsum	Iron scrap
Spittelau (Vienna)	MAD	UD	UD	–	recyc.
Flötzersteig (Vienna)	MAD	UD	UD	–	–
Dürnrohr (AVN)	MAD	RSD	RSD	recyc.	recyc.
Wels I (WAV)	MAD	MAD	UD	MAD	recyc.
Wels II (WAV)	MAD	UD	UD	Recyc.	recyc.
Lenzing (RVL)	MAD	UD	UD	UD	recyc.
Niklasdorf (ENAGES)	RSD	RSD	RSD	RSD	recyc.
Arnoldstein (KRV)	MAD	RSD	–	–	recyc.
Simmering WSO 1–3	–	MAD	UD	–	–
Simmering WSO 4	MAD	UD	UD	–	–
Arnoldstein (WSO ABRG)	RSD	RSD	RSD	RSD	recyc.
Arnoldstein (DRO ABRG)	RSD	Other <sup>14</sup>	RSD	RSD	recyc.
Simmering DRO 1–2	MAD	UD	UD	–	recyc.

MAD ..... mass-waste landfill (*Massenabfalldeponie*)

RSD ..... residual-materials landfill (*Reststoffdeponie*)

UD ..... underground storage

recyc. .... recycling

<sup>14</sup> Filter ashes are eliminated from the plant as filter oxide, then solidified and finally conditioned for heavy metal extraction in a secondary smelter.



In specific cases particular parameters of incineration-derived waste materials and residues may exceed the limit values set in respective waste acceptance criteria for different landfill types. According to information submitted by plant operators most of the wastes and residues produced by waste incineration plants are, however, pre-treated prior to disposal to either comply with standard limit values or elevated thresholds that have been officially approved for certain types of waste by the competent authority. (Annex 1 Landfill Ordinance)



# 1 EINLEITUNG

Die Abfallwirtschaft in Österreich wurde in den letzten Jahren maßgebend von den Vorgaben der Deponieverordnung geprägt. Seit 1. Jänner 2004 (in Ausnahmefällen ab 1. Jänner 2009) dürfen nur mehr reaktionsarme Abfälle abgelagert werden, wobei als wesentliches Kriterium der Anteil des abbaubaren Kohlenstoffes in den abzulagernden Abfällen gilt. In der Deponieverordnung wird ein maximal zulässiger Gehalt an organischem Kohlenstoff von fünf Massenprozent für die Ablagerung von Abfällen auf einer Massenabfalldéponie festgelegt.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, muss ein Großteil der Siedlungsabfälle vor der Deponierung vorbehandelt werden. Dafür stehen im Wesentlichen drei Wege offen:

- thermische Behandlung der Siedlungsabfälle ohne Vorbehandlung und anschließende Entsorgung der Abfälle sowie der Rückstände aus der Verbrennung durch Deponierung; kombiniert mit einer stoffliche Verwertung von Eisenschrott sowie einer teilweisen Nutzung von Gips in der Bauindustrie;
- mechanische Vorbehandlung in Splittinganlagen mit nachfolgender thermischer Behandlung von brennbaren Fraktionen unterschiedlicher Zusammensetzungen und Qualitäten; teilweise stoffliche Verwertungen bestimmter Fraktionen;
- mechanisch-biologische Vorbehandlung in einer MBA mit nachfolgender thermischer Behandlung der heizwertreichen Fraktion, teilweiser stofflicher Verwertung bestimmter Fraktionen (z. B. Eisenschrott) und Ablagerung einer Deponiefraktion.

Die der Deponierung vorgeschaltete Behandlung der Siedlungsabfälle erfolgt bei jedem der drei Behandlungsszenarien zur Gänze oder in Teilfraktionen thermisch.

Angesichts dieser mit der Einführung der Deponieverordnung einhergehenden Steigerung des Stellenwertes hinsichtlich Kapazität der thermischen Abfallbehandlung wurde das Umweltbundesamt vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft mit der Erstellung einer Studie zum Thema Abfallverbrennung in Österreich betraut.

Als Fortschreibung der in STUBENVOLL et al. (2002) dargestellten Ergebnisse mit dem Basisjahr 2000 wird die Entwicklung der Abfallverbrennung bis ins Jahr 2005 beschrieben. Insbesondere werden Daten über eingesetzte Abfallarten und Abfallmengen, Anlagenkapazitäten, eingesetzte Technologien, Emissionen, Nutzung der Energie und Behandlung der Verbrennungsrückstände erhoben. Weiters werden die infolge der Anforderungen der Abfallverbrennungsverordnung erforderlichen Anpassungen dargestellt.

Der nun vorliegende Statusbericht bezieht sich auf die Abfallverbrennungsanlagen in Wien-Spittelau, Wien-Flötzersteig, Wien-Simmering, Dürnröhr, Wels, Lenzing, Niklasdorf und Arnoldstein, wobei an einigen Standorten mehrere Verbrennungslinien bzw. Anlagen mit unterschiedlichen Feuerungstechnologien betrieben werden.

Die Anlagen in Dürnröhr, Niklasdorf und Arnoldstein (KRV) waren zum Zeitpunkt der letzten Bestandsaufnahme (STUBENVOLL et al. 2002) noch nicht in Betrieb, an den Standorten Wels und Wien-Simmering, wurden die bestehenden Anlagen erweitert. Eine zusätzliche Abfallverbrennungsanlage mit Rostfeuerungs befindet sich derzeit in Bau (Wien-Pfaffenu), mit der Inbetriebnahme ist im Jahr 2008 zu rechnen. Im Stadium der Planung befindet sich eine Anlagenerweiterung in Dürnröhr (Linie 3). Eine neue Anlage in Zistersdorf mit Rostfeuerungs wurde genehmigt. Weiters sollen in Heiligenkreuz, Frohnleiten und Linz in den kommenden Jahren je eine Abfallverbrennungsanlage mit Wirbelschichtkessel gebaut werden.



## **2 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR ABFALLVERBRENNUNGSANLAGEN**

### **2.1 Rahmenbedingungen auf EU-Ebene**

#### **2.1.1 Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen**

In der EU-Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen (RL 2000/76/EG) werden u. a. Anforderungen an die Verbrennungsbedingungen bei Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen festgelegt sowie Grenzwerte für Emissionen in die Luft und ins Wasser vorgeschrieben. Die Mitverbrennung in Drehrohröfen der Zementindustrie, in Feuerungsanlagen und in sonstigen Mitverbrennungsanlagen wird in dieser Richtlinie gesondert geregelt.

Anlagen, in denen ausschließlich Abfälle gemäß Definition des Artikel 2 (2) verbrannt werden, fallen unter die Großfeuerungsanlagenrichtlinie und werden von der Abfallverbrennungsrichtlinie nicht erfasst.

#### **2.1.2 Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie)**

Die Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie) betrifft industrielle Anlagen, die ein großes Potenzial zur Umweltverschmutzung und damit auch zu grenzüberschreitender Verschmutzung haben. Anlagen, die unter das Regime der IPPC-Richtlinie fallen, werden im Anhang I der Richtlinie aufgelistet.

Eine Anlagengenehmigung muss nach der IPPC-Richtlinie auf Grundlage der besten verfügbaren Techniken (in Österreich: Stand der Technik) Emissionsgrenzwerte für jene Schadstoffe enthalten, die von der betreffenden Anlage in relevanter Menge emittiert werden können. Dabei ist besonders die Gefahr einer Verlagerung der Verschmutzung von einem Medium auf ein anderes zu berücksichtigen (z. B. können Maßnahmen der Rauchgasreinigung zu einer erhöhten Gewässerbelastung oder zu einem größeren Abfallaufkommen führen). Falls notwendig sind in der Genehmigung Auflagen zum Schutz des Bodens und des Grundwassers und zur Abfallbehandlung vorzusehen. Ziel der Richtlinie ist ein medienübergreifender Umweltschutz. Das hohe Schutzniveau soll insbesondere durch den Einsatz der besten verfügbaren Techniken erreicht werden.

Hervorzuheben ist, dass von bestehenden Anlagen u. a. eine Anpassung an die Anforderungen der IPPC-Richtlinie bis spätestens 30. Oktober 2007 verlangt wird. Ebenso ist eine regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der Genehmigungsaufgaben durch die zuständige Behörde vorgesehen.



## 2.2 Nationale Rahmenbedingungen

### 2.2.1 Abfallwirtschaftsgesetz 2002

Das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002) ist in zehn Abschnitte gegliedert. Es schafft u. a. rechtliche Rahmenbedingungen betreffend Pflichten für Abfallbesitzer, Abfallsammler und -behandler, Sammel- und Verwertungssysteme und Behandlungsanlagen. In Bezug auf die thermische Behandlung von Abfällen in Abfallverbrennungsanlagen werden im AWG 2002 Genehmigungen dieser Anlagen und Anforderungen an Abfallverbrennungsanlagen, die als IPPC-Anlagen betrieben werden, geregelt.

Gemäß § 2 Abs. 7 Z 1 AWG 2002 sind die für dieses Projekt relevanten Behandlungsanlagen *„ortsfeste oder mobile Einrichtungen, in denen Abfälle behandelt werden, einschließlich der damit unmittelbar verbundenen, in einem technischen Zusammenhang stehenden Anlagenteile“*. Nach § 2 Abs. 7 Z 3 AWG 2002 sind IPPC-Behandlungsanlagen *„jene Teile ortsfester Behandlungsanlagen, in denen eine oder mehrere in Anhang 5 Teil 1 genannte Tätigkeiten und andere unmittelbar damit verbundene, in einem technischen Zusammenhang stehende Tätigkeiten, die Auswirkungen auf die Emissionen und die Umweltverschmutzung haben können, durchgeführt werden“*.

Nach § 37 Abs. 1 AWG 2002 bedürfen die Errichtung, der Betrieb oder eine wesentliche Änderung einer ortsfesten Behandlungsanlage einer Genehmigung durch die Behörde. Keine Genehmigung wird für Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlagen zur thermischen Verwertung für nicht gefährliche Abfälle benötigt, die eine thermische Leistung bis zu 2,8 Megawatt aufweisen, sofern sie der Genehmigungspflicht gemäß Gewerbeordnung 1994, GewO 1994 §§ 74 ff unterliegen.

Nach § 60 Abs. 1 AWG 2002 müssen *„IPPC-Anlagen und Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlagen Aufzeichnungen über Emissionsmessungen führen und die Emissionsdaten gemäß einer Verordnung nach § 65 Abs. 1 in elektronischer Form an ein Register gemäß § 22 Abs. 1 übermitteln. Bis zur Errichtung eines Registers für diese Daten sind die Emissionsdaten dem Landeshauptmann zu melden.“* Mit der Novelle zur Abfallverbrennungsverordnung, die im März 2007 in Begutachtung ging, erfolgte die Umstellung auf das elektronische Datenmanagement.

Die Behörde hat Behandlungsanlagen, die nach §§ 37, 52 oder 54 genehmigungspflichtig sind, längstens alle fünf Jahre zu überprüfen (vgl. § 62 AWG 2002).

Weiters dürfen im Einvernehmen von Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft bzw. Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit nähere Bestimmungen über die dem Stand der Technik entsprechende Ausstattung und Betriebsweise von Behandlungsanlagen mit Verordnung festgelegt werden (§ 65 AWG 2002).

Nach § 78 Abs. 5 AWG 2002 *„haben bestehende IPPC-Behandlungsanlagen den Anforderungen der §§ 43 Abs. 3 und 47 Abs. 3 spätestens am 31. Oktober 2007 zu entsprechen. Als bestehend gilt eine IPPC-Behandlungsanlage, wenn sie vor Ablauf des 31. Oktober 1999 rechtskräftig genehmigt wurde oder ein Genehmigungsverfahren am 31. Oktober 1999 anhängig war und die IPPC-Behandlungsanlage bis zum 31. Oktober 2000 in Betrieb genommen wurde. § 57 Abs. 1 gilt sinngemäß.“*



### 2.2.2 Deponieverordnung

Die Deponieverordnung die die Ablagerung von Abfällen auf Deponien regelt, besagt, dass ab 1. Jänner 2004 die Ablagerung von Abfällen, deren Anteil an organischem Kohlenstoff (TOC) mehr als fünf Masseprozent beträgt, grundsätzlich verboten ist. Vom Deponierungsverbot ausgenommen sind unter anderem Abfälle aus mechanisch-biologischer Vorbehandlung, sofern der aus der Trockensubstanz bestimmte Verbrennungswert (oberer Heizwert) dieser Abfälle weniger als 6.600 kJ/kg beträgt. Im Sinne dieser Verordnung werden die Deponietypen Bodenaushubdeponie (§ 4 Abs. 1), Baurestmassendeponie (§ 4 Abs. 2), Reststoffdeponie (§ 4 Abs. 3) sowie Massenabfalldeponie (§ 4 Abs. 4) festgelegt, wobei unterschiedliche Anforderungen bei der Zuordnung von Abfällen zu den jeweiligen Deponietypen gestellt werden. Die Ablagerung eines Abfalls ist grundsätzlich nur dann zulässig, wenn für diesen Abfall eine Gesamtbeurteilung vorliegt. Die angelieferten Abfälle müssen einer Eingangs- bzw. Identitätskontrolle unterzogen werden. Weiters werden in der Deponieverordnung Anforderungen an den Deponiestandort (IV. Abschnitt), die Deponietechnik (V. Abschnitt), den Deponiebetrieb (VI. Abschnitt) und die Genehmigung (VII. Abschnitt) geregelt.

Im Jahr 2006 wurde ein Entwurf für die Deponieverordnung 2007 zur Begutachtung ausgesendet. Für die thermische Abfallbehandlung sind die Spezialbestimmungen über die Ablagerung stark alkalischer Rückstände aus thermischen Prozessen relevant.

### 2.2.3 Abfallverbrennungsverordnung

Die Abfallverbrennung-Sammelverordnung (BGBl. II Nr. 389/2002) dient der Umsetzung der Richtlinie 2000/76/EG (in Folge: Abfallverbrennungs-RL) des europäischen Parlaments und des Rates über die Verbrennung von Abfällen. Das Kernstück der Sammelverordnung bildet die Abfallverbrennungsverordnung, die sowohl für Allein- als auch für Mitverbrennungsanlagen gilt und die thermische Behandlung von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen regelt. Für neue Anlagen gilt die Sammelverordnung bereits ab dem 1. November 2002, bestehende Anlagen mussten bis zum 28. Dezember 2005 an die neuen Bestimmungen angepasst sein. Ab diesem Zeitpunkt traten folgende Verordnungen außer Kraft:

- Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Verbrennung gefährlicher Abfälle in gewerblichen Betriebsanlagen (BGBl. II Nr. 32/1999),
- Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Verbrennung von gefährlichen Abfällen (BGBl. II Nr. 22/1999),
- Teile der Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 17. Juli 1987 über die Durchführung des Altölggesetzes 1986 (Altölverordnung BGBl. Nr. 383/1987).

Folgende Paragraphen der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K, BGBl. Nr. 19/1989 i. d. F. BGBl. II Nr. 324/1997) werden außer Kraft gesetzt: §§ 1 Abs. 1a, 18, 18a und 20 (einschließlich ihrer Überschriften).



Die Abfallverbrennungsverordnung (AVV) legt Anforderungen an den Stand der Verbrennungstechnik, an Eingangskontrollen, Emissionsmessungen und an die Betriebsbedingungen der Anlage fest. Im Anhang der Verordnung werden Emissionsgrenzwerte für (Abfall-)Verbrennungsanlagen (Anlage 1) und Mitverbrennungsanlagen (Anlage 2) vorgeschrieben, wobei bei letzteren zwischen Zementanlagen, Feuerungsanlagen und sonstigen Mitverbrennungsanlagen unterschieden wird.

Die AVV legt in Abhängigkeit der Art der Verbrennungs- bzw. Mitverbrennungsanlage Grenzwerte für verschiedene luftverunreinigende Schadstoffe fest. Dabei handelt es sich zum Teil um feste Grenzwerte, zum Teil um Grenzwerte, die nach der Mischungsregel zu berechnen sind. Ziel der Mischungsregel ist eine weitgehende Gleichbehandlung von Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen.

Für die Schadstoffe Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), Staub, organisch gebundener Kohlenstoff ( $\text{C}_{\text{org}}$ ), Chlorwasserstoff ( $\text{HCl}$ ), Fluorwasserstoff ( $\text{HF}$ ), Kohlenstoffmonoxid ( $\text{CO}$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und Quecksilber ( $\text{Hg}$ ) sind die Gesamtemissionsgrenzwerte im Fall der Mitverbrennung anhand einer Mischungsregel zu ermitteln. Der Mischungsregel liegt der Ansatz zugrunde, für die Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen jene Grenzwerte vorzusehen, welche für Verbrennungsanlagen (i. S. d. AVV) gelten. Entsprechend dem Anteil des Abfalleinsatzes an der Gesamtbrennstoffwärmeleistung wird ein Mischgrenzwert aus den Grenzwerten für Verbrennungsanlagen (i. S. d. AVV) und den für die jeweilige Feuerungsanlage (bei der Verbrennung der genehmigten Brennstoffe) geltenden Grenzwerten gebildet.

Für Schwermetalle und Dioxine/Furane werden jeweils fixe Grenzwerte vorgeschrieben. Im Fall von Quecksilber ist eine kontinuierliche Messung vorgesehen, außer der Hg-Gehalt in den eingesetzten Abfällen ist kleiner als 0,5 mg/kg (bezogen auf einen Heizwert von  $H_u = 25 \text{ MJ/kg}$ ) oder die Beurteilungswerte betragen nicht mehr als 20 % des Emissionsgrenzwertes.

Sowohl bei Anwendung der Mischungsregel als auch bei festen Grenzwerten kann Anpassungsbedarf der Anlagen an die AVV bestehen. Dies ist insbesondere bei Mitverbrennungsanlagen zu erwarten.

### 2.2.3.1 Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen

Anlage 1 zur AVV regelt die Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen. Die folgenden Emissionsgrenzwerte beziehen sich jeweils auf trockenes Abgas im Normzustand, das heißt bei einem Druck von 1,013 bar(a) und einer Temperatur von 0 °C. Als Bezugssauerstoffgehalt gilt für Verbrennungsanlagen 11 %. Eine Ausnahme stellt die alleinige Verbrennung von Altöl dar, für welche ein Bezugssauerstoffgehalt von 3 % vorgeschrieben ist.



Tabelle 1: Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 1 von 2).

Komponente	Einheit	HMW <sup>15</sup>	TMW <sup>16</sup>
staubförmige Emissionen	mg/Nm <sup>3</sup>	10	10
gas- und dampfförmige organische Stoffe, angegeben als organisch gebundener Kohlenstoff insgesamt	mg/Nm <sup>3</sup>	10	10
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/Nm <sup>3</sup>	10	10
Fluorwasserstoff (HF)	mg/Nm <sup>3</sup>	0,7	0,5
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	50	50
Stickstoffoxide (NO und NO <sub>2</sub> ), angegeben als NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>		
< 2 t/h Abfall		300	200
2–6 t/h Abfall		200	150
> 6 t/h Abfall – Neuanlagen		100	70
> 6 t/h Abfall – bestehende Anlagen		100	100
Kohlenstoffmonoxid (CO)	mg/Nm <sup>3</sup>	100	50
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	0,05

Tabelle 2: Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 2 von 2).

Komponente	Einheit	MW <sup>17</sup> 0,5–8 h	MW <sup>18</sup> 6–8 h
Cadmium, Thallium und ihre Verbindungen, angegeben als Cd und Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	–
die Summe der Elemente Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium, Zinn und ihrer Verbindungen, angegeben als $\Sigma$ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,5	–
Ammoniak, angegeben als NH <sub>3</sub> <sup>19</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	5	–
Dioxine und Furane	mg/Nm <sup>3</sup>	–	0,1

### 2.2.3.2 Emissionsgrenzwerte für Mitverbrennungsanlagen

Die Emissionsgrenzwerte für Mitverbrennungsanlagen sind in Anlage 2 zur AVV geregelt.

<sup>15</sup> Halbstundenmittelwert

<sup>16</sup> Tagesmittelwert

<sup>17</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 0,5–8 Stunden

<sup>18</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 6–8 Stunden

<sup>19</sup> Diese Mittelwerte sind dann einzuhalten, wenn NH<sub>3</sub> oder ähnliche Substanzen zur Entstickung eingesetzt werden.





## Mitverbrennungsanlagen, ausgenommen Zementerzeugungs- und Feuerungsanlagen

Die nachfolgenden Emissionsgrenzwerte gelten für Mitverbrennungsanlagen, ausgenommen Zementerzeugungs- und Feuerungsanlagen gemäß Punkt 3 der Anlage 2. Die u. a. Emissionsgrenzwerte beziehen sich jeweils auf trockenes Abgas im Normzustand. Für die Schwermetalle Cadmium, Thallium und Quecksilber und deren Verbindungen sowie für Dioxine und Furane gilt in Mitverbrennungsanlagen ein Bezugssauerstoffgehalt von 11 %. Für alle anderen Schadstoffe im Abgas der Mitverbrennungsanlage ist ein Bezugssauerstoffgehalt gemäß folgender Formel zu ermitteln:

Formel 1: Bezugssauerstoffgehalt  $B_{GM}$  bei Anwendung der Mischungsregel.

$$B_{GM} = \frac{E_{Abfall} * 11 + E_{Brst} * B_{Brst}}{E_{gesamt}} [\%]$$

$B_{GM}$ .....Bezugssauerstoffgehalt für den Gesamtemissionsgrenzwert

$B_{Brst}$ .....Der in der bereits bestehenden Genehmigung oder in allgemeinen Rechtsvorschriften für das entsprechende Verfahren der Energieerzeugung oder der Produktion stofflicher Erzeugnisse festgelegte Bezugssauerstoffgehalt in Prozent.

Wird weder in der Genehmigung noch in den allgemeinen Rechtsvorschriften ein Bezugssauerstoffgehalt vorgeschrieben, ist der mittlere tatsächliche Sauerstoffgehalt im Abgas ohne Verdünnung durch Zufuhr von Luft, die für das Verfahren nicht notwendig ist, zu Grunde zu legen.

$E_{Abfall}$ ....Bescheidmäßig festgelegter maximaler prozentueller Anteil der Brennstoffwärmeleistung aus der Verbrennung der Abfälle. Beträgt  $E_{Abfall}$  weniger als 10 % der Gesamtbrennstoffwärmeleistung, so ist zur Rechnung ein Wert von 10 % heranzuziehen.

$E_{Brst}$ ..... 100 minus  $E_{Abfall}$

$E_{gesamt}$  . 100

Tabelle 3: Emissionsgrenzwerte für Mitverbrennungsanlagen gemäß AVV, ausgenommen Anlagen zur Zementerzeugung und Feuerungsanlagen (Tabelle 1 von 2).

Komponente	Einheit	MW <sup>20</sup>	MW <sup>21</sup>
		0,5–8 h	6–8 h
Cadmium, Thallium und ihre Verbindungen, angegeben als Cd und Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	–
Dioxine und Furane	ng/Nm <sup>3</sup>	–	0,1

<sup>20</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 0,5–8 Stunden

<sup>21</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 6–8 Stunden



Tabelle 4: Emissionsgrenzwerte für Mitverbrennungsanlagen gemäß AVV, ausgenommen Anlagen zur Zementerzeugung und Feuerungsanlagen (Tabelle 2 von 2).

Komponente	Einheit	HMW <sup>22</sup>	TMW <sup>23</sup>
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	0,05
staubförmige Emissionen			
gas- und dampförmige organische Stoffe, angegeben als organisch gebundener Kohlenstoff insgesamt			
Chlorwasserstoff (HCl)		Ermittlung mittels Mischungsregel (siehe unten)	
Fluorwasserstoff (HF)			
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )			
Stickstoffoxide (NO und NO <sub>2</sub> ), angegeben als NO <sub>2</sub>			
Kohlenstoffmonoxid (CO)			
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )			
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg			

Formel 2: Gesamtemissionsgrenzwert GM bei Anwendung der Mischungsregel.

$$GM = G_{Abfall} * \frac{E_{Abfall} * (21 - B_{GM})}{E_{gesamt} * (21 - B_{Abfall})} + G_{Brst} * \frac{E_{Brst} * (21 - B_{GM})}{E_{gesamt} * (21 - B_{Brst})} [mg / m^3]$$

GM..... Gesamtemissionsgrenzwert

B<sub>GM</sub>..... Bezugssauerstoffgehalt für den Gesamtemissionsgrenzwert

B<sub>Abfall</sub>..... Bezugssauerstoffgehalt für die Emissionsgrenzwerte gemäß Anlage 1 der AVV (siehe Kapitel 2.2.3.1 der vorliegenden Arbeit)

G<sub>Abfall</sub>.... Emissionsgrenzwert gemäß Anlage 1 der AVV (siehe Kapitel 2.2.3.1 der vorliegenden Arbeit)

G<sub>Brst</sub>..... Emissionsgrenzwert für einen Schadstoff, der für das entsprechende Verfahren der Energieerzeugung oder Produktion in allgemeinen Rechtsvorschriften festgelegt ist. Ist für einen Schadstoff in allgemeinen Rechtsvorschriften kein Emissionsgrenzwert festgelegt, ist der in der bestehenden Genehmigung festgelegte Emissionsgrenzwert heranzuziehen. Wenn der entsprechende Wert sowohl in allgemeinen Rechtsvorschriften als auch in einer Genehmigung enthalten ist, so ist der jeweils strengere Wert maßgeblich. Wenn weder in allgemeinen Rechtsvorschriften noch in der Genehmigung ein Emissionsgrenzwert festgelegt ist, ist grundsätzlich der Emissionsgrenzwert gemäß Anlage 1 zur AVV einzuhalten. Wenn dies aufgrund des Verfahrens zur Energieerzeugung oder der Produktion stofflicher Erzeugnisse einen unverhältnismäßigen Aufwand zu dem dadurch erreichbaren Nutzen für die zu schützenden Interessen darstellt, kann die Behörde auf Antrag unter Berücksichtigung des Standes der Technik für einzelne Schadstoffe abweichende Emissionsgrenzwerte für G<sub>Brst</sub> festlegen.

## Anlagen zur Zementerzeugung

Die nachfolgend angegebenen Emissionsgrenzwerte für Anlagen zur Zementerzeugung werden durch Anlage 2 zur AVV geregelt. Sie beziehen sich auf trockenes Rauchgas im Normzustand bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 10 %.

<sup>22</sup> Halbstundenmittelwert

<sup>23</sup> Tagesmittelwert



## Abfallverbrennung in Österreich – Rechtliche Rahmenbedingungen für Abfallverbrennungsanlagen

**Tabelle 5: Emissionsgrenzwerte für Anlagen zur Zementerzeugung gemäß AVV (Tabelle 1 von 2).**

Komponente	Einheit	HMW <sup>24</sup>	TMW <sup>25</sup>
staubförmige Emissionen <sup>26</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	30	20
gas- und dampfförmige organische Stoffe, angegeben als C <sub>org</sub> insgesamt <sup>27</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	10	
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/Nm <sup>3</sup>	10	
Fluorwasserstoff (HF)	mg/Nm <sup>3</sup>	0,7	
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) <sup>28</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	50	
Stickstoffoxide (NO und NO <sub>2</sub> ), angegeben als NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>		
für Neuanlagen		500	
für bestehende Anlagen		800	
für bestehende Anlagen ab 31. Oktober 2007 <sup>29</sup>		500	
Ammoniak <sup>30</sup> (NH <sub>3</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	behördlich festzusetzen	
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	

**Tabelle 6: Emissionsgrenzwerte für Anlagen zur Zementerzeugung gemäß AVV (Tabelle 2 von 2).**

Komponente	Einheit	MW <sup>31</sup> 0,5–8 h	MW <sup>32</sup> 6–8 h
Cadmium, Thallium und ihre Verbindungen, angegeben als Cd und Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	–
die Summe der Elemente Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium, Zinn und ihrer Verbindungen, angegeben als Σ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,5	–
Dioxine und Furane	ng/Nm <sup>3</sup>	–	0,1

Die Behörde kann einen Grenzwert für Kohlenmonoxid (CO) festlegen.

<sup>24</sup> Halbstundenmittelwert

<sup>25</sup> Tagesmittelwert

<sup>26</sup> Die Behörde kann für Zementerzeugungsanlagen, die weniger als drei Tonnen Abfall pro Stunde verbrennen, eine bis längstens 31. Oktober 2007 befristete Ausnahme für staubförmige Emissionen genehmigen, wobei jedoch ein Grenzwert von 50 mg/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden darf.

<sup>27</sup> Die Behörde kann für organisch gebundenen Kohlenstoff, der nachweislich nicht aus der Verbrennung von Abfällen entsteht (z. B. Emissionen aufgrund der Rohmaterialien), auf Antrag eine Ausnahme genehmigen, wobei jedoch ein Grenzwert von 120 mg/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden darf.

<sup>28</sup> Die Behörde kann für Schwefeldioxid, der nachweislich nicht aus der Verbrennung von Abfällen entsteht (z. B. Emissionen durch sulfidhaltige Einschlüsse im Rohmaterial), auf Antrag eine Ausnahme genehmigen, wobei jedoch ein Grenzwert von 350 mg/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden darf.

<sup>29</sup> Dieser Grenzwert gilt – abweichend zu § 12 Abs. 2 – als eingehalten, wenn innerhalb eines Kalenderjahres

- kein Tagesmittelwert den Emissionsgrenzwert (Beurteilungswert) überschreitet,
- nicht mehr als 3 vH der Halbstundenmittelwerte (Beurteilungswerte) den Grenzwert um mehr als 20 vH überschreiten und
- kein Halbstundenmittelwert (Beurteilungswert) das Zweifache des Emissionsgrenzwerts überschreitet.

<sup>30</sup> wenn zur Entstickung Ammoniak eingesetzt wird

<sup>31</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 0,5–8 Stunden

<sup>32</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 6–8 Stunden



## Feuerungsanlagen

Die nachfolgend angegebenen Emissionsgrenzwerte für Feuerungsanlagen für feste und flüssige Brennstoffe und Biomasse werden durch Anlage 2 zur AVV geregelt. Sie beziehen sich auf trockenes Rauchgas im Normzustand bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 6 % bzw., wenn die Mischungsregel zur Anwendung kommt, auf den sich aus der Berechnung ergebenden Bezugssauerstoffgehalt  $B_{GM}$  (siehe Formel 1).

Tabelle 7: Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) für Feuerungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 1 von 3); Bezugssauerstoffgehalt: 6 %.

Komponente	Einheit	MW <sup>33</sup> 0,5–8 h	MW <sup>34</sup> 6–8 h
Cadmium, Thallium und ihre Verbindungen, angegeben als Cd und Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	–
die Summe der Elemente Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium, Zinn und ihrer Verbindungen, angegeben als $\Sigma$ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,5	–
Dioxine und Furane	ng/Nm <sup>3</sup>	–	0,1

Tabelle 8: Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) für Feuerungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 2 von 3); Bezugssauerstoffgehalt: nicht angegeben.

Komponente	Einheit	HMW <sup>35</sup>	TMW <sup>36</sup>
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	0,05

Tabelle 9: Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) für Feuerungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 3 von 3); Bezugssauerstoffgehalt: gemäß Mischungsregel (siehe Formel 1).

Komponente	Einheit	HMW <sup>37</sup>	TMW <sup>38</sup>
gas- und dampfförmige organische Stoffe, angegeben als organisch gebundener Kohlenstoff insgesamt			
Chlorwasserstoff (HCl)		Ermittlung mittels Mischungsregel (siehe 2.2.3.2)	
Fluorwasserstoff (HF)			
Kohlenstoffmonoxid (CO)			
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )			
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) – nur bei Anlagen < 50 MW			
Stickoxide (NO <sub>x</sub> ) – nur bei Anlagen < 50 MW			

<sup>33</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 0,5–8 Stunden

<sup>34</sup> Mittelwerte über einen Zeitraum von 6–8 Stunden

<sup>35</sup> Halbstundenmittelwert

<sup>36</sup> Tagesmittelwert

<sup>37</sup> Halbstundenmittelwert

<sup>38</sup> Tagesmittelwert



Die folgenden Grenzwerte ( $G_{\text{Brst}}$ ) sind bei Anwendung der Mischungsregel zur Berechnung der Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) in die Formel einzusetzen (Bezugssauerstoffgehalt: 6 %).

Tabelle 10: Emissionsgrenzwerte ( $G_{\text{Brst}}$ ) für Feuerungsanlagen gemäß AVV für feste Brennstoffe, ausgenommen Biomasse; Bezugssauerstoffgehalt: Anwendung der Mischungsregel (siehe Formel 1).

Komponente	Gesamtbrennstoffwärmeleistung			
	< 50 MW	50–100 MW	> 100–300 MW	> 300 MW
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	<sup>39</sup>	200	200	200
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	<sup>40</sup>	200 <sup>41</sup>	200 <sup>42</sup>	200 <sup>43</sup>
Gesamtstaub als Halbstundenmittelwert	50	50	30	30
Gesamtstaub als Tagesmittelwert	20	20	15 <sup>44</sup>	15 <sup>45</sup>
Kohlenstoffmonoxid		150	150	150

## 2.3 UVP-Gesetz

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) hat sich seit ihrer rechtsverbindlichen Umsetzung in der Europäischen Union bzw. in Österreich als Instrument der Umweltvorsorge etabliert. Vor der Erteilung der Genehmigung für bestimmte, besonders relevante öffentliche und private Projekte ist seitdem eine medienübergreifende Umweltprüfung durchzuführen. Dabei werden die Umweltauswirkungen eines Vorhabens in einer umfassenden und integrativen Weise ermittelt, beschrieben sowie bewertet und sind anschließend bei der Entscheidung im Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

<sup>39</sup> siehe Tabelle 9

<sup>40</sup> siehe Tabelle 9

<sup>41</sup> Für bestehende Anlagen, bei denen der Anteil der Brennstoffwärmeleistung aus der Verbrennung von Abfällen nicht mehr als 20 vH beträgt, kann die Behörde bis längstens 31.10.2009 anstelle Gesamtemissionsgrenzwertes der Mischungsregel einen festen Emissionsgrenzwert von höchstens 380 mg/m<sup>3</sup>, Bezugssauerstoffgehalt 6 %, festlegen.

<sup>42</sup> Für bestehende Anlagen, bei denen der Anteil der Brennstoffwärmeleistung aus der Verbrennung von Abfällen nicht mehr als 20 vH beträgt, kann die Behörde bis längstens 31.10.2009 anstelle Gesamtemissionsgrenzwertes der Mischungsregel einen festen Emissionsgrenzwert von höchstens 300 mg/m<sup>3</sup>, Bezugssauerstoffgehalt 6 %, festlegen.

<sup>43</sup> Für bestehende Anlagen, bei denen der Anteil der Brennstoffwärmeleistung aus der Verbrennung von Abfällen nicht mehr als 20 vH beträgt, kann die Behörde bis längstens 31.10.2009 anstelle Gesamtemissionsgrenzwertes der Mischungsregel einen festen Emissionsgrenzwert von höchstens 220 mg/m<sup>3</sup>, Bezugssauerstoffgehalt 6 %, festlegen.

<sup>44</sup> Für bestehende Anlagen mit einer Brennstoffwärmeleistung von mehr als 100 MW gilt bis 31.10.2009 ein Tagesmittelwert von 20 mg/m<sup>3</sup>.

<sup>45</sup> Für bestehende Anlagen mit einer Brennstoffwärmeleistung von mehr als 100 MW gilt bis 31.10.2009 ein Tagesmittelwert von 20 mg/m<sup>3</sup>.



Seit 1985 gibt es in der Europäischen Union eine Richtlinie über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG, UVP-RL). Die Umsetzung dieser Richtlinie erfolgte in Österreich im Jahr 1993 durch das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVP-G i. d. F. 1993; BGBl. Nr. 697/1993). Im Frühjahr 1997 wurde die Änderung der UVP-RL (97/11/EG, UVP-ÄndRL) beschlossen, die auch eine Anpassung der österreichischen Rechtslage notwendig machte. Diese erfolgte mit Inkrafttreten der Novelle des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes am 11. August 2000 (UVP-G 2000; BGBl. I Nr. 89/2000). Im April 2005 wurde das UVP-G neuerlich novelliert (BGBl. I Nr. 14/2005).

In den Anwendungsbereich des UVP-G fallen u. a.

- Anlagen zur biologischen, physikalischen oder mechanisch-biologischen Behandlung von gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von mindestens 20.000 Tonnen pro Jahr;
- sonstige Anlagen zur Behandlung (thermisch, chemisch) von gefährlichen Abfällen; ausgenommen sind Anlagen zur ausschließlich stofflichen Verwertung.

## 2.4 Anlagengenehmigungen

Seit Inkrafttreten des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes 2000 (BGBl. I Nr. 89/2000, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 14/2005) werden Anlagen zur thermischen Behandlung von nicht gefährlichem Abfall mit einer Kapazität von mindestens 35.000 Tonnen pro Jahr nach diesem Gesetz genehmigt.

Abfallverbrennungsanlagen, welche vor dem Inkrafttreten des UVP-Gesetzes genehmigt wurden, wurden zum Großteil als Abfall- und Altölbehandlungsanlage, als gewerbliche Betriebsanlage bzw. als Dampfkesselanlage genehmigt. Dabei liegen grundsätzlich Genehmigungen vor nach:

- Abfallwirtschaftsgesetz – AWG (BGBl. Nr. 325/1990 i. d. g. F.) geändert durch das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002 (BGBl. I Nr. 102/2002 i. d. g. F.)
- Gewerbeordnung – GewO (BGBl. Nr. 194/1994 i. d. g. F.)
- Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen – LRG-K (BGBl. Nr. 380/1988 i. d. g. F.)
- Wasserrechtsgesetz – WRG 1959 (BGBl. 215/1959 i. d. g. F.)

Abfallverbrennungs- und -mitverbrennungsanlagen müssen weiters die gesetzlichen Regelungen der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 – LRV-K (BGBl. Nr. 19/1989 i. d. g. F.) und der Abfallverbrennungsverordnung – AVV (BGBl. II Nr. 389/2002 i. d. g. F.) einhalten.



### 3 ABFALLWIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE IM ÜBERBLICK

#### 3.1 Abfallanlieferung

In Österreich wird der Abfall entweder per LKW oder per Bahn zu den Abfallverbrennungsanlagen geliefert. Bei der Anlieferung per LKW wird der Abfall von den Sammelfahrzeugen direkt in den Müllbunker entladen. Im Fall der Bahnlieferung werden an Umladestationen Abfallcontainer auf die Bahn verladen oder der aufbereitete Abfall wird zu Ballen gepresst und mit Folie umwickelt. Bei den Abfallverbrennungsanlagen werden die Container entweder automatisch oder per LKW entleert. Die Ballen werden meist mit einem Hubstapler in ein Zwischenlager oder direkt zur weiteren Aufbereitung in den Bunker gebracht.

Folgende Tabelle gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Abfallanlieferung zu österreichischen Abfallverbrennungsanlagen. Ein Großteil der Abfälle wird in Österreich per LKW angeliefert.

Tabelle 11: Anlieferungen des Abfall zu österreichischen Abfallverbrennungsanlagen, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

	LKW	Bahn	Sonstiges
Spittelau (Fernwärme Wien)	100 %	–	–
Flötzersteig (Fernwärme Wien)	100 %	–	–
Dürnrohr (AVN)	10 %	90 %	–
Wels I (WAV)	100 %	–	–
Wels II (WAV)	100 %	–	–
Lenzing (RVL)	60 %	40 %	–
Niklasdorf (ENAGES)	100 %	–	–
Arnoldstein (KRV)	100 %	–	–
Arnoldstein (ABRG) <sup>46</sup>	85–90 %	10–15 %	–
Simmering DRO 1–2 (Fernwärme Wien)	97 %	1 %	2 % (PKW)
Simmering WSO 1–3 (Fernwärme Wien)	5 %	–	95 % (Pumpe)
Simmering WSO 4 (Fernwärme Wien)	88,5 %	–	11,5 % (Pumpe)

Einen Spezialfall stellt die Abfallverbrennungsanlage in Simmering dar. Klärschlamm wird von der Hauptkläranlage der Stadt Wien mittels Pumpenförderung zur Abfallverbrennungsanlage transportiert, mechanisch vorbehandelter Abfall wird per LKW zur Anlage geliefert, sehr kleine Abfallmengen werden auch per Bahn bzw. per PKW angeliefert.

Eine Anlieferung per Schiff wäre grundsätzlich denkbar, ist jedoch in Österreich nicht realisiert.

<sup>46</sup> bezieht sich sowohl auf den Wirbelschicht- als auch auf den Drehrohrofen



### 3.2 Externe Abfallvorbehandlung

In Verbrennungsanlagen mit Rostfeuerung wird hauptsächlich unbehandelter Abfall (Siedlungsabfall) thermisch behandelt. Nur zu einem geringen Anteil werden auch mechanisch vorbehandelte Abfallfraktionen eingesetzt, die entweder aus mechanischen oder mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen stammen. Im Jahr 2005 wurden 14.915 t Abfall aus mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen in Abfallverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung thermisch behandelt (NEUBAUER & ÖHLINGER 2006). Gemäß Bundesabfallwirtschaftsplan 2006 wurden im Jahr 2004 97.000 t heizwertreiche Fraktion aus Splittinganlagen, vorwiegend in Anlagen mit Wirbelschichtfeuerung, eingesetzt.

Tabelle 12 zeigt Abfallverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung, die extern aufbereitete Abfälle einsetzen. Der Anteil mechanisch aufbereiteter Abfälle am Abfalldurchsatz beträgt an den Standorten Spittelau und Flötzersteig 14 % bzw. 20 %.

*Tabelle 12: Externe Abfallvorbehandlung in Anlagen mit Rostfeuerung, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006)*

	<b>Art und Ausmaß (Masseprozent) der externen Vorbehandlung</b>
Spittelau (Fernwärme Wien)	mechanisch (14 %)
Flötzersteig (Fernwärme Wien)	mechanisch (20 %)
Dürrrohr (AVN)	mechanisch (3 %)
Wels I (WAV)	k. A.
Wels II (WAV)	k. A.
Arnoldstein (KRV)	keine

In Anlagen mit Wirbelschichtfeuerung muss aufgrund der Technologie vorbehandelter oder aufbereiteter Abfall eingesetzt werden. Dabei handelt es sich in erster Linie um Deponiefraktionen oder heizwertreiche Fraktionen, die nicht den geforderten Spezifikationen der nachfolgenden Behandlungsschritte Deponierung oder thermische Behandlung entsprechen. Neben vorbehandelten Siedlungsabfällen und ähnlichen Gewerbeabfällen, Gewerbe- und Sperrmüll werden in Anlagen mit Wirbelschichtfeuerung auch aufbereitete sortenreine Abfallfraktionen aus der getrennten Sammlung (z. B. Kunststoff) eingesetzt. Neben diesen aufbereiteten Abfallarten werden noch Klärschlamm, Altholz, Rejekte, Altpapier usw. eingesetzt.

Im Jahr 2005 wurden 184.995 t Abfall aus mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen in Abfallverbrennungsanlagen mit Wirbelschichtfeuerung thermisch behandelt (NEUBAUER & ÖHLINGER 2006). Eine entsprechende Vorbehandlung erfolgt entweder bereits vor der Anlieferung (z. B. in einer Splittinganlage) oder spätestens am Standort der Abfallverbrennungsanlage.



### 3.3 Eingesetzte Abfälle

#### 3.3.1 Abfallarten und Abfallmengen

In den in Tabelle 13 angeführten Abfallverbrennungsanlagen werden neben unbehandeltem Siedlungsabfall als mengenmäßig bedeutendste Abfallart auch andere Fraktionen wie z. B. Klärschlamm, Rückstände aus der Altpapieraufbereitung und Rückstände aus der mechanischen und mechanisch-biologischen Abfallaufbereitung thermisch behandelt. Die folgende Tabelle zeigt die eingesetzten Abfallmengen der letzten vier Jahre, aufgeschlüsselt nach Abfallverbrennungsanlagen. Eine genaue Aufschlüsselung nach eingesetzten Abfallarten und Mengen ist der jeweiligen Anlagenbeschreibung in Kapitel 5 zu entnehmen.

Tabelle 13: Eingesetzte Abfallmengen 2002–2005, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen).

	Abfallmengen gesamt (t/a)			
	2002	2003	2004	2005
Spittelau (Fernwärme Wien)	268.370	269.462	268.957	258.256
Flötzersteig (Fernwärme Wien)	201.546	202.190	209.627	208.797
Dürrrohr (AVN)	–	–	323.060	322.963
Wels I und II (WAV)	72.559	78.070	79.181	126.264
Arnoldstein (KRV)	–	–	40.644	81.663
Lenzing (RVL)	215.062	214.764	295.038	299.552
Niklasdorf (ENAGES)	–	–	68.737	77.585
Simmering WSO 1–3 (Fernwärme Wien)	197.898	178.443	160.027	178.097
Simmering WSO 4 (Fernwärme Wien)	–	7.189	82.727	101.842
Arnoldstein WSO (ABRG)	30.501	28.650	29.151	29.020
Arnoldstein DRO (ABRG)	–	–	–	3.926
Simmering DRO 1–2 (Fernwärme Wien)	67.022	86.081	95.956	91.418

In den folgenden Abbildungen werden die thermisch behandelten Abfallmengen der Jahre 2002–2005 nochmals graphisch dargestellt und in Gruppen aufgeschlüsselt. Die Abfallmengen beziehen sich dabei auf Tabelle 13 und auf die Anlagenbeschreibungen in Kapitel 5.

In Abbildung 1 sind die Mengen an eingesetzten Abfällen in Anlagen mit den Feuerungstechniken Rost, Wirbelschicht und Drehrohr abgebildet. Die eingesetzten Abfallarten wurden in die Gruppen Siedlungsabfälle und ähnlicher Gewerbeabfall, Abfälle aus der mechanischen Aufbereitung/Shredder-/Leichtabfälle, Sperrmüll, nicht gefährliche Schlämme, gefährliche Abfälle und sonstige nicht gefährliche Abfälle unterteilt bzw. zusammengefasst.



Es zeigt sich, dass die Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle die mit Abstand größte Fraktion darstellt, gefolgt von mechanisch aufbereiteten Abfällen und nicht gefährlichen Schlämmen. Auffallend ist weiters, dass die Siedlungsabfälle und die mechanisch aufbereitete Abfälle eine deutliche Steigerung vom Jahr 2002 bis 2005 erfuhren. Gefährliche Abfälle und sonstige nicht gefährliche Abfälle liegen bei dieser Betrachtung ungefähr gleich auf. Andere eingesetzte Abfallarten wie z. B. Sperrmüll spielen mengenmäßig eine eher untergeordnete Rolle.

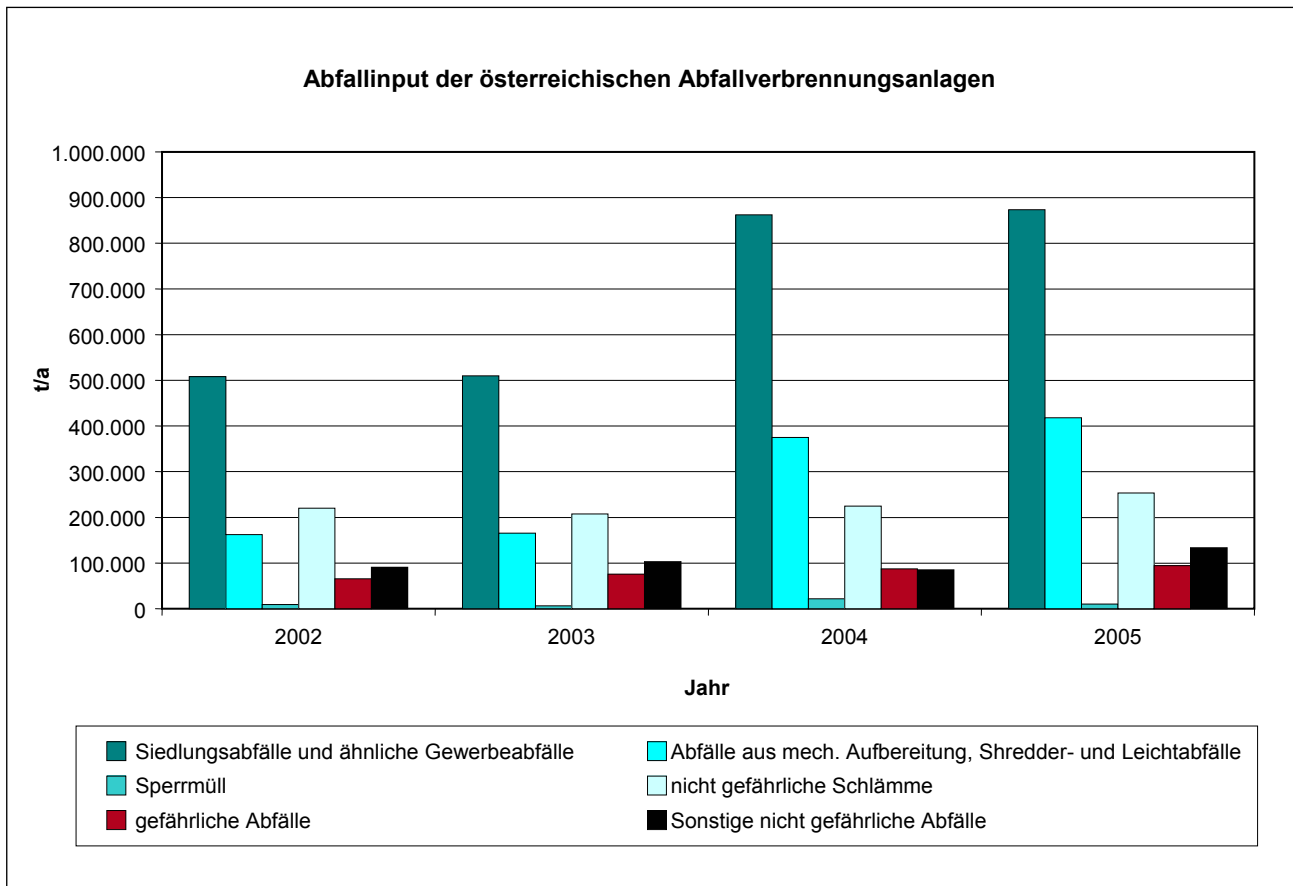


Abbildung 1: Eingesetzte Abfälle österreichischer Abfallverbrennungsanlagen 2002–2005 in t/a (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen).

In Abbildung 2 werden die Mengen an thermisch behandelten Abfällen der Abfallverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung dargestellt. Zusammengefasst bzw. unterteilt sind die Abfallarten zu Siedlungsabfälle und ähnlicher Gewerbeabfall, Abfälle aus der mechanischen Aufbereitung/Shredder-/Leichtabfälle, Sperrmüll, nicht gefährliche Schlämme und sonstige nicht gefährliche Abfälle. Auch hier sind nicht aufbereitete Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle die mit Abstand meist eingesetzte Abfallgruppe. Andere eingesetzte Abfälle spielen mengenmäßig eine eher unbedeutende Rolle. Im Jahr 2002 und 2003 waren drei Anlagen, 2004 fünf Anlagen und 2005 waren sechs Anlagen mit Rostfeuerung in Betrieb (siehe Tabelle 13).

Bei allen drei Abbildungen wurden die Abfallmengen der Anlagen MVA Spittelau und MVA Flötzersteig zur Gänze der Abfallart Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle zugerechnet (siehe Kapitel 5.1 und 5.2). Zwar wurden nach Betreiberangaben dieser Anlagen auch mechanisch aufbereitete Abfälle im Jahr 2005 eingesetzt, eine genaue Zuteilung zu den folgenden als Beispiel angeführten Schlüsselnummern gemäß ÖNORM S 2100 SN 91102, SN 91207, SN 91103, SN 9140... war aber nicht möglich.

Auffallend ist auch die etwas höhere Menge sonstiger nicht gefährlicher Abfälle im Jahr 2005. Diese Menge ergibt sich hauptsächlich aus den Betreiberangaben der WAV (siehe auch 5.3). Die behandelten Abfallmengen beider Anlagen (WAV I und WAV II) wurden für das Jahr 2005 gemeinsam übermittelt und für die Gruppe der restlichen Abfälle wurden keine weiteren Aufschlüsselungen übermittelt. Man kann davon ausgehen, dass es sich hierbei um kommunalen Klärschlamm und aufbereiteten Gewerbeabfall handelt.

Somit haben sechs Anlagenstandorte mit Rostfeuerungstechnologie im Jahr 2005 annähernd 900.000 t Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle thermisch behandelt.

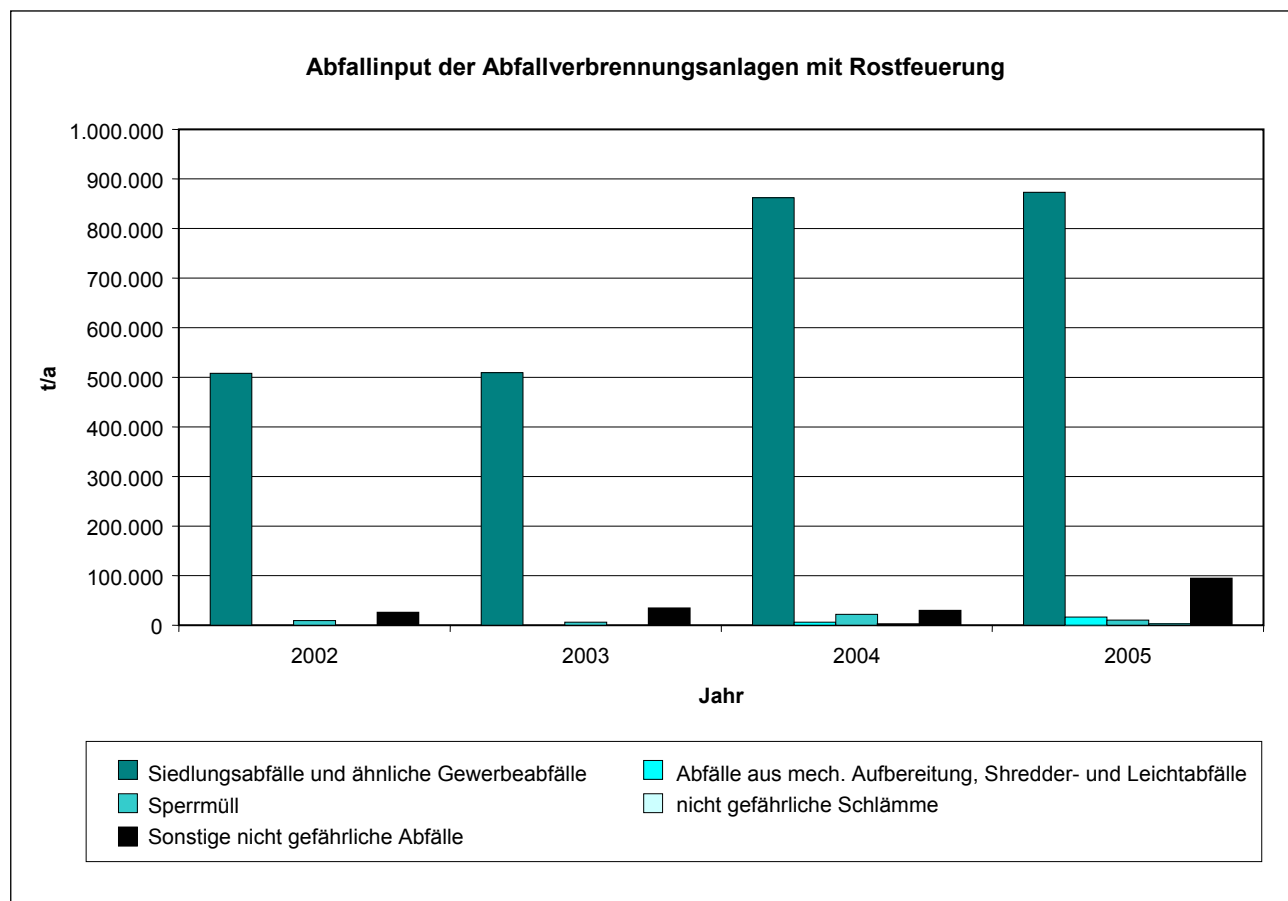


Abbildung 2: Eingesetzte Abfälle in Abfallverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung 2002–2005 in t/a (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen).



Abbildung 3 zeigt die thermisch behandelten Abfallmengen in Anlagen mit Wirbelschichttechnologie. In dieser Abbildung werden die Abfallarten zu den Gruppen Siedlungsabfälle und ähnlicher Gewerbeabfall, Abfälle aus der mechanischen Aufbereitung/Shredder-/Leichtabfälle, nicht gefährliche Schlämme, gefährliche Abfälle und sonstige nicht gefährliche Abfälle zusammengefasst bzw. unterteilt. Es ist gut sichtbar, dass Anlagen mit Wirbelschichtanlagen in erster Linie mechanisch aufbereitete Abfälle gefolgt von nicht gefährlichen Schlämmen einsetzen. Hier macht kommunaler Klärschlamm den Hauptanteil an den nicht gefährlichen Schlämmen aus (siehe Kapitel 5). Die Mengen an gefährlichen bzw. sonstigen nicht gefährlichen Abfällen liegen ungefähr gleich auf, nur im Jahr 2005 wurden deutlich mehr gefährliche Abfälle thermisch behandelt.

Vier Standorte mit Wirbelschichttechnologie haben im Jahr 2005 ca. 400.000 t mechanisch aufbereitete Abfälle und ca. 250.000 t nicht gefährlich Schlämme eingesetzt.

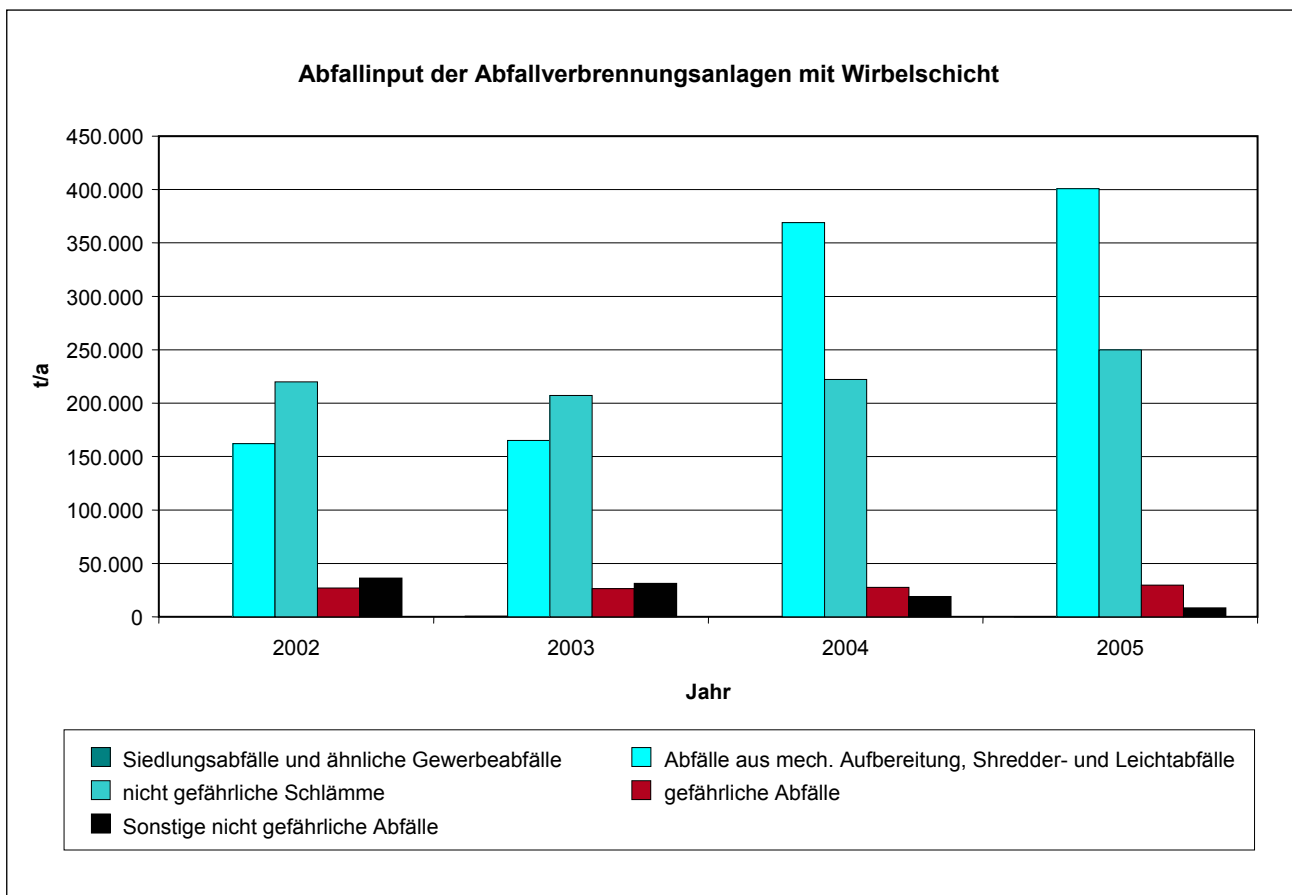


Abbildung 3: Eingesetzte Abfälle in Abfallverbrennungsanlagen mit Wirbelschichtfeuerung 2002–2005 in t/a (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen).

### 3.4 Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

Bei Abfallverbrennungsanlagen fallen aus der Verbrennung und Rauchgasreinigung feste Abfälle und Rückstände wie Schlacke, Flugasche, Gips, Filterkuchen, Eisenschrott usw. an. Mengenmäßig haben dabei die Schlacken die größte Bedeutung gefolgt von Aschen und Eisenschrott. Abfälle und Reststoffe der Verbrennung sind zum Teil gefährliche Abfälle. Eine genaue Aufschlüsselung nach den einzelnen Abfällen und Reststoffen ist der jeweiligen Anlagenbeschreibung in Kapitel 5 zu entnehmen.

### 3.5 Behandlung und Verbleib der Abfälle und Reststoffe

Schlacken bzw. Schlacke-Gips-Gemische werden auf Massenabfall- bzw. Reststoffdeponien abgelagert.

Die Flugaschen werden entweder in Untertage-, Reststoff- oder Massenabfalldeponien deponiert.

Filterkuchen werden auf Untertagedeponien bzw. Reststoffdeponien abgelagert.

Gips wird, sofern er separat anfällt, entweder in der Bauindustrie eingesetzt, auf Massenabfall- bzw. Reststoffdeponien oder untertage abgelagert.

Eisenschrott wird wiederverwertet: bei den Rostfeuerungen wird er nach der Verbrennung separiert, bei den Wirbelschichtfeuerungen vor der Verbrennung.

Tabelle 14: Verbleib des Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

	Schlacke oder Bettasche	Flug- aschen	Filter- kuchen	Gips	Eisen- schrott
Spittelau (FW Wien)	MAD	UT	UT	–	Verw.
Flötzersteig (FW Wien)	MAD	UT	UT	–	–
Dürrrohr (AVN)	MAD	RSD	RSD	Verw.	Verw.
Wels I (WAV)	MAD	MAD	UT	MAD	Verw.
Wels II (WAV)	MAD	UT	UT	Verw.	Verw.
Lenzing (RVL)	MAD	UT	UT	UT	Verw.
Niklasdorf (ENAGES)	RSD	RSD	RSD	RSD	Verw.
Arnoldstein (KRV)	MAD	RSD	–	–	Verw.
Simmering WSO 1–3 (FW Wien)	–	MAD	UT	–	–
Simmering WSO 4 (FW Wien)	MAD	UT	UT	–	–
Arnoldstein (WSO ABRG)	RSD	RSD	RSD	RSD	Verw.
Arnoldstein (DRO ABRG)	RSD	Sonst.	RSD	RSD	Verw.
Simmering DRO 1–2 (FW Wien)	MAD	UT	UT	–	Verw.

MAD .... Massenabfalldeponie

RSD .... Reststoffdeponie

UT ..... Untertage

Verw.... Verwertung



In einzelnen Fällen werden bei Abfällen und Reststoffen aus der Verbrennung die Grenzwerte einzelner Parameter für die entsprechenden Deponietypen überschritten. Laut Auskunft der Anlagenbetreiber werden die Abfälle und Reststoffe aus Abfallverbrennungsanlagen vor der Deponierung zum überwiegenden Teil vorbehandelt, sodass die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden bzw. höhere Grenzwerte wurden von der Behörde für einzelne Abfallarten zugelassen (Anlage 1 Deponie-VO).



## 4 TECHNOLOGISCHE ASPEKTE IM ÜBERBLICK

Eine detaillierte Beschreibung der angewendeten Technologien ist der Studie „Stand der Technik bei Abfallverbrennungsanlagen“ aus dem Jahr 2002 zu entnehmen (STUBENVOLL et al. 2002). Dieses Kapitel enthält ausschließlich ergänzende bzw. aktualisierte Beschreibungen.

### 4.1 Übernahme der Abfälle

LKW, die Abfälle anliefern, werden üblicherweise bei ihrer Ankunft am Betriebsgelände ebenso wie nach Entladung der Abfälle auf einer Brückenwaage verwogen, woraus sich die angelieferten Abfallmengen errechnen lassen. Einige Abfallverbrennungsanlagen sind mit automatischen Erkennungssystemen ausgestattet, die anhand eines am LKW angebrachten Computerchips die angelieferten Abfallmengen automatisch einem Zulieferer zuordnen können.

Eine Mengenerfassung über Lieferscheine erfolgt bei Bahnanlieferung und bei einigen Abfallbehandlungsanlagen auch bei LKW-Anlieferung.

Eine Probenahme mit nachfolgender Analyse der Inhaltsstoffe erfolgt bei nicht gefährlichen Abfällen nur in Ausnahmefällen. Üblicherweise werden nicht gefährliche Abfälle im Zuge der Anlieferung bzw. Entladung einer Sichtkontrolle durch Mitarbeiter der Anlagenbetreiberfirmen unterzogen.

Betreiber, die auch bzw. überwiegend gefährliche Abfälle zur Behandlung übernehmen, wie dies beispielsweise beim Standort Simmeringer Haide der Fernwärme Wien sowie bei der Firma ABRG in Arnoldstein der Fall ist, beproben jede angelieferte Abfallcharge. Auf Basis der gemäß geltender Normen ermittelten chemischen und physikalischen Parameter werden die Abfälle in solchen Mischungsverhältnissen miteinander vermengt, dass die eingesetzten Abfälle in den Drehrohröfen möglichst konstante Eigenschaften (v. a. hinsichtlich Heizwert und Chloridgehalt) aufweist. Für den Fall, dass zu einem späteren Zeitpunkt weitere Analysen erforderlich sein könnten, werden von sämtlichen angelieferten Abfällen auch Rückstellproben auf Lager gelegt.

Jene Anlagenstandorte, die größere Mengen an Abfällen aus dem Spitalsbereich zur Behandlung übernehmen, wie etwa die Abfallverbrennungsanlagen der Fernwärme Wien, verfügen zudem über Detektoren für radioaktive Strahlung im Bereich der Werkseinfahrten. Da Fehlwürfe seitens der SpitalsmitarbeiterInnen nicht ausgeschlossen werden können, kann es gelegentlich dazu kommen, dass radioaktiv belastete Abfälle bei den thermischen Abfallbehandlungsanlagen angeliefert werden. Wird im Einzelfall bei einer Abfalllieferung eine erhöhte Strahlenbelastung festgestellt, so werden diese Abfälle durch einen Sachverständigen untersucht, der über die weitere Vorgangsweise entscheidet. Häufig besteht diese darin, dass die angelieferten Abfallcontainer, deren Transport untersagt ist, so lange am Betriebsstandort zwischengelagert werden, bis keine Strahlenbelastung mehr festgestellt werden kann.



## 4.2 Aufbereitung der Abfälle

Die Notwendigkeit einer externen oder internen Aufbereitung der Abfälle steht in engem Zusammenhang mit der Feuerungstechnologie der Abfallverbrennungsanlage.

### 4.2.1 Aufbereitung vor Rostfeuerung

In den österreichischen Rostfeuerungsanlagen werden – neben geringen Mengen an Abfällen, die einer externen mechanischen oder mechanisch-biologischen Aufbereitung unterzogen wurden – hauptsächlich unbehandelte Siedlungsabfälle verbrannt. Der angelieferte Sperrmüll wird jedoch üblicherweise nach Anlieferung zerkleinert, wofür im Allgemeinen **Rotorscheren** zum Einsatz kommen. Diesem Konzept folgen die Rostfeuerungsanlagen Dürnrrohr und Arnoldstein sowie die derzeit in Bau befindliche Anlage Pfaffenau.

Am Standort der Rostfeuerungsanlage der WAV in Wels befindet sich eine mechanische Aufbereitungsanlage für Sperrmüll und Gewerbeabfälle (siehe Kapitel 5.3). Diese besteht aus einem **Shredder** zur mechanischen Zerkleinerung der Abfälle, einem **Magnetabscheider** zur Abtrennung von Eisenmetallen, einem **Sieb** und einem nachfolgenden **Windsichter** zur Trennung nach Partikelgröße. Die aus dem Windsichter abgetrennte Leichtfraktion wird zur Herstellung von Pellets, die im Hochofenprozess eingesetzt werden (derzeit Probetrieb), verwendet. Die anderen brennbaren Fraktionen aus der mechanischen Aufbereitung werden in den beiden Rostfeuerungsanlagen der WAV verbrannt.

### 4.2.2 Aufbereitung vor Wirbelschichtfeuerung

Wirbelschichtfeuerungen stellen bestimmte Anforderungen an die Eigenschaften der eingesetzten Abfälle. Detaillierte Spezifikationen legen neben den chemischen Eigenschaften und Heizwerten der Abfälle auch deren Partikel- und Schüttguteigenschaften, wie beispielsweise

- Partikeldichte
- Schüttdichte
- mittlere Partikelgröße
- Korngrößenverteilung
- Gehalt an inerten (unbrennbaren) Komponenten im Abfall
- maximaler Gehalt an Grobteilen
- maximale Größe der Grobteile (maximale Länge der längsten Kante eines Grobteils, maximale Projektionsfläche eines Grobteils in  $\text{cm}^2$ , maximale Summe aus Länge + Breite + Höhe eines einzelnen Grobteils und dgl.)

fest. Dies zielt darauf ab, ausschließlich solche Abfälle in der Wirbelschichtfeuerung einzusetzen, die keine Ausfälle der Förder- und Dosieraggregate verursachen und in ihrem Fluidisierungsverhalten so weit wie möglich jenem des eingesetzten Bettmaterials entsprechen. Die Abfallpartikel sollen in das Wirbelbett eingezogen werden und sich möglichst gut mit diesem vermischen, sodass sie zum überwiegenden Teil im Bereich des Wirbelbettes verbrennen. Zu schwere oder zu große Partikel würden im Wirbelbett absinken, während zu kleine oder zu leichte Partikel vorzeitig mit den Rauchgasen mitgerissen werden, was jeweils in einem unvollständigen Ausbrand resultieren würde.



Werden Abfälle in die Wirbelschichtfeuerung eingebracht, die nicht den vorgegebenen Spezifikationen entsprechen, wird das Betriebsverhalten der Anlage gestört. Insbesondere wenn Abfälle mit einem zu hohen Gehalt an Grobteilen zum Einsatz kommen, kann dies unter Umständen innerhalb weniger Stunden zu Anlagenstörungen führen, die einen mehrtägigen Anlagenstillstand bedingen.

Da sich die Abfallqualität stark auf die Anlagenverfügbarkeit auswirkt, sind die in Österreich betriebenen Wirbelschichtfeuerungsanlagen der RVL Lenzing, ABRG Arnoldstein und TRV Niklasdorf jeweils mit (internen) mechanischen Abfallaufbereitungsanlagen ausgestattet. Die Aufbereitung umfasst jeweils die Schritte **Zerkleinerung** und **Metallabscheidung**. RVL Lenzing und TRV Niklasdorf verfügen darüber hinaus auch über **Siebschritte**.

Einen Sonderfall stellt in dieser Hinsicht der Wirbelschichtofen 4 (WSO 4) der Fernwärme Wien dar, der am Standort Simmeringer Haide betrieben wird. In dieser Anlage kommen – neben geringen Mengen an entwässertem Klärschlamm – in erster Linie Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle zum Einsatz, die extern vorbehandelt wurden und keiner weiteren internen Aufbereitung unterzogen werden. Die Magistratsabteilung 48 (MA 48) der Gemeinde Wien betreibt im Rinterzelt eine Splittinganlage zur mechanischen Aufbereitung von Siedlungsabfällen und ähnlichen Gewerbeabfällen. Die Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle werden in der Splittinganlage in **Shreddern** (Rotorscherezerkleinerer) zerkleinert und anschließend in zwei **Trommelsieben** in insgesamt drei Fraktionen (< 50 mm, 50–250 mm, > 250 mm) aufgetrennt. Die mittlere Fraktion wird mittels **Magnetabscheidern** von Eisenmetallen und mittels **NE-Metallabscheidern** von Nichteisenmetallen befreit und als Hauptbrennstoff im WSO 4 eingesetzt.

#### 4.2.3 Aufbereitung vor Drehrohröfen

Abfälle, die in Drehrohröfen verbrannt werden, bedürfen im Allgemeinen keiner mechanischen Aufbereitung. Bei den in Österreich betriebenen Drehrohröfen werden die Abfälle jedoch einer Vorvermischung unterzogen, um die Schwankungsbreite der Eigenschaften der zu verbrennenden Abfallmenge möglichst gering zu halten.

Bei den beiden Drehrohröfen der Fernwärme Wien, Standort Simmeringer Haide, beschränkt sich die mechanische Aufbereitung auf eine Vorvermischung der verschiedenen Abfallfraktionen.

Im Fall des Drehrohröfens der Firma ABRG in Arnoldstein werden die Abfälle zuerst einer mechanischen Aufbereitung in zwei **Shreddern** unterzogen und erst nachfolgend vorvermischt. Am Standort der ABRG wird neben dem Drehrohröfen auch eine stationäre Wirbelschichtfeuerungsanlage betrieben, die bereits einige Jahre vor dem Drehrohröfen in Betrieb genommen wurde und höhere Anforderungen an die Eigenschaften der eingesetzten Abfälle stellt. Beide Anlagen verbrennen zum überwiegenden Teil dieselbe Abfallmenge aus der zentralen Abfallvorbehandlungsanlage.

### 4.3 Lagerung

Die Lager der Abfallverbrennungsanlagen sind üblicherweise so groß, dass sie einen kontinuierlichen Betrieb der Abfallverbrennungsanlage ermöglichen, auch wenn, beispielsweise bedingt durch mehrere aufeinander folgende Feiertage, einige Tage lang keine Abfallanlieferung erfolgt.



Um die eingelagerten Abfälle vor Witterungseinflüssen zu schützen und die Beeinträchtigung von AnrainerInnen durch Lärm- und Geruchsbelästigung möglichst gering zu halten, werden die Abfälle im Regelfall in geschlossenen Gebäuden gelagert. Die Abfallbunker sind jeweils mit Greiferkränen ausgestattet, die an fahrbaren Kran-schienen mit Laufkatzen aufgehängt sind und sich im gesamten Bunkerbereich bewegen können. Sie dienen einerseits der Vorvermischung der Abfälle im Bunker mit dem Ziel der Homogenisierung, andererseits der Aufgabe der Abfälle in die Beschickungseinrichtungen der Feuerungen.

Der in den Bunker entladene Müll wird maximal fünf Tage gelagert. Um die Geruchsbelästigung des gelagerten Mülls auf ein Minimum zu reduzieren, wird ein erheblicher Teil der Verbrennungsluft direkt aus dem Müllbunker abgesaugt. Im Müllbunker herrscht daher ständig leichter Unterdruck, wodurch Umgebungsluft in den Bunker eingesaugt wird.

Die großen Mengen an in diesen Bunkern gelagerten Abfällen stellen beträchtliche Brandlasten dar, sodass die Abfallbunker üblicherweise eigene Brandabschnitte darstellen und mit Löscheinrichtungen wie beispielsweise Löschschaumkanonen ausgestattet sind. Bei einigen Anlagen, wie beispielsweise AVN in Dürnrohr, werden die Abfallbunker mittels Infrarotkameras überwacht, die einen lokalen Temperaturanstieg im Bereich der Abfallbunker detektieren können, wodurch automatisch die Löschvorrichtungen im Bunkerbereich in Betrieb gesetzt werden.

## 4.4 Abfallbeschickung

Die Abfallbeschickungseinrichtungen haben nicht nur die Entfernung zwischen Abfallbunker und Feuerraum zu überbrücken, sondern erfüllen auch den Zweck der Abfalldosierung, was hinsichtlich der Feuerleistungsregelung von großer Bedeutung ist. Die Abfallförderung in den Feuerraum wird vom Leitsystem geregelt.

Aufgrund der unterschiedlichen Feuerungstechnologien kommt dem der Feuerung vorgeschalteten Beschickungssystem jeweils unterschiedliche Bedeutung zu.

### 4.4.1 Beschickung mit pumpfähigen Abfällen

Flüssige Abfälle (Altöle, Lösungsmittelrückstände etc.) werden vor allem in Drehrohr- und Wirbelschichtöfen eingesetzt und üblicherweise mit Pumpen gefördert und über Lanzen oder eigene Brenner in den Feuerraum eingebracht.

Entwässerter Klärschlamm wird einerseits mittels Dickstoffpumpen gefördert und ebenfalls über Lanzen in den Feuerraum eingebracht. Andererseits kann Klärschlamm aber auch mit den festen Abfällen vorvermischt und über die Brennstoffbeschickung für feste Abfälle in den Feuerraum eingetragen werden. Bei Rostfeuerungsanlagen geschieht die Vorvermischung üblicherweise im Bereich der Abfallschurren (siehe 4.4.2.1), bei anderen Feuerungstechnologien beispielsweise im Bereich einer Förderschnecke oder eines Förderbandes.



#### 4.4.2 Beschickung mit festen Abfällen

In Abhängigkeit von der Feuerungstechnologie werden unterschiedliche Beschickungssysteme für feste Abfälle gewählt.

Hinsichtlich Schwankungen im Abfalldurchsatz stellen Drehrohr- und vor allem Rostfeuerungsanlagen im Vergleich zu Wirbelschichtfeuerungen relativ träge, stabile Systeme dar. Der Hauptgrund dafür liegt in den verhältnismäßig langen Verweilzeiten der Abfälle in den Brennkammern von Rost- bzw. Drehrohröfen, die in der Größenordnung zwischen 30 und 60 Minuten liegen. Wird der Abfalldurchsatz verändert, so wirkt sich dies im stationären Betrieb nur relativ langsam auf das Betriebsverhalten der Feuerung aus.

Stationäre und zirkulierende Wirbelschichtsysteme hingegen zeichnen sich durch relativ homogene Verbrennungsbedingungen im Feuerraum aus. Das Sandbett weist eine sehr intensive horizontale und vertikale Vermischung der Sand- und Abfallpartikel auf. Auch ist bei Wirbelschichtfeuerungen ein inniger Kontakt der Abfallpartikel mit der Verbrennungsluft (Fluidisierungsluft) gegeben. Die Brennstoffpartikel weisen bei Wirbelschichtfeuerungen aufgrund ihrer geringen Größe nur sehr kurze Verweilzeiten im Feuerraum von wenigen Sekunden bis Minuten auf. Bedingt durch diese Faktoren stellen Wirbelschichtfeuerungen – verglichen mit Rost- oder Drehrohröfen – sensible Systeme dar, die auf eine Änderung des Abfalldurchsatzes sehr rasch mit Änderungen im Betriebsverhalten reagieren. Insbesondere bedürfen sie eines kontinuierlichen, exakt geregelten Abfalleintrags in den Feuerraum. Bei Wirbelschichtfeuerungen kommt daher der Gestaltung des Brennstoffförder- und -dosiersystems große Bedeutung zu.

##### 4.4.2.1 Rostfeuerungsanlagen

Im Falle von Rostfeuerungsanlagen wird der Abfall vom Greiferkran in eine Schurre abgeworfen. Die Schurre ist ein mehrere Meter hoher senkrechter Aufgabeschacht, in dem die Abfälle langsam nach unten wandern. Die in der Schurre stehende Abfallschüttung dichtet den Feuerraum gegen den Abfallbunker hin ab, sodass keine Rauchgase in den Bunker gelangen können. Haben die Abfälle das untere Ende der Schurre erreicht, so rutschen sie auf den Verbrennungsrost und werden durch Verteilvorrichtungen über die Breite des Rostes verteilt. Über die Bewegungen des Rostes und der Verteilvorrichtungen, die vom Leitsystem geregelt werden, wird bei Rostfeuerungsanlagen eine gewisse Brennstoffdosierung erreicht.

##### 4.4.2.2 Wirbelschichtfeuerungsanlagen

Die entsprechend aufbereiteten Abfälle werden üblicherweise mittels Greiferkran aus dem Abfalllager ausgebunkert und in einen kleineren Bunker eingetragen, der als Puffer für die dahinter liegende Förder- und Dosierstrecke dient. Dieser kleinere Bunker ist erforderlich, da die Brennstoffdosierung kontinuierlich erfolgen muss, der Greiferkran die Abfälle jedoch nur diskontinuierlich aufgeben kann.

Größere Entfernungen zwischen Abfalllager und Verbrennungsanlage werden üblicherweise mittels kontinuierlich arbeitender Förderaggregate, z. B. mittels Bandförderer, überbrückt. Die eigentliche Dosiereinrichtung ist beispielsweise als langsam laufende Förderschnecke oder, wie bei der Anlage TRV Niklasdorf, als Steilförderer ausgestaltet. Die Dosiereinrichtung ist jenes Aggregat, welches alleine den



exakten Abfalldurchsatz regelt, während sämtliche vor- und nachgeschaltete Förderaggregate ausschließlich der Förderung der Brennstoffe dienen. Das Dosieraggregat soll sich möglichst nahe am Kessel befinden, um die Reaktionszeit des Beschickungssystems hinsichtlich der Feuerleistungsregelung möglichst kurz zu halten. Vor dem Dosieraggregat fungiert eine Dosiervorlage als Abfallpuffer. Die Fördergeschwindigkeiten sämtlicher Aggregate ebenso wie deren Verhalten bei Geschwindigkeitsänderungen von nachgeschalteten Förderaggregaten müssen exakt aufeinander abgestimmt sein und werden von Leitsystem geregelt.

Um ein Zurückschlagen von Rauchgasen aus dem Feuerraum in die Dosiereinrichtungen zu verhindern, muss die Dosierstrecke gegenüber dem Feuerraum abgedichtet sein. Dies geschieht üblicherweise mittels einer Zellenradschleuse.

Zur Einbringung der Abfälle in den Feuerraum kommen üblicherweise Wurfbeschicker oder luftunterstützte Fallbeschicker (Air Spouts) zum Einsatz. Auch eine Einbringung mittels gekühlter Förderschnecken ist möglich.

#### 4.4.2.3 Drehrohröfen

Das Beschickungssystem der Drehrohröfen besteht bei der Anlage der Firma ABRG in Arnoldstein aus mehreren hintereinander geschalteten Förderbändern, die in eine Abfallschurre oberhalb des Drehrohres abwerfen.

Bei den Drehrohröfen am Standort Simmeringer Haide der Fernwärme Wien werden die Abfälle mittels Greiferkran direkt in die Abfallschurren der Drehrohre aufgegeben. Eine Beschickung mit ganzen brennbaren Fässern, wie sie beispielsweise für die Anlieferung von infektiösen Krankenhausabfällen verwendet werden, ist auf diese Weise ebenfalls möglich.

## 4.5 Feuerungstechnologie

### 4.5.1 Der Verbrennungsprozess

Der Verbrennungsprozess von Abfällen und festen Brennstoffen gliedert sich in folgende Phasen:

- Trocknung
- Entgasung
- Vergasung
- Ausbrand (feststoff- und gaseitig).

Diese Phasen finden bei den klassischen Verfahren im Feuerraum und in der Nachbrennkammer statt. Auf dem Rost und im Drehrohr laufen obengenannte Prozesse langsam ab und sind durch die Zufuhr der Verbrennungsluft steuerbar. Beim Wirbelschichtverfahren laufen die einzelnen Phasen der Verbrennung aufgrund der geringen Partikelgröße der eingebrachten Abfälle in sehr rascher Folge ab, wobei eine Steuerung des Verbrennungsprozesses mittels gestufter Luftführung bis hin zur Ausbildung von unterstöchiometrischen Reaktionszonen möglich ist.



Die Hauptbestandteile der Verbrennungsgase werden vor allem durch die Inhaltsstoffe der eingesetzten Abfälle bestimmt. Je nach Verfahren hängt die Zusammensetzung der Abgase von der Variation des Luftüberschusses und von feuerungstechnisch beeinflussbaren Parametern (z. B. Temperatur, Verweilzeit der Abgase in Abhängigkeit von der Temperatur) ab. Mit feuerungstechnischen Maßnahmen können die Emissionen folgender Schadstoffe reduziert werden: Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Kohlenwasserstoffe ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ) und Staub. Bei der Wirbelschichtfeuerung kann unter gewissen Voraussetzungen Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) in die Bettasche eingebunden werden.

Die mit den Abfällen eingebrachte Feuerungswärme wird bei allen in Österreich angewendeten Verfahren zur Gänze in Abhitzeesseln umgesetzt. Unterschiede bestehen zwischen den einzelnen Verfahren in der Höhe der Abstrahlverluste und in der Höhe der sonstigen zugeführten Leistungen (z. B. Luftvorwärmung, Zusatzfeuerung). Der Gesamtwirkungsgrad einer Abfallverbrennungsanlage (das ist das Verhältnis von nutzbarer abgeführter Energie zu zugeführter Energie) ist daher weniger von der Art der Feuerung als von den Auslegungsparametern des Kessels abhängig.

Die Masse der festen Abfälle aus der Verbrennung von Abfällen hängt hauptsächlich von der Zusammensetzung der eingesetzten Abfälle und der Güte des Ausbrandes ab. Zudosierte Chemikalien wie Kalkstein (bei der Wirbelschichtfeuerung) oder Kalhydrat (in den Abgasstrom vor der Staubabscheidung) haben nur geringfügige Auswirkungen auf die Gesamtmasse der festen Abfälle aus der Verbrennung.

#### 4.5.2 Rostfeuerung

Derzeit sind in Österreich die Müllverbrennungsanlagen FWW Flötzersteig, FWW Spittelau, WAV Wels, AVN Dürnrohr und KRV Arnoldstein mit einer Rostfeuerung ausgestattet. Bei der derzeit in Bau befindlichen Anlage FWW Pfaffenau ist ebenfalls der Bau einer Rostfeuerung vorgesehen.

Die durchmischten Abfälle werden mit einer Krananlage aus dem Abfallbunker in die – der Feuerung vorgeschaltete – Abfallschurre aufgegeben. Die Abfallsäule in der Schurre bildet die luftseitige Dichtung zwischen Feuerraum und Müllbunker. Ist zu wenig Abfall in der Schurre, wird die Abfallschurre durch einen Schieber oder eine Klappe geschlossen. Der Verbrennungsrost ist zum Austrag hin mittels Siphon und Wasserbad sowie einem Entschlacker luftdicht abgeschlossen.

Die eigentliche Aufgabe der Abfälle auf den Rost erfolgt durch Zuteiler, welche am unteren Ende der Schurre angeordnet sind. Diese können als Stössel oder als Wanderrost ausgebildet sein. Die Stössel- oder Wanderrostgeschwindigkeit wird in Abhängigkeit von der eingestellten Leistung geregelt. In den österreichischen Abfallverbrennungsanlagen werden ausnahmslos Stösselzuteiler eingesetzt.

Am Rost wird der Müll weitertransportiert, geschürt und mit der durch den Rost strömenden Primärluft in Kontakt gebracht. In verschiedenen Zonen können unterschiedliche Rostgeschwindigkeiten und Luftmengen eingestellt werden.

Man unterscheidet zwischen Stabrosten und Walzenrosten, wobei sich letztere in Österreich derzeit nicht in Betrieb befinden und ihr zukünftiger Einsatz aus jetziger Sicht auch nicht geplant ist.



Bei den in Österreich in Betrieb bzw. in Bau befindlichen Rostsystemen handelt es sich ausschließlich um Stabroste. Folgende **Stabrost**-Systeme sind in Österreich im Einsatz:

- *Vorschubrost*: Die bewegliche Stabreihe schiebt den Müll nach vorne. Durch unterschiedliche Geschwindigkeiten in den einzelnen Zonen kann die Höhe des Müllbettes gesteuert werden.
- *Rückschubrost*: Die bewegliche Stabreihe schiebt den Müll zurück, der unmittelbar am Rost liegt. Durch die Rostneigung überschlägt sich der Müll im oberen Bereich des Müllbettes.
- *Gegenschubrost*: Jede zweite bewegliche Stabreihe läuft gegengleich zur dazwischenliegenden. Eine bewegliche Reihe schiebt den Müll nach vorne, die nächste zieht zurück und bietet Raum für den vorgeschobenen Müll.

Bei größeren Stabrosten sind über die Breite mehrere Bahnen angeordnet. Über die Länge wechseln sich feste und bewegliche Stabreihen ab. Die beweglichen Stabreihen sind an sogenannten Rostschlitten eingehängt.

Durch die Schürung werden immer neue Abbrennflächen freigelegt. Die feststoffseitige Ausbrandgeschwindigkeit kann daher durch Schürung und Primärluftzufuhr geregelt werden. Der Rost ist in Längsrichtung in mehrere Zonen unterteilt, die über eine gemeinsame Primärluftversorgung verfügen. Dadurch kann die Luftversorgung für die verschiedenen Rostzonen separat geregelt werden.

Die Einblasung von Sekundärluft erfolgt seitlich in den Feuerraum und bewirkt eine Durchmischung der mit der Primärluft entfachten Gase und dadurch den vollständigen Ausbrand der Abgase. Das Zusammenwirken von Zuteiler, Rostbewegung, Primär- und Sekundärluftzufuhr sowie gegebenenfalls der Rauchgaszirkulation wird in Abhängigkeit der Feuerungsparameter und der Kesselleistung bei modernen Anlagen durch eine Feuerungsleistungsregelung gesteuert.

Erdgas oder Öl wird beim An- und Abfahren der Anlage eingesetzt. Im kontinuierlichen Betrieb ist üblicherweise keine Zusatzfeuerung notwendig.

Die Schlacke wird zur Erwärmung der Verbrennungsluft herangezogen und dabei abgekühlt. Am Rostende fällt die Schlacke durch die Schlackenschurre in den Entschlacker. Die Entschlacker sind durchwegs als Nassentschlacker ausgeführt. Die Schurre taucht so tief in das Wasser des Entschlackers ein, dass ein Luftabschluss zwischen Feuerraum und Schlackenausstrag gegeben ist. Im Schlackenbad wird die Schlacke weiter abgekühlt. Stößel, Kratzförderer oder Plattenbänder tragen die Schlacke aus dem Entschlacker aus und dienen gleichzeitig als Entwässerungsorgan. Durch den Kontakt mit dem Wasser des Nassentschlackers wird der Anteil an löslichen Bestandteilen in der Schlacke deutlich verringert. Die ausgetragene Schlacke wird anschließend zumeist über ein Grobsieb und Magnetabscheider geführt.

#### 4.5.3 Wirbelschichtfeuerung

In Österreich werden Wirbelschichtfeuerungen zur Abfallverbrennung an den Standorten FWW Simmeringer Haide, AVE-RVL Lenzing, ABRG Arnoldstein, und TRV Niklasdorf betrieben. Bei der Anlage der AVE-RVL Lenzing handelt es sich um eine zirkulierende Wirbelschicht, bei den anderen Anlagen um stationäre Wirbelschichtfeuerungen.

Bei stationären Wirbelschichtsystemen wird ein Sandbett durch die über Düsen eingebrachte Primärluft in Schwebe gehalten. Die Leerrohrgeschwindigkeit des Fluidisierungsgases liegt etwas oberhalb der Lockerungsgeschwindigkeit. Die Lockerungsgeschwindigkeit ist jene Gasgeschwindigkeit, bei der die am Einzelkorn ansetzende Schwerkraft mit der Auftriebskraft im Gleichgewicht steht, der Partikel also zu schweben beginnt und sich innerhalb des Wirbelbettes bewegt.

Bei zirkulierenden Systemen liegen die Leerrohrgeschwindigkeiten der Fluidisierungsgase nicht nur deutlich oberhalb der Lockerungsgeschwindigkeit, sondern auch oberhalb der Austragsgeschwindigkeit. Die Sand- und Aschepartikel werden mit den Rauchgasen mitgerissen und im Flugstrom aus dem Feuerraum ausgelesen. In einem nachfolgenden Zyklon werden die Partikel aus dem Rauchgasstrom abgetrennt und über ein Fallrohr, das im unteren Bereich wie ein Siphon ausgebildet ist, in den Feuerraum zurückgeführt.

Die Rauchgase und die in ihnen dispergierten feinen Asche- und Sandpartikel (Flugasche) verlassen den Zyklon und gelangen in die Rauchgasreinigung.

Stationäre Wirbelschichtanlagen werden üblicherweise mit Feuerungsleistungen bis zu maximal ca. 100 MW eingesetzt. Oberhalb dieses Wertes lässt sich bei stationärer Bauweise die Übertragung der freigesetzten Verbrennungswärme in den Wasser-Dampf-Kreislauf des Kessels nicht mehr zufriedenstellend bewerkstelligen. Zirkulierende Wirbelschichtfeuerungen kommen im Feuerleistungsbereich von ca. 50 MW aufwärts zum Einsatz.

Die eingebrachten Abfälle werden in das heiße Sandbett eingemischt und verbrennen spontan. Eine Regelung der Verbrennungsgeschwindigkeit über die Luftzufuhr ist daher nicht möglich. An die Gleichmäßigkeit des Eintragsystems und die Güte der Einmischung in das Sandbett sind daher hohe Anforderungen gestellt, welche im Allgemeinen nur mit zerkleinerten aufbereiteten Abfallfraktionen erfüllt werden können. Zerkleinerte Abfälle werden aus dem Zwischenbunker über Dosierstationen in die Feuerung aufgegeben.

Leichte Ascheteilchen gelangen als Flugasche in den Abgasstrom, schwere Teile sinken im Bett ab und werden gemeinsam mit dem Bettmaterial über den Bettmaterialabzug trocken ausgelesen. Metallteile fallen trocken, abgekühlt und wie sandgestrahlt gemeinsam mit körnigem Bettmaterial an und lassen sich daher leicht separieren.

Je nach Auslegung können die Feuerräume von Wirbelschichtanlagen gekühlt oder ausgemauert ausgeführt werden. Die große Menge an Sand im Feuerraum nivelliert die Feuerraumtemperatur und unterstützt eine gute Durchmischung von Abfällen, Zuschlagsstoffen und Rauchgasen. Durch Zugabe von Kalkstein kann daher  $\text{SO}_2$  so effizient eingebunden werden, dass unter gewissen Umständen auf eine nachgeschaltete Entschwefelungsstufe verzichtet werden kann. Allerdings wird durch Zugabe von Kalk oder Kalkstein die Salzfracht in der Asche erhöht. Aus Rücksicht auf die Deponieeigenschaften der entstehenden Abfälle kann daher auch aus wirtschaftlichen Gründen eine Nasswäsche für die  $\text{SO}_2$ -Abscheidung nach Wirbelschichtfeuerungen durchaus sinnvoll sein.



#### 4.5.4 Drehrohrfeuerung

Drehrohre sind längliche, zylinderförmige Reaktoren, die typischerweise eine Länge von rund zehn Metern und einen Durchmesser von zwei bis vier Metern aufweisen. Sie sind beweglich gelagert und drehen sich mit Geschwindigkeiten von üblicherweise rund 10–20 Umdrehungen pro Stunde langsam um die eigene Längsachse.

Die Kraftübertragung vom Antriebsmotor auf das Drehrohr erfolgt über große Zahnradkränze, die an der Außenseite des Drehrohrs angebracht sind. Durch die beständige Bewegung des Drehrohrofens werden die Abfälle in seinem Inneren sehr gut durchmischt, während sie langsam von der Aufgabestelle an der Stirnwand des Drehrohres bis zum Schlackeaustrag an dessen anderem Ende wandern. Der Innenraum der Drehrohre kann mit feuerfesten Materialien ausgemauert und fallweise mit statischen Mischereinbauten versehen sein, die die Durchmischung der Abfälle zusätzlich unterstützen. Durch die Neigung und die Drehbewegung des Drehrohres werden die Abfälle weitertransportiert, umgewälzt und mit der Primärluft, welche das Drehrohr durchströmt, in Kontakt gebracht. Ein Drehrohr ist im Gegensatz zum Rost nach unten hin dicht. Es kann daher sowohl flüssige und hochviskose Stoffe aufnehmen als auch schmelzflüssige Schlacke umwälzen und austragen. Im Gegensatz zur Rostfeuerung kann die Verbrennung nicht zonenweise geregelt werden.

Die Stirnwand des Drehrohres ist unbeweglich und über eine Kupplung mit Labyrinthdichtung mit dem beweglichen Drehrohr verbunden. An der unbewegten Stirnwand befinden sich sowohl die Eintragsvorrichtungen für Abfälle als auch feste Brennstoffe (Schurren oder Schneckenförderer). In die Schurre ist meist eine Schleuse integriert, über welche die Abfälle direkt in das Drehrohr gelangen. Weiters befinden sich in der Stirnwand die Stützbrenner auf Basis von Erdgas oder Erdöl, die im Falle von thermischen Abfallbehandlungsanlagen häufig durch hochkalorische flüssige Abfälle wie Altöl oder Lösungsmittel substituiert werden.

Am Ende des Drehrohres fällt die Schlacke entweder leicht gesintert oder als Schmelze an. Durch Abtropfen der Schmelze in das Schlackenbad entsteht ein Schmelzgranulat. Anlagen, in denen nur angesinterte Schlacke entsteht, sind ähnlich wie bei Rostfeuerungen ausgeführt.

Die dem Drehrohr nachgeschaltete Nachbrennkammer dient dem vollständigen Ausbrand der Rauchgase. Zur Sicherung einer ausreichenden hohen Temperatur (je nach Abfallart 850–1.100 °C) sind Nachbrennkammern mit Brennern ausgerüstet, die bei Unterschreiten der vorgesehenen Temperatur automatisch starten. Die Brennkammer wird üblicherweise in vertikaler Bauweise ausgeführt, was das Abziehen grober Flugasche an ihrem unteren Ende im Vergleich zur horizontalen Bauweise maßgeblich erleichtert.

Drehrohr und Nachbrennkammer sind zumeist als adiabatische, ausgemauerte Feuerräume ausgeführt. Abhitzekeessel und Energienutzung unterscheiden sich nicht von jenen nach Rost- oder Wirbelschichtfeuerungen.



## 4.6 Abhitzekessel und Energienutzung

### 4.6.1 Abhitzekessel

Feuerung und Kessel bilden eine verfahrenstechnische Einheit. Der Feuerraum selbst kann – in Abhängigkeit von Heizwert, Brennstoffwärmeleistung, Feuerraumtemperatur, Ausbrandverhalten der Abfälle und Brennstoffe sowie entsprechend der jeweiligen Auslegungskriterien – entweder adiabatisch ausgeführt sein oder über Membranwände verfügen, die als Verdampferheizflächen dienen.

Adiabatische Feuerräume werden typischerweise bei Drehrohren eingesetzt, da aufgrund der beständigen Bewegung des Reaktors ein Wasser-Dampf-Kreislauf praktisch nicht umzusetzen ist. Weiters kommen adiabatische Feuerräume auch bei Wirbelschichtöfen zum Einsatz, typischerweise dann, wenn diese niedrigkalorische Abfälle oder Brennstoffe verbrennen, da in diesem Fall eine ausreichende Verbrennungstemperatur im Feuerraum leichter aufrechtzuerhalten ist.

Bei Feuerräumen, die mit Membranwänden bzw. Flossenwänden, das sind Wände, die aus wassergekühlten Rohren bestehen, ausgestattet sind, befindet sich im Inneren des Feuerraumes üblicherweise eine gemauerte oder bestampfte Auskleidung aus feuerfesten Materialien. Diese schützen einerseits die Membranwände des Kessels vor den korrosiven und erosiven Rauchgasen, andererseits ist die Wahl des Wärmedurchgangskoeffizienten der Ausmauerung ein wesentliches Designkriterium für die Auslegung des Wasser-Dampf-Kreislaufes.

Die Rauchgase verlassen den Feuerraum üblicherweise mit Temperaturen von mindestens 850 °C. Rauchgastemperaturen von um die 1.000 °C sind jedoch auch bei membranwandgekühlten Feuerräumen keine Seltenheit. Diese Temperaturen sind wegen der herrschenden Korrosionsgefahr zu hoch für einen Kontakt zwischen dem Rauchgas und den Wärmetauscherbündeln des Abhitzekessels. Deshalb werden die Rauchgase in den Strahlungszügen der Kesselanlage auf etwa 650 °C abgekühlt. Danach durchströmen sie den Konvektionsteil, wo sie Wärme für die Dampfproduktion an den Wasser-Dampf-Kreislauf abgeben. Die letzten im Rauchgasweg liegenden Wärmetauscherbündel bilden im Allgemeinen den Speisewasservorwärmer (Economizer), in dem die Restwärme der Rauchgase zur Vorwärmung des Speisewassers genutzt wird. Die Rauchgase verlassen den Economizer üblicherweise mit Temperaturen zwischen 160 und 200 °C.

Der Wärmeübergang von den Rauchgasen in den Wasser-Dampf-Kreislauf des Abhitzekessels erfolgt an Rohrleitungen, die von Wasser oder Dampf durchströmt werden. In ihnen erfolgt Wassererwärmung (z. B. im Economizer), Wasserverdampfung (Verdampferheizflächen) oder Erhitzung von Dampf (Überhitzer). Diese Rohrleitungen bilden einerseits die Membranwand des Kessels, sie sind jedoch auch in Form von Wärmetauscherbündeln (Rohrbündeln) im Rauchgasweg angeordnet.

Sämtliche Verdampferflächen des Kessels sind mit der Kesseltrommel verbunden, in der Dampf und heißes Kesselspeisewasser bei Sattedampfparametern miteinander im Gleichgewicht vorliegen. Die Trommel wird kontinuierlich mit vorgewärmtem Speisewasser versorgt, das über zwei redundante Speisewasserpumpen zwecks Vorwärmung durch den Economizer und anschließend in die Trommel geleitet wird.

Bei den in österreichischen Abfallverbrennungsanlagen eingesetzten Kesseln handelt es sich ausnahmslos um Naturumlaufkessel. Das bedeutet, dass der Wasserkreislauf im Kessel allein durch die Verdampfung des Wassers in den Rohren in Gang kommt und, anders als beim Zwangsumlaufkessel, keiner Umwälzpumpe bedarf.



Beim Naturumlaufkessel läuft Wasser aus der Dampftrommel über Fallrohre zu den am unteren Ende des Kessels angeordneten Sammlern, von denen es an die Verdampferheizflächen weitergeleitet wird. Diese Heizflächen werden vom entstehenden Wasser-Dampf-Gemisch von unten nach oben durchströmt. Über obenliegende Sammler wird das Wasser-Dampfgemisch in die Trommel zurückgeleitet, wo sich Wasser und Dampf im thermodynamischen Gleichgewicht befinden. Der Dampf wird oben aus der Dampftrommel abgezogen und über die Überhitzerheizflächen des Abhitzekessels geleitet. Zur Regelung der Dampfaustrittstemperatur dienen Einspritzkühler.

Die Dampfparameter sind durch die Inhaltsstoffe der Rauchgase begrenzt. Bei Rauchgastemperaturen von über 500 °C und Rohrwandtemperaturen von mehr als 420 °C bewirken vor allem Natrium- und Kaliumchlorid Korrosionen. Dadurch können höhere Temperaturen im Überhitzer nur mit Sondermaßnahmen gefahren werden.

Bei den meisten Anlagen werden zur Verhinderung von Hochtemperaturchlorkorrosion Dampfparameter mit einem Druck von weniger als 60 bar und 420 °C gefahren.

In Österreich wird derzeit eine Anlage mit Überhitzertemperaturen von bis zu 500 °C und einem Druck von annähernd 80 bar betrieben. Dafür wird im Abgasstrom der Dampf auf ca. 380 °C überhitzt. Die Endüberhitzung wird in einem sogenannten Fließbettkühler durchgeführt: Umlaufende Asche aus einer zirkulierenden Wirbelschicht wird mit Luft fluidisiert und an Tauchheizflächen abgekühlt. Da die Asche die korrosiven Salze enthält, treten häufig Korrosionsschäden an den Tauchheizflächen des Überhitzers auf. Der höhere Verstromungsgrad wird mit einer geringeren Verfügbarkeit des Überhitzers erkauft. Verbesserungsmaßnahmen sind in Entwicklung.

#### 4.6.2 Technische Möglichkeiten der Energienutzung

Der Energieinhalt der Abgase am Austritt des Kessels wird als Abgasverlust bezeichnet. Das Verhältnis der Energie, die vom Wasser-Dampf-Kreislauf aufgenommen wird, zu der dem Kessel zugeführten Energie wird als Kesselwirkungsgrad bezeichnet. Die Methoden zur Ermittlung des Kesselwirkungsgrades werden durch Normen wie beispielsweise DIN 1942 oder EN 12952-15 geregelt. Der Gesamtwirkungsgrad einer Abfallverbrennungsanlage wird als Verhältnis von nutzbarer abgeführter Energie zu zugeführter Energie definiert.

In Abhängigkeit von Durchsatz und Energieinhalt sämtlicher Massenströme, die dem Kessel zugeführt und von ihm abgezogen werden, sowie in Abhängigkeit von konstruktiven Parametern (Anordnung von Heizflächen, Wärmetauschern etc.) können in Vollast typischerweise Kesselwirkungsgrade von 80 % bis über 85 % erreicht werden.

Der Kesselwirkungsgrad hängt somit auch wesentlich von der Abgasmenge (und damit vom Luftüberschuss) und von der Temperatur der aus dem Kessel austretenden Abgase ab. Die minimale Abgastemperatur wird durch den Säuretaupunkt der Abgase bestimmt.

Bei reiner Stromgewinnung wird der aus dem Kessel austretende Frischdampf über eine Turbine geleitet und anschließend kondensiert. Bei Bedarf an Wärme kann Dampf auf niedrigem Druckniveau aus der Turbine entnommen werden. Wird eine große Wärmemenge benötigt, so wird der Austrittsdruck aus der Turbine auf höherem Niveau gehalten. Dadurch verringert sich der Grad der Verstromung. Zur Verstromung werden teilweise reine Kondensationsturbinen und vor allem bei Wiener Anlagen Gegendruckturbinen eingesetzt.



Bei wärmegeführter Kraft-Wärme-Kopplung d. h. bei voller Nutzung der Abwärme werden je nach Dampfparameter ca. 85 % der im Dampferzeuger umgesetzten Energie als Wärme und ca. 15 % als Strom von der Turbine abgegeben. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage beträgt in diesem Fall bis zu 80 % (brutto, d. h. ohne Abzug des Eigenverbrauchs).

Besteht kein Wärmebedarf, beträgt der von der Turbine abgegebene Strom bei den üblichen Dampfparametern ca. 25 % der im Dampferzeuger umgesetzten Energie. Die überschüssige Energie muss in diesem Fall mit dem Kühlsystem abgeführt werden. Der Gesamtwirkungsgrad liegt in diesem Fall bei rund 20 % (brutto).

Die wesentlichen Verbraucher an elektrischer Energie in einer Abfallverbrennungsanlage sind die Verbrennungsluftventilatoren, Speisewasserpumpen, Umwälzpumpen der nassen Rauchgasreinigungsanlage und der Saugzugventilator. Der Eigenbedarf an elektrischer Energie liegt bei Rost- und Drehrohrfeuerungsanlagen zwischen 3 und 6 % der Brennstoffwärmeleistung bzw. zwischen 20 und 30 % der produzierten Strommenge. Wirbelschichtanlagen haben infolge der höheren Vordrücke der Verbrennungsluft und des zusätzlichen Energiebedarfes für die Abfallaufbereitung einen um ca. 50 % höheren Eigenbedarf an elektrischer Energie.

Die wesentlichen Verbraucher an Wärme sind die Wiederaufheizungsstufen der Abgasreinigung. Die Aufheizung der Rauchgase nach dem Wäscher vor dem Eintritt in trockene Abgasreinigungsanlagen erfolgt durch Gas-Gas-Wärmetauscher und mit Niederdruckdampf beheizten Dampfvorwärmern.

Zur Endaufheizung vor dem Katalysator wird Hochdruckdampf oder Erdgas verwendet. Die notwendige Energie zur Wiederaufheizung kann durch großzügig dimensionierte Wärmeverschiebesysteme gering gehalten werden.

Durch Aufwärmen von Kondensat und Verbrennungsluft mit Niederdruckdampf kann ausgekoppelte Wärme zur Erzeugung von Frischdampf verwendet werden, wodurch die Verstromung erhöht werden kann.

#### **4.6.3 Standortfrage**

Durch die Wahl eines geeigneten Standortes kann eine Abfallverbrennungsanlage in das jeweilige Abfallwirtschaftskonzept optimal integriert werden. Neben dem Ziel der Abfallbehandlung bei geringsten Emissionen soll auch die umgesetzte Energie in größtmöglichem Umfang genutzt werden. Dabei ist die Wahl des Standortes ausschlaggebend.

Hinsichtlich Abfallmanagement ist v. a. die geographische Nähe zum Ort des Abfallanfalles wichtig, um Emissionen durch den Transport (z. B. Geruch, Lärm, Luftschadstoffe) möglichst gering zu halten.



Tabelle 15: Art der Energieauskopplung (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

Anlage	Brennstoff-wärmeleistung (MW)	Art der Energieauskopplung	Anmerkung
Spittelau (Wien)	82	Fernwärme (16 bar, 130 °C), Strom	Brennstoffnutzung <sup>47</sup> : 74,5 %
Flötzersteig (Wien)	50	Fernwärme (16 bar, 250 °C)	Kesselwirkungsgrad: 75 %
Dürnrrohr (AVN)	120	Dampf für die Verstromung zum Kohlekraftwerk (50 bar, 380 °C)	Kesselwirkungsgrad: 85,1 %
Wels I (WAV)	29	elektrischer Strom	Wirkungsgrad (brutto) <sup>48</sup> : 18,6 %
Wels II (WAV)	80	elektrischer Strom	
Lenzing (RVL)	110	Prozessdampf (4 bar), elektrischer Strom	
Niklasdorf (ENAGES)		Prozessdampf, elektr. Strom	
Arnoldstein (KRV)	30	Fernwärme (9 MW), elektr. Strom, Prozessdampf (bei Stillstand der ABRG-Anlagen; 16 bar, 180 °C),	elektr. Wirkungsgrad (netto) <sup>49</sup> : 17 %; max. Brennstoffnutzung <sup>50</sup> : 57 %
Arnoldstein (ABRG)		Prozessdampf (16 bar, ca. 200 °C): 10–12 t/h	
Simmering, Drehrohr 1+2	62	Fernwärme (20 bar, 145 °C); elektr. Strom für den Eigenbedarf;	
Simmering, WSO 1–3	60	Gesamtproduktion: 56 GWh el. Strom, 463 GWh Fernwärme	Kesselwirkungsgrad: WSO 1+2: 73,3 %; WSO 3: 80,8 %
Simmering WSO 4	45		Kesselwirkungsgrad: 82,5 %

Aus den dargestellten Daten ist ersichtlich, dass die Kesselwirkungsgrade<sup>51</sup> neuer Anlagen bei über 80 % liegen (z. B. WSO 4, Dürnrrohr).

Das Spektrum der Energieauskopplung reicht von der reinen Fernwärme- (Flötzersteig), bzw. Prozessdampfauskopplung (Anlagen der ABRG) zu reinen Verstromungsanlagen (Dürnrrohr, Wels I und II). Aufgrund des beschränkten Wärmebedarfs am Standort wird aus der Anlage der KRV vorwiegend Strom ausgekoppelt. Die Anlagen am Standort Simmeringer Haide koppeln Fernwärme aus und erzeugen nur den Strom für den Eigenbedarf.

<sup>47</sup> Die Brennstoffnutzung bezeichnet das Verhältnis der (an ein Netz oder an Dritte) abgegebenen Energie (Strom, Wärme, Prozessdampf) zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft).

<sup>48</sup> Der elektrische Wirkungsgrad brutto bezeichnet das Verhältnis des produzierten Stromes zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft).

<sup>49</sup> Der elektrische Wirkungsgrad netto bezeichnet das Verhältnis des (an das Netz oder an Dritte) abgegebenen Stromes zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft).

<sup>50</sup> Die Brennstoffnutzung bezeichnet das Verhältnis der (an ein Netz oder an Dritte) abgegebenen Energie (Strom, Wärme, Prozessdampf) zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft).

<sup>51</sup> Der Kesselwirkungsgrad (KWG) bezeichnet das Verhältnis der im Wasser-Dampf-Kreislauf aufgenommenen Energie zur Energie, welche dem Feuerraum zugeführt wird (z. B. durch Abfälle, Brennstoffe, vorgewärmte Luft). Wesentliche Einflussgrößen sind die Abgasmenge, der Luftüberschuss und die Temperatur der aus dem Kessel austretenden Abgase.

Die Anlagen in Niklasdorf, Lenzing und Spittelau können als vollwertige KWK-Anlagen betrachtet werden, wo die Energie des Abfalls vollständig als Strom und Wärme genutzt wird.

Hinsichtlich der Nutzung der Energie sind industrielle Standorte und große Ballungsräume, an denen ein möglichst ganzjähriger Bedarf an Strom UND Wärme besteht, eindeutig vorzuziehen. Die Abnahme von Prozessdampf und/oder Fernwärme sollte durch langfristige Verträge abgesichert sein.

Dem Aspekt der ganzjährigen und effizienten Energienutzung ist bei der Errichtung vieler österreichischer Abfallverbrennungsanlagen zu wenig Augenmerk geschenkt worden.

Angesichts der Lebensdauer von Abfallverbrennungsanlagen (die Anlage am Flötzersteig ist z. B. mehr als 40 Jahre in Betrieb) und der beschränkten Möglichkeiten, nachträglich eine kosteneffiziente Verbesserung der Energienutzung zu erreichen, sollte der Wahl des Standortes bei neuen Projekten höhere Priorität eingeräumt werden.

## 4.7 Technologien zur Rauchgasreinigung

Technologien zur Rauchgasreinigung sind unabhängig vom vorgeschalteten Feuerungssystem universell einsetzbar und können in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden.

Zur Abscheidung der Luftschadstoffe Staub, schwer- und leichtflüchtige (z. B. Hg) Schwermetalle, SO<sub>x</sub>, HCl, HF und organische Verbindungen (Dioxine und Furane) werden bei den österreichischen Anlagen zwei Verfahren angewendet:

### ● *Trockenverfahren*

Trockenverfahren werden in Österreich hauptsächlich zur Entstaubung und Vorabscheidung von Schadstoffen wie HCl, HF, SO<sub>2</sub>, Schwermetallen und PCDD/F eingesetzt.

Die Entstaubung mit Elektrofiltern findet ausschließlich im Zusammenwirken mit nachgeschalteten Nassentstaubungsanlagen, nachgeschalteten Festbettadsorbern oder nachgeschalteten Flugstromverfahren statt.

Flugstromadsorber mit nachgeschalteten Gewebefiltern sind sowohl direkt nach dem Abhitzeessel als auch nach den Wäschern angeordnet. Die Anlagen bestehen im Wesentlichen aus einem Trockenreaktor, einem Gewebefilter und Nebenanlagen zum Handling der Adsorptionsmittel und des abgeschiedenen Staubes. Sie werden im Allgemeinen zur Abscheidung von Schwermetallen und PCDD/F eingesetzt, in bestimmten Fällen wird auch eine Abscheidung von HCl, HF und SO<sub>2</sub> angestrebt.

Eine weitere Möglichkeit zur Abscheidung saurer Schadstoffe und zur (Vor-)Abscheidung von Hg und Dioxinen/Furanen bietet der Einsatz des Wirbelschichtverfahrens mit Kalkhydrat und Herdofenkoks als Reagenzien, das in einer geplanten Anlage eingesetzt werden soll.

### ● *Nasse Verfahren*

Nach Abfallverbrennungsanlagen werden üblicherweise zweistufige Nasswäscher eingesetzt. In Österreich sind ausschließlich einbautenfreie Sprühwäscher im Einsatz, mit welchen HCl, HF, SO<sub>x</sub> und Schwermetalle (inklusive Hg) aus dem Rauchgas entfernt werden.



#### 4.7.1 Abscheidung von Staub und schwerflüchtigen Schwermetallen

Zur Staubabscheidung werden Gewebefilter, Elektrostatische Abscheider (Elektrofilter) und nasse Feinststaubabscheider eingesetzt. Die Vorreinigung der Abgase kann durch Zyklone, die einen hohen Abscheidegrad für große Partikel aufweisen, erfolgen.

##### Elektrostatische Abscheider

Elektrofilter sind in den Abfallverbrennungsanlagen Spittelau, Wels I und II, Arnoldstein (ABRG Wirbelschichtkessel) und dem Werk Simmeringer Haide installiert. Bei der Anlage Pfaffenau wird ebenfalls ein Elektrofilter installiert werden.

##### Gewebefilter

Gewebefilter sind derzeit beim Drehrohrofen der ABRG im Einsatz. In der Regel wird ein Gewebefilter mit dem Trockensorptionsverfahren bzw. Flugstromverfahren kombiniert (siehe Kapitel 4.7.2 und 4.7.4).

##### Nasse Feinststaubabscheidung

Venturiwäscher zur Feinststaubabscheidung kommen in der Müllverbrennungsanlage Spittelau, bei den Wirbelschichtöfen 1–3 und den Drehrohrofen des Werkes Simmeringer Haide zum Einsatz.

#### 4.7.2 Abscheidung von HCl, HF, SO<sub>2</sub> und Hg

##### Trocken- und Halbtrockenverfahren

Das trockene Verfahren zur Rauchgasentschwefelung (in Kombination mit einem Gewebefilter) wird derzeit in den Anlagen Flötzersteig, Dürnrohr, Arnoldstein (KRV, ABRG – DRO und WSO), Lenzing und Niklasdorf eingesetzt. Der Einsatz ist bei den geplanten Anlagen Dürnrohr, Frohnleiten, Heiligenkreuz und Zistersdorf vorgesehen.

##### Nasse Rauchgasreinigung

**NaOH-Wäscher** sind z. B. bei den kleinen Anlagen in Arnoldstein und in den Müllverbrennungsanlagen Flötzersteig, Niklasdorf, Wels I und Wels II im Einsatz. Bei allen derzeit in Österreich in Betrieb befindlichen Abfallverbrennungsanlagen mit Natronlaugewäschern erfolgt eine externe Umfällung nach einem vereinfachten Doppelalkaliprozess:

Gipssuspensionswäscher sind z. B. bei den Anlagen Dürnrohr und Lenzing in Betrieb. Bei der in Bau befindlichen Anlage in Pfaffenau ist deren Installation vorgesehen.

#### 4.7.3 Rauchgasentstickung

Das Verfahren der selektiven nicht-katalytischen Entstickung (SNCR-Verfahren) kommt derzeit nur beim Drehrohrofen der ABRG als einziges Entstickungsverfahren zum Einsatz. In allen anderen Anlagen kommt (auch) die selektive katalytische Entstickung (SCR-Verfahren) zur Anwendung.



#### 4.7.4 Reduktion von organischen Verbindungen, sowie PCDD/F

Das **Aktivkoks-Festbettverfahren** wird bei den Anlagen Wels I, Simmeringer Haide, und bei der KRV in Arnoldstein angewendet. Bei der Anlage Pfaffenau ist die Anwendung geplant.

Das **Flugstromverfahren** wird bei den Anlagen der ABRG in Arnoldstein, Wels II, Dürnrohr, Niklasdorf und der AVE-Reststoffverwertung Lenzing angewendet, bei der MVA Zistersdorf, Dürnrohr Linie 3, Frohnleiten und Heiligenkreuz ist die Anwendung geplant.

**Katalytische Oxidationsverfahren** kommen bei den Anlagen Flötzersteig und Spittelau gezielt zur Anwendung.



## 5 BESCHREIBUNG DER ABFALLVERBRENNUNGSANLAGEN

### 5.1 Anlage FWW Flötzersteig

#### Anlagenstandort

Thermische Abfallbehandlungsanlage Flötzersteig  
Flötzersteig 12  
1160 Wien

Die Anlage befindet sich im Westen Wiens.

#### Anlagenbetreiber

Fernwärme Wien GmbH  
Spittelauer Lände 45  
1090 Wien  
Tel.: 01/31326-0  
Fax.: 01/31326-8783  
E-Mail: [info@fernwaermewien.at](mailto:info@fernwaermewien.at)  
[www.fernwaermewien.at](http://www.fernwaermewien.at)

#### Allgemeine Angaben

*Tabelle 16: Allgemeine Angaben – Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig, Referenzjahr: 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).*

<b>Müllverbrennungsanlage Flötzersteig</b>	
Betreiber	Fernwärme Wien GesmbH
Inbetriebnahme	1963
Technologie	Rostfeuerung
Nennkapazität	25 t/h
Durchschnittlicher unterer Heizwert	8,7 GJ/t
Genehmigte Brennstoffwärmeleistung	57 MW
Anzahl der Verbrennungslinien	3

#### Anlagenkonzept

Am Standort werden drei Verbrennungslinien betrieben. Der verfahrenstechnische Aufbau jeder der drei Verbrennungslinien gliedert sich im Wesentlichen in folgende Anlagenkomponenten:

- Müllbunker,
- Feuerungssystem: Gegenlauf-Überschubrost,
- Abhitzeessel,





- Rauchgasreinigungsanlage bestehend aus: Dosierung von mahlaktiviertem Herdofenkoks, Gewebefilter, zweistufige Rauchgasnasswäsche, katalytische Entstickungs- und Dioxinzerstörungsanlage,
- mehrstufige Abwasserbehandlungsanlage,
- Dampfverteilersystem.

Das Verfahrensschema der Anlage Flötzersteig ist in Abbildung 4 dargestellt.

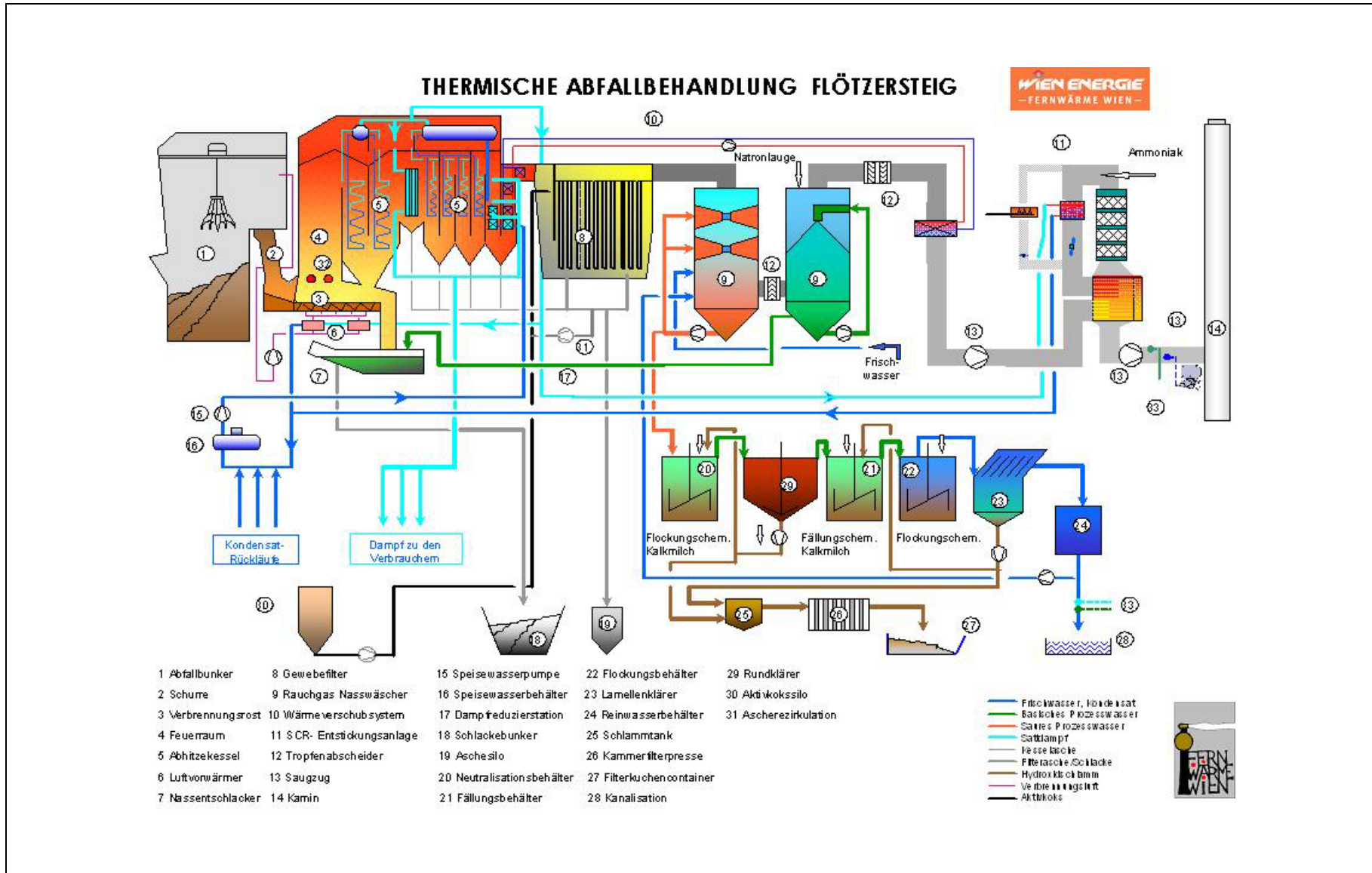


Abbildung 4: Verfahrensschema der Müllverbrennungsanlage Flötzersteig.



## Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

In der Anlage werden Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle der Stadt Wien thermisch behandelt, wobei ca. 20 % des Abfalls zuvor extern in der Sortier- und Aufbereitungsanlage der Stadt Wien (Splittinganlage) mechanisch aufbereitet werden.

Diese Mischfraktion der Splitting-Anlage gelangt nur im Falle eines Engpasses beim WSO 4 der Anlage in Simmering in die Anlage Flötzersteig.

Der Abfall wird zur Gänze per LKW angeliefert (zumeist in der Acht Tonnen Nutzlast-Klasse), wobei ca. 160–230 Anlieferungen pro Tag durchgeführt werden.

Im Zuge der Anlieferung wird die Radioaktivität der angelieferten Abfallfraktionen gemessen.

Die Fahrzeuge werden gewogen und der Müll über zehn Kippstellen in den zweigeteilten Müllbunker eingebracht. Dieser besteht aus einem Tages- und einem Vorratsbunker, der Abfall für maximal drei Tage aufnehmen kann.

Mit Müllgreifern von zwei Brückenkränen werden der Vorratsbunker sowie drei Schurren (Einfülltrichter) beschickt. Der über die Schurren eingebrachte Müll wird durch den Zuteiler auf den Verbrennungsrost geschoben und unter Zufuhr von vorgewärmter Luft verbrannt.

Tabelle 17: In der Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig behandelte Abfallmengen (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005	2006
Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle (teilweise mech. vorbehandelt)	201.546	202.190	209.627	208.797	187.759

Bedingt durch Anlagenstillstände für Umbauarbeiten (Umrüstung Gewebefilter, Wärmerverschiebesystem, A-Koks, DeNOx) ist die Mülldurchsatzleistung im Jahr 2006 reduziert.

Als Anfahr- und Stützbrennstoff wurden im Jahr 2005 rund 320.000 m<sup>3</sup> Erdgas (2006: 764.000 m<sup>3</sup>) eingesetzt; der Erdgasverbrauch für die Wiederaufheizung der Rauchgase betrug rund 3 Mio. m<sup>3</sup> (2006 rund 2 Mio. m<sup>3</sup>; die Umrüstung der DeNOx-Anlage ist bereits erkennbar).

## Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Bei dem Rost handelt es sich um einen Gegenlauf-Überschubrost, der horizontal liegt und keine Abstürze besitzt.

Die Vorwärtsbewegung des Abfalls erfolgt durch gegenläufig bewegte Roststabweihen, die im Wechsel mit feststehenden Roststabweihen angeordnet sind. Durch die Bewegung des Rosts wird der Müll nicht nur vorwärts gefördert, sondern auch geschürt und umgewälzt.



### Abhitzekeessel und Energienutzung

Dem Verbrennungsrost nachgeschaltet ist ein Dampfkessel (Verdampferheizfläche 1.695 m<sup>2</sup>) mit Überhitzer (370 m<sup>2</sup>) und Economizer (220 m<sup>2</sup>). Aus der durch die Verbrennung des Mülls gewonnenen Wärme wird überhitzter Dampf mit 270 °C und 16 bar erzeugt, eine Verstromung des Dampfes erfolgt nicht. Der Kesselwirkungsgrad der Anlage wird mit 75 % angegeben.

Von der Müllverbrennungsanlage führen Dampfleitungen in begehbaren Kanälen zu naheliegenden Großabnehmern. Die Wärmemenge, die nicht von den Großabnehmern abgenommen wird, gelangt über zwei Umformerstationen ins Fernwärmenetz. Dabei wird das Rücklaufwasser des Fernwärmenetzes von 60–70 °C auf 100–150 °C aufgeheizt.

### Rauchgasreinigung

*Dosierung mahlaktiverter Herdofenkoks:* Vor dem Gewebefilter jeder Verbrennungslinie wird dem Rauchgas im Flugstromverfahren mahlaktiverter Herdofenkoks (A-Koks) zugegeben und im Gewebefilter gemeinsam mit dem abgeschiedenen Staub ausgetragen. Ein Teilstrom des Asche-A-Koks-Gemisches wird dem Rauchgas abermals beigegeben, um die Reaktionsausbeute zu erhöhen.

*Gewebefilter:* Jedem Müllkessel nachgeschaltet ist ein Gewebefilter zur Abscheidung der Stäube aus den Rauchgasen. Die Staubfracht wird von etwa 3.000 mg/Nm<sup>3</sup> auf ca. 2 mg/Nm<sup>3</sup> reduziert. Dem Gewebefilter vorgeschaltet ist ein Wärmeverschiebesystem, das die Temperatur im Gewebefilter auf ca. 170 °C regelt, um die optimale Temperatur zur Abscheidung von Schwermetallen mit A-Koks zu gewährleisten. Die im Wärmeverschiebesystem vor dem Gewebefilter ausgekoppelte Wärme wird dem Rauchgas nach nasser Rauchgasreinigung wieder zugeführt, um die Rauchgastemperatur in einem ersten Schritt anzuheben. Dies ist nötig, um die Reaktionstemperatur von 180 °C in der Katalytischen Entstickungs- und Dioxinzerstörungsanlage zu erreichen.

*Nasse Rauchgasreinigung:* Je Linie werden die Rauchgase in zwei Wäschern gewaschen. Im ersten Wäscher werden Rauchgase von 170 °C auf 60–70 °C abgekühlt und mit Wasserdampf gesättigt. Ringförmige Düsen im unteren Teil des Wäschers erzeugen ein Wasserschicht, in dem HCl, HF, Schwermetalle, Hg und ein Teil des Reststaubs herausgewaschen werden. Der pH-Wert des Wassers liegt bei 1,5 und wird durch Zugabe von Kalkmilch konstant gehalten. In einem zweiten (pH-neutralen) Wäscher wird durch Zugabe von NaOH SO<sub>2</sub> abgeschieden, wobei ein Gemisch aus Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> und Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> entsteht. Ein Teil des Waschwassers wird in den Nassentschlacker geschleust, wo Gips ausfällt, der zusammen mit der Schlacke abtransportiert wird.

*Katalytische Entstickung und Dioxinzerstörung (DeNOx):* Im Anschluss an die Nasswäsche erwärmen insgesamt vier Wärmetauscher das Rauchgas von ca. 60 °C auf die für die katalytische Oxydation notwendige Prozesstemperatur von 180 °C: Zunächst strömt das Rauchgas durch ein Wärmeverschiebungssystem und darauf folgend durch einen Kondensatwärmetauscher, der von einem – in der DeNOx-Anlage installierten – Dampfwärmetauscher gespeist wird. Dadurch erfolgt eine Erwärmung auf 114 °C. Nach dieser ersten Temperaturanhebung fasst eine gemeinsame Rauchgasleitung die Rauchgase der drei Linien zusammen und führt diese zur DeNOx-Anlage. Die Restaufheizung auf die Reaktionstemperatur von

180 °C erfolgt mit einem Rauchgas-Rauchgas-Wärmetauscher auf 159 °C und einem Dampf-Wärmetauscher auf die erforderlichen 180 °C. Der Rauchgas-Rauchgas-Wärmetauscher entzieht dem Rauchgas nach DeNOx (180 °C) Wärme und transportiert diese zum in die DeNOx-Anlage eintretenden Rauchgas. Nach Zugabe von Ammoniakwasser wird das Rauchgas durch Einbauten und Gasmischer in Temperatur und Ammoniakverteilung homogenisiert und durch vier Katalysatorlagen geleitet. Durch die große Oberfläche des Katalysators ist für die Oxidation eine Prozesstemperatur von 180 °C ausreichend, die ohne zusätzliche Aufheizung durch Gasbrenner erreicht wird. Dieser Technologiesprung und die damit verbundenen Umbaumaßnahmen 2006 bewirken eine jährliche Einsparung von ca. 3 Mio. m<sup>3</sup> Erdgas. Nach der Reaktion im Katalysator wird das Rauchgas durch den Rauchgas-Rauchgas-Wärmetauscher abgekühlt und mittels Gebläse in den Kamin geleitet.

Aktuelle Daten zur Emission von Luftschadstoffen durch die Müllverbrennungsanlage Flötzersteig sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig, Referenzjahr 2005 (FERNWÄRME WIEN 2006).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Art des Messwerts	Grenzwert lt. Bescheid	Messwerte im Reingas (2005)	Messwerte im Reingas (2005) <sup>1)</sup>
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	1,5–7	
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	0,2–2,5	
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	0,1–5	
Fluorwasserstoff (HF)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	0,5		
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	TMW	50	0,1–7	
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	70	12–70	
Kohlenstoffmonoxid (CO)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	50	9–27	
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	TMW			
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	1–10	< 0,3
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	0,1–2	< 2
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	0,1–3	0,3
Fluorwasserstoff (HF)	mg/m <sup>3</sup>	HMW	0,7		< 0,1
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	HMW	50	0,1–5	2,1
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	HMW	100	1–50	24
Kohlenstoffmonoxid (CO)	mg/m <sup>3</sup>	HMW	100	5–30	28
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	HMW			0,002
Cadmium und seine Verbindungen, als Cd	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,05	< 0,009	< 0,009
Thallium und seine Verbindungen, als Tl	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,05		
Summe Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn und ihre Verbindungen, als Elemente	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,5	< 0,16	< 0,010
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	5	4,9	< 0,2 <sup>2)</sup>
Dioxine und Furane (I-TEF)	ng/m <sup>3</sup>	MW 6–8 h	0,1	0,037	0,00569

<sup>1)</sup> Emissionsmessung: LUA 30.11.2006; PCDD FTU 13.7.2006, 12.9.2006

<sup>2)</sup> Ammoniak bezogen auf 0 % Sauerstoff



## Abwasseraufbereitung

Das Abwasser durchläuft zunächst eine Neutralisationsstufe, in der ein Teil der Schwermetalle ausgefällt wird. Der restliche Teil fällt in der nachgeschalteten Fällungsstufe aus. Danach gelangt das Abwasser zu einer Flockungsstufe. Der anfallende Schlamm wird im Schrägklärer abgeschieden und in Kammerfilterpressen entwässert. Ein Teilstrom des gereinigten Abwassers gelangt zurück in den Reinwasertank und der Rest in den Abwasserkanal. Jährlich werden rund 60.000 m<sup>3</sup> Abwasser behandelt.

Aktuelle Daten zu Emission ins Wasser durch die Müllverbrennungsanlage Flötzersteig sind in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Emissionen ins Wasser der Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Wasserverunreinigende Schadstoffe	Repräsentativer Tagesmittelwert für Einleitung		
	Einheit	Grenzwert lt. Bescheid	Messwert (Bereich)
Kontrollintervall	4 pro Jahr		
Temperatur	°C	35	< 30
Fischtoxizität (G <sub>F</sub> )	–	–	–
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	30	< 20
pH-Wert	–	6,5–9,5	6,5–9,5
Chlorid, als Cl <sup>-</sup>	mg/l	–	–
Fluorid, als F <sup>-</sup>	mg/l	20	1,5–4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , als N	mg/l	10	4–4,5
Gesamter gebundener Stickstoff TN <sub>b</sub> , als N	mg/l	50	3,5–5
Phosphor gesamt, als P	mg/l	2	< 0,05
Sulfat, als SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	1.200	40–70
Sulfit, als SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	20	38.809
Sulfid, als S <sup>2-</sup>	mg/l	0,2	< 0,10
Cyanid, leicht freisetzbar, als CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1	< 0,006
Antimon, als Sb	mg/l	0,2	0,04–0,2
Arsen, als As	mg/l	0,1	< 0,001
Blei, als Pb	mg/l	0,1	< 0,01
Cadmium, als Cd	mg/l	0,05	< 0,002
Chrom gesamt, als Cr	mg/l	0,5	< 0,05
Cobalt, als Co	mg/l	0,5	< 0,05
Kupfer, als Cu	mg/l	0,5	< 0,05
Mangan, als Mn	mg/l	1	0,1–0,3
Nickel, als Ni	mg/l	0,5	< 0,05
Quecksilber, als Hg	mg/l	0,01	< 0,0002
Thallium, als Tl	mg/l	0,05	< 0,1
Vanadium, als V	mg/l	0,5	< 0,05
Zink, als Zn	mg/l	1	< 0,05

Wasserverunreinigende Schadstoffe	Repräsentativer Tagesmittelwert für Einleitung		
	Einheit	Grenzwert lt. Bescheid	Messwert (Bereich)
Zinn, als Sn	mg/l	0,5	< 0,05
C <sub>org</sub>	mg/l	20	0,05–007
Chem. Sauerstoffbedarf CSB	mg/l	–	–
Extrahierbare organ. geb. Halogene, als Cl	mg/l	0,1	< 0,02
Phenolindex, als Phenol	mg/l	0,3	0,01
Dioxine und Furane, als TE	ng/l	0,3	0,003–0,005

### Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

Bei der thermischen Abfallbehandlung fallen Schlacke (SN 31308), Flugasche (SN 31309) und Filterkuchen aus der Abwasserbehandlung (SN 31312) an. Gips wird im Nassentschlacker ausgefällt.

Der in der Schlacke enthaltene Eisenschrott wird in der Aufbereitungsanlage der Stadt Wien (Rinterzelt) separiert. Die Schlacke wird (gemeinsam mit dem Gips) verfestigt und anschließend auf einer Massenabfalldeponie abgelagert.

Kesselasche und Filterasche werden gemeinsam in einem Aschesilo zwischengelagert und nach Deutschland zur Untertagedeponierung verbracht.

Der Filterkuchen aus der Abwasserbehandlung wird in Deutschland untertage deponiert. Der Transport erfolgt in geschlossenen Containern.

Tabelle 20: Anfall an Schlacken, Flugaschen und Filterkuchen der thermischen Behandlungsanlage Flötzersteig (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005	2006
Schlacke	52.352	55.652	55.201	55.528	47.513
Flugasche	3.551	3.799	3.841	3.661	3.713
Filterkuchen	192	220	197	237	161

Tabelle 21: Analysenergebnisse von Schlacke, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Flötzersteig, Analyse PCDD/F und TOC vom 25.9.2006 sowie weitere Analysen vom 26.9.2006 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Einheit	Schlacke	Flugasche	Filterkuchen
Schüttdichte	kg/m <sup>3</sup>	1.000–1.400		800–1.200
Wassergehalt	Gewichtsprozent	20–35		40–70
Glühverlust	Gewichtsprozent TS	2,6		20,3
Al ges.	mg/kg TS	35.600	36.900	13.400
As	mg/kg TS	3,9	28	6,9
Ba	mg/kg TS	790	1.080	12,4
Pb	mg/kg TS	483	5.730	94
Cd	mg/kg TS	11,1	374	11,3



## Abfallverbrennung in Österreich – Beschreibung der Abfallverbrennungsanlagen

	Einheit	Schlacke	Flugasche	Filterkuchen
Cr ges.	mg/kg TS	141	198	132
Co	mg/kg TS	14	23	5,8
Cu	mg/kg TS	1.240	1.240	100
Ni	mg/kg TS	63	60	260
Hg	mg/kg TS	0,9	47	70
Ag	mg/kg TS	4,1	46	< 1
Zn	mg/kg TS	2.280	23.500	224
PCDF/PCDD	ng TE/kg TS	5,83	379	237
TOC	Masseprozent	0,8	4,9	2,4
KW-Index	mg/kg TS	< 50	< 50	

Tabelle 22: Ergebnisse der Eluatanalysen vom 26.9.2006 der thermischen Abfallbehandlungsanlage Flötzersteig (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Einheit	Schlacke	Flugasche	Filterkuchen
pH-Wert	–	11,6	11	8,5
Elektr. Leitfähigk.	mS/m	340	3.330	704
Abdampfdruckstand	mg/kg TS	23.100	264.000	62.100
Al	mg/kg TS	1.670	9,1	1,6
As	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ba	mg/kg TS	0,6	3,6	< 0,1
Pb	mg/kg TS	< 0,1	0,3	< 0,1
B	mg/kg TS	0,2	0,7	9,1
Cd	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cr ges.	mg/kg TS	< 0,1	3,3	< 0,1
Cr (VI)	mg/kg TS	0,1	1,6	0,05
Fe	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	0,29
Co	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cu	mg/kg TS	0,7	< 0,1	< 0,1
Ni	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Hg	mg/kg TS	< 0,01	< 0,1	< 0,01
Ag	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zn	mg/kg TS	< 0,1	2,9	< 0,1
Sn	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cl	mg/kg TS	4.370	101.100	23.800
CN	mg/kg TS	< 0,1	< 1	3,5–10
F	mg/kg TS	30	< 50	130
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 50	< 50	< 50
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 1	< 1	< 1
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> als P	mg/kg TS	1,0	< 0,5	< 0,5
KW-Index	mg/kg TS	< 4	< 4	< 4
EOX als Cl	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1





## Anlagenverfügbarkeit

Im Jahr 2005 lag die Zahl der Betriebsstunden im Durchschnitt der drei Linien bei 8.125 t. Es gab einen Anlagenstillstand.

## Aktuelle Entwicklungen

Derzeit wird die Anlage an der oberen Grenze der Auslastung gefahren. Nach der Inbetriebnahme der MVA Pfaffenau wird die eingesetzte Abfallmenge voraussichtlich zurückgehen.

## 5.2 Anlage FWW Spittelau

### Anlagenstandort

Thermische Abfallbehandlungsanlage Spittelau  
Spittelauer Lände 45  
1090 Wien

Die Anlage befindet sich ca. 2 km vom Allgemeinen Krankenhaus Wien entfernt.

### Anlagenbetreiber

Fernwärme Wien GmbH  
Spittelauer Lände 45  
1090 Wien  
Tel.: 01/31326-0  
Fax.: 01/31326-2884  
E-Mail: [info@fernwaermewien.at](mailto:info@fernwaermewien.at)  
[www.fernwaermewien.at](http://www.fernwaermewien.at)

### Allgemeine Angaben

Tabelle 23: Allgemeine Angaben – Abfallverbrennungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2005 (FERNWÄRME WIEN 2006).

<b>Müllverbrennungsanlage Spittelau</b>	
Betreiber	Fernwärme Wien GesmbH
Inbetriebnahme	1971
Technologie	Rostfeuerung
Nennkapazität	keine Angabe
Durchschnittlicher unterer Heizwert	9,5 MJ kg <sup>-1</sup>
genehmigte Brennstoffwärmeleistung	82,2 MW
Anzahl der Verbrennungslinien	2



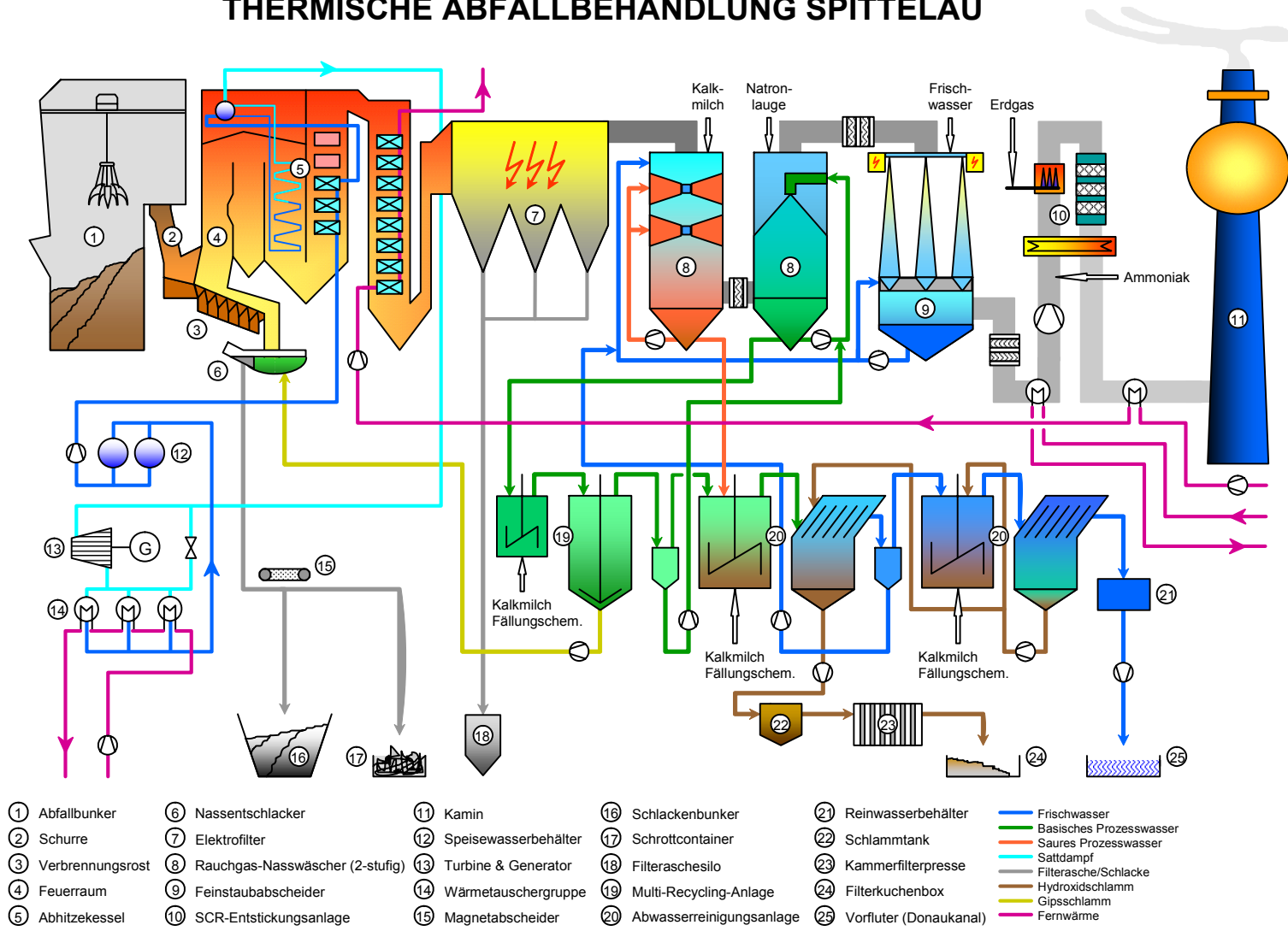
### **Anlagenkonzept**

Der verfahrenstechnische Aufbau jeder der zwei Linien gliedert sich im Wesentlichen in die folgenden Anlagenkomponenten:

- Müllbunker,
- Feuerungssystem: Rückschubrost,
- Abhitzekeessel,
- Rauchgasreinigungsanlage bestehend aus: Elektrofilter, dreistufiger Nasswäsche, katalytischer Entstickungs- und Dioxinzerstörungsanlage,
- mehrstufige Abwasserbehandlung,
- Dampfturbine, Generator und Fernwärmeauskopplung.

Das Verfahrensschema der Anlage Spittelau ist in Abbildung 5 dargestellt.

## THERMISCHE ABFALLBEHANDLUNG SPITTELAU



- |                    |                                   |                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① Abfallbunker     | ⑥ Nassentschlacker                | ⑪ Kamin               | ⑬ Turbine & Generator      | ⑰ Schlackenbunker          | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Kammerfilterpresse       | ⑳ Filterkuchenbox          | ⑳ Vorfluter (Donaukanal)   | ⑳ Reinwasserbehälter       | ⑳ Schlammtank              | ⑳ Filterasche/Schlacke     | ⑳ Hydroxidschlamm          | ⑳ Gipsschlamm              | ⑳ Fernwärme                |
| ② Schurre          | ⑦ Elektrofilter                   | ⑫ Speiswasserbehälter | ⑭ Wärmetauschergruppe      | ⑱ Schrottkontainer         | ⑳ Filteraschesilo          | ⑳ Kammerfilterpresse       | ⑳ Filterkuchenbox          | ⑳ Vorfluter (Donaukanal)   | ⑳ Reinwasserbehälter       | ⑳ Schlammtank              | ⑳ Filterkuchenbox          | ⑳ Vorfluter (Donaukanal)   | ⑳ Hydroxidschlamm          | ⑳ Gipsschlamm              | ⑳ Fernwärme                |
| ③ Verbrennungsrost | ⑧ Rauchgas-Nasswäscher (2-stufig) | ⑬ Turbine & Generator | ⑱ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   | ⑲ Multi-Recycling-Anlage   |
| ④ Feuerraum        | ⑨ Feinstaubabscheider             | ⑭ Wärmetauschergruppe | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage |
| ⑤ Abhitzeessel     | ⑩ SCR-Entstickungsanlage          | ⑮ Magnetabscheider    | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage | ⑳ Abwasserreinigungsanlage |

Abfallverbrennung in Österreich – Beschreibung der Abfallverbrennungsanlagen



Abbildung 5: Fließbild der Müllverbrennungsanlage Spittelau.



### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

In der Anlage wird Siedlungsabfall der Stadt Wien behandelt. Im Jahr 2005 wurden ca. 14 % des behandelten Abfalls extern mechanisch aufbereitet. Es handelt sich dabei beispielsweise um das „Überkorn“ der Sortier- und Aufbereitungsanlage der Stadt Wien (Splittinganlage) bzw. um geschredderten Sperrmüll. Seit dem Jahr 2005 werden die Abfälle fast ausschließlich von der MA48 zu Anlage angeliefert.

Der Abfall wird zur Gänze per LKW angeliefert, wobei bis zu 250 Anlieferungen pro Tag durchgeführt werden. Die Fahrzeuge werden auf zwei Brückenwagen gewogen. Ein Großteil der Fahrzeuge wird mittels Chipsystem automatisch erfasst.

Im Zuge der Anlieferung wird die Radioaktivität der angelieferten Abfallfraktionen gemessen. Eine interne Vorbehandlung der Abfälle erfolgt nicht. Die Lieferfahrzeuge entleeren ihren Inhalt über die insgesamt acht Kippstellen in den rund 7.000 m<sup>3</sup> fassenden Abfallbunker.

Mit zwei Brückenkränen, deren Greifer ein Fassungsvermögen von je 4 m<sup>3</sup> besitzen, wird der Abfall nach Durchmischung im Bunker den beiden Verbrennungslinien zugeführt. Über den Einfüllschacht und den hydraulischen Zuteiler gelangt der Abfall auf den Verbrennungsrost und somit in den Feuerraum.

Die für die Verbrennung benötigte Frischluft wird aus dem Abfallbunker abgesaugt, wodurch ein Unterdruck erzeugt wird und der Geruchs- und Staubaustritt über die Kippstellen in die Umgebungsluft minimiert wird.

Tabelle 24: In der Abfallverbrennungsanlage Spittelau verbrannte Abfälle (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005
Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle (teilweise mech. vorbehandelt)	268.370	269.462	268.957	258.256

Der Rückgang der Menge an verbrannten Abfällen im Jahr 2005 ist auf eine Steigerung des durchschnittlichen Heizwertes zurückzuführen.

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Auf dem schräg geneigten, 35 m<sup>2</sup> großen Zweibahn-Rückschubrost können bis zu 18 t Abfall pro Stunde thermisch behandelt werden. Die bei der Verbrennung entstehenden heißen Rauchgase geben ihren Wärmeinhalt an Kesselheizflächen ab, wobei für beide Linien in Summe 90 t Satteldampf pro Stunde erzeugt werden.

### Abhitzeessel und Energienutzung

Zur Stromgewinnung wird der gewonnene Stattdampf in einer Gegendruckturbine von 33 bar auf 4,5 bar abgearbeitet, bevor durch Kondensation in der nachfolgenden Wärmetauschergruppe die Wärmeabgabe an das Rücklaufwasser des Fernwärmenetzes erfolgt. Im Jahresschnitt werden dabei rund 5,4 MW Strom zur Eigenbedarfsdeckung und Einspeisung ins öffentliche Stromnetz sowie rund 60 MW Fernwärme gewonnen. Der Wirkungsgrad der Anlage wird mit 74,5 % angegeben.

## Rauchgasreinigung

**Elektrofilter:** Das Rauchgas verlässt den Wärmetauscher, der dem Abhitzekeessel nachgeschaltet ist, mit 180 °C und wird in einem dreifeldrigen Elektrofilter auf einen Staubgehalt < 5 mg/Nm<sup>3</sup> gereinigt.

**Nasse Rauchgasreinigung:** Das entstaubte Rauchgas tritt in die Quenche des ersten Nasswäschers ein, in der durch die Frischwassereindüsung die Abkühlung auf Sättigungstemperatur (60–65 °C) erfolgt. Bei einem pH-Wert von eins werden durch intensiven Gas-Flüssigkeitskontakt im Kreuzstrom HCl, HF, Staub sowie Schwermetalle abgeschieden. In der zweiten Wäscherstufe erfolgt bei einem pH-Wert sieben die Entschwefelung des Rauchgases. Im nachgeschalteten elektrodynamischen Venturi kommt es zur adiabatischen Entspannung des Rauchgases und der Abscheidung der durch eine Mittelelektrode aufgeladenen Feinstaubpartikel.

**Katalytische Entstickung und Dioxinzerstörung:** Nach der Wiederaufheizung der Rauchgase durch einen Wärmetauscher werden die Rauchgase mit verdampftem Ammoniakwasser versetzt und mittels Wärmerohr und Gasflächenbrenner auf die Reaktionstemperatur von 280 °C gebracht. Beim Durchströmen von drei Katalysatorlagen kommt es zu einer Umsetzung der Stickoxide und Zerstörung der Dioxine/Furane.

In einem dritten Wärmetauscher werden die Rauchgase auf 130 °C abgekühlt und über einen 126 m hohen Kamin in die Atmosphäre geleitet.

Aktuelle Daten zur Emission von Luftschadstoffen durch die Müllverbrennungsanlage Spittelau sind in Tabelle 25 dargestellt.

Tabelle 25: Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlage Spittelau (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Art des Messwerts	Grenzwert lt. Bescheid bzw. AVV	Messwerte im Reingas (2005)	Messwerte im Reingas (2006)
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	1,3	0,8
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	0,4	0,6
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	0,8	0,9
Fluorwasserstoff (HF)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	0,5	< 0,1	< 0,1
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	TMW	40	2,5	2,2
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	70	31,3	27,4
Kohlenstoffmonoxid (CO)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	50	25,8	25,9
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	TMW	0,05	0,015	0,01
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	< 0,2	< 0,2
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	< 1	< 1
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	0,3	0,8
Fluorwasserstoff (HF)	mg/m <sup>3</sup>	HMW	0,7	< 0,1	< 0,1
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	HMW	40	4	0,8
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	HMW	100	18	28
Kohlenstoffmonoxid (CO)	mg/m <sup>3</sup>	HMW	100	27	33
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	HMW	0,05	0,015	0,01



Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Art des Messwerts	Grenzwert lt. Bescheid bzw. AVV	Messwerte	Messwerte
				im Reingas (2005)	im Reingas (2006)
(Normbedingungen, trocken, 11 % O <sub>2</sub> )					
Cadmium und seine Verbindungen, als Cd	mg/m <sup>3</sup>	HMW	0,05	< 0,001	< 0,001
Cadmium und Thallium und ihre Verbindungen, als Cd +Tl	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,05	< 0,002	< 0,002
Summe Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn und ihre Verbindungen, als Elemente	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,5	< 0,01	< 0,02
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	HMW	5	2,8 (0 % O <sub>2</sub> )	0,7 (0 % O <sub>2</sub> )
Dioxine und Furane (I-TEF)	ng/m <sup>3</sup>	MW 6–8 h	0,1	0,024	0,021

### Abwasseraufbereitung

Die gelösten Schwermetallverbindungen der ersten Wäscherstufe werden durch Zugabe von Kalkmilch, Fällungs- und Flockungsmitteln in eine unlösliche Form gebracht und im nachgeschalteten Lamellenklärer abgeschieden. Nach wiederholtem Durchlauf einer weiteren Fällungs- und Trennstufe wird der Hydroxidschlamm entwässert. Aus dem Ausschleuswasser der zweiten Wäscherstufe wird nach Kalkmilchzugabe Gips ausgefällt und im Klärbehälter sedimentiert. Der Gipsschlamm wird in den Nassentschlacker gepumpt. Die wiedergewonnene Natronlauge wird in den zweiten Wäscher zurückgeschleust. Die gereinigten Abwässer werden direkt in den Vorfluter entlassen.

Im Jahr 2005 wurden rund 111.000 m<sup>3</sup> Abwasser behandelt.

Daten über Emissionen ins Wasser durch die Müllverbrennungsanlage Spittelau sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Emissionen ins Wasser der Abfallverbrennungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2000 (REIL 2001).

Parameter	Messwert (mg/l)
Temperatur	47,8 °C
Fischtoxizität (G <sub>F</sub> )	2,0
pH-Wert	7,8
Abfiltrierbare Stoffe	< 20
Absetzbare Stoffe	< 0,3
Sichttiefe	> 30,0 cm
Abdampfdruckstand	1,4 g/l
Al	0,19
Ag	0,12
NH <sub>4</sub> -N	3,3
As	< 0,002
Ba	0,19
Ca	5.056
Cd	< 0,001
Co	< 0,05



## Abfallverbrennung in Österreich – Beschreibung der Abfallverbrennungsanlagen

Parameter	Messwert (mg/l)
Cr <sub>gesamt</sub>	< 0,05
Cr (VI)	< 0,05
Chlor Cl <sub>2</sub> (frei)	< 0,05
Chlor (gesamt) Cl <sub>2</sub>	< 0,05
Chlorid (Cl)	7.085
Cyanide (CN)	< 0,006
Cu	< 0,05
Fe	< 0,05
Fluoride (F)	2,2
Hg	< 0,001
Mn	< 0,05
Nitrat (N)	4,8
Nitrit (N)	0,07
Ni	< 0,05
P	< 0,05
Pb	< 0,010
Sn	0,06
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	1.183
Sulfid	< 0,1
Sulfit	< 1,0
Tl	< 0,01
V	< 0,05
Zn	< 0,06
EOX	< 0,02
CSB	< 75
BTXE	< 0,025
Summe Kohlenwasserstoffe	0,21
Phenol	< 0,01
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	< 20
TOC	4,3

### Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

Bei der thermischen Abfallbehandlung fallen Schlacke (SN 31308), Flugasche (SN 31309) und Filterkuchen (SN 31312) an. Gips wird im Nassentschlacker ausgefällt und gemeinsam mit der Schlacke entsorgt.

Der in der Schlacke enthaltene Eisenschrott wird mittels Magnetabscheider separiert und der Verwertung zugeführt. Die Schlacke wird verfestigt und deponiert (Massenabfalldéponie), wobei der Transport vom Schlackebunker zur Déponie per LKW erfolgt.

Die Filterasche gelangt in den Aschesilo und wird nach Deutschland zur Untertage-deponierung verbracht.

Der Filterkuchen wird in Deutschland untertage deponiert, wobei der Transport in geschlossenen Containern per LKW erfolgt.



Tabelle 27: Anfall an festen Abfällen und Rückständen aus der Abfallverbrennungsanlage Spittelau (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005
Schlacke	54.617	57.426	60.577	54.112
Flugasche	4.949	4.739	4.958	4.718
Filterkuchen	241	215	246	255
Eisenschrott	5.953	6.213	5996	6.415

Laut Anlagenbetreiber haben sich die Qualitäten der festen Rückstände seit der letzten Studie (STUBENVOLL et al. 2002) nicht verändert. Die u. a. Analysendaten (Tabelle 28 und Tabelle 29) stammen daher aus dieser Studie.

Tabelle 28: Analysenergebnisse von Schlacke, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2000 (REIL 2001).

	Einheit	Schlacke	Flugasche	Filterkuchen
Dichte	kg/m <sup>3</sup>	800–1.200	500–800	
TOC (air dried basis – ad)	%	1,0–2,5	0,8–2,5	
Σ SO <sub>4</sub> +SO <sub>3</sub> (ad)	%	1,0–11,0	6,0–15,0	
Cl (ad)	%	0,1–0,6	5,0–11,0	0,5–2,5
F (ad)	%	0,01–0,1	0,1–1,5	0,5–1,5
CO <sub>3</sub> (ad)	%	1,0–15,0	2,5–13,5	5,0–15,0
SO <sub>4</sub> (ad)	%	1,0–8,0	6,0–11,0	15–30
Feuchtigkeitsgehalt (ad)	%	8,0–20,0	0,1–1,5	
Glühverlust (ad)	%	1,0–4,5	0,5–3,0	
Si	mg/kg TS	140.000–280.000	70.000–160.000	10.000–70.000
Al	mg/kg TS	30.000–75.000	40.000–80.000	1.500–20.000
Mg	mg/kg TS	10.000–23.000	70.000–180.000	1.500–30.000
Fe	mg/kg TS	30.000–80.000	10.000–20.000	10.000–50.000
Ca	mg/kg TS	120.000–240.000	130.000–230.000	200.000–400.000
Na	mg/kg TS	10.000–45.000	15.000–65.000	1.000–10.000
K	mg/kg TS	10.000–25.000	30.000–75.000	500–5.000
Zn	mg/kg TS	1.200–5.500	7.000–20.000	700–4.500
Pb	mg/kg TS	500–5.500	2.500–7.000	100–2.000
Mn	mg/kg TS	300–1.100	500–800	100–900
Cr	mg/kg TS	100–500	400–700	20–100
Cd	mg/kg TS	2–10	50–500	5–100
As	mg/kg TS	2–15	5–30	0,5–15
Hg	mg/kg TS	0,3–3,0	5–50	100–2.000
Ni	mg/kg TS	50–400	50–200	20–160
PCDF	mg/kg TS	0,01–0,1	5–30	1,0–3,0
PCDD	mg/kg TS	0,01–0,2	5–35	4,0–8,0
TEQ	mg/kg TS	0,001–0,006	1,0–4,0	0,2–1,0
PCB <sub>gesamt</sub>	mg/kg TS	< 600	< 600	
PAH <sub>gesamt</sub>	mg/kg TS	< 100	< 100	





Tabelle 29: Ergebnisse der Eluatanalysen von Schlacke, Flugasche und Gips der thermischen Abfallbehandlungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2000 (REIL 2001).

	Einheit	Schlacke	Flugasche	Gips
Mg	mg/kg TS	< 10	< 10	100
Ca	mg/kg TS	2.000	15.000	10.300
SO <sub>4</sub>	mg/kg TS	100	25.000	1.900
Cl	mg/kg TS	2.500	100.000	4.400
NH <sub>3</sub> als N	mg/kg TS	10	5	-
NO <sub>3</sub> als N	mg/kg TS	< 3	< 3	13
NO <sub>2</sub> als N	mg/kg TS	0,5	0,5	0,3
DOC	mg/kg TS	250	15	14
Fe	mg/kg TS	0,5	0,5	< 0,7
Mn	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,7
Ni	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,7
Cd	mg/kg TS	0,01	0,2	0,01
Cr	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,7
Cu	mg/kg TS	5	0,5	< 0,7
Pb	mg/kg TS	20	250	0,18
Zn	mg/kg TS	1,5	15	< 0,7
Hg	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Testbedingungen: Erhöhtes flüssig : fest Verhältnis (10 : 1); destilliertes Wasser (T = 20 °C); keine pH-Wert-Kontrolle; maximale Partikelgröße 10 mm; Ergebnisse in mg pro kg trockenem Rückstand

### Anlagenverfügbarkeit

Über die Zahl der Anlagenstillstände pro Jahr wurde seitens des Betreibers keine Auskunft erteilt. Im Jahr 2005 waren beide Linien in Summe 15.765 Stunden in Betrieb.

### Aktuelle Entwicklungen

Derzeit wird die Anlage an der oberen Grenze der Auslastung gefahren. Nach der Inbetriebnahme der MVA Pfaffenau wird die eingesetzte Abfallmenge voraussichtlich zurückgehen.

## 5.3 Anlage WAV Wels

### Anlagenstandort

WAV Errichtungs- und Abfallverwertungs-GmbH  
 Mitterhoferstraße 100  
 4600 Wels  
 Tel.: 07242/71475-0  
 Fax: 07242/71475-88  
 E-Mail: wels@wav.at  
[www.wav.at](http://www.wav.at)



### Anlagenbetreiber

AVE Entsorgung GmbH  
 Flughafenstraße 8  
 4063 Hörsching  
 Tel.: 07221/601-0  
 Fax: 07221/601-110  
[www.ave.at](http://www.ave.at)

### Allgemeine Angaben

Tabelle 30: Allgemeine Angaben der Abfallverbrennungsanlage Wels Linie 1 und Linie 2  
 (Quelle: Schnopp 2007).

Abfallverbrennungsanlage Wels	Linie 1	Linie 2
Inbetriebnahme	1995	2006
Technologie	Rostfeuerung	
Abfalldurchsatz, jährlich	75.000 t/a	230.000 t/a
Nennkapazität	ca. 9 t/h	ca. 30 t/h
Durchschnittlicher unterer Heizwert	9,0–12,0 MJ/kg	
Genehmigte Brennstoffwärmeleistung	28,7 MW	80 MW

### Anlagenkonzept

Am Standort befindet sich neben der Abfallverbrennungsanlage auch eine **Splittinganlage** zur mechanischen Aufbereitung von Gewerbe- und Sperrmüll. Die Anlage besteht aus Shredder, Magnetabscheider, 150 mm-Sieb und Windsichter.

Der verfahrenstechnische Aufbau der Abfallverbrennungsanlage Wels gliedert sich im Wesentlichen in folgende Anlagenkomponenten:

- gemeinsamer **Müllbunker** für beide Linien,
- **Rostfeuerung** (Linie 1 mit Gegenlauf-Überschubrost, Linie 2 mit Rückschubrost),
- **Abhitzeessel,**
- mehrstufige **Rauchgasreinigungsanlage** bestehend aus:
  - Linie 1: Elektrofilter, zwei Nasswäscher, Aktivkoks festbettreaktor, SCR-Anlage in Reingasschaltung,
  - Linie 2: Elektrofilter, zwei Nasswäscher, Gewebefilter mit Trockensorption, SCR-Anlage in Reingasschaltung,
- mehrstufige **Abwasserreinigungsanlage (ARA)**: Die ARA der Linie 2 reinigt die Abwässer beider Linien. Die ARA der Linie 1 reinigt bei Stillstand der Linie 2 die Abwässer der Linie 1.
- **Behandlung der Abfälle und Rückstände**: Die thermische Aschebehandlungsanlage (Drehrohr) ist derzeit nicht in Betrieb.

Das Verfahrensschema der Linie 2 der Abfallverbrennungsanlage Wels ist in Abbildung 6 dargestellt.

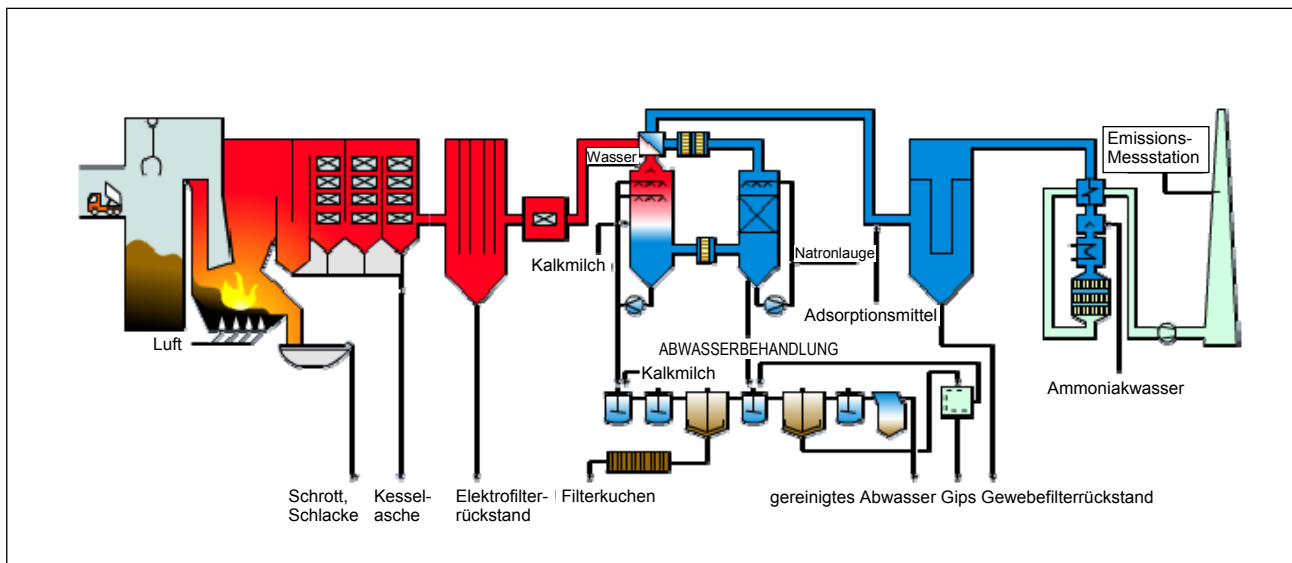


Abbildung 6: Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage Wels, Linie 2.

### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

Die Anlieferung des gesamten Abfalls erfolgt zu 100 % per LKW. Vor Ablieferung im Müllbunker bzw. in der Aufbereitungsanlage wird jeder LKW gewogen. Betriebseigene LKW werden automatisch gewogen und mittels Chipkarte erfasst, Abfallübernahmen von externen Anlieferern werden durch das Personal aufgezeichnet.

Der angelieferte unaufbereitete Siedlungsabfall wird gewogen und nach der Eingangskontrolle in den Müllbunker abgekippt.

Gewerbe- und Sperrmüll werden in der Splittinganlage nach der Eingangskontrolle mechanisch aufbereitet (maximale Kapazität: 220.000 t/a): Aus dem in zwei Shredern zerkleinerten Abfall werden mittels Magnetabscheidern Eisenmetalle abgetrennt. Anschließend wird der Abfall gesiebt. Der Siebüberlauf wird in zwei Windsichtern in eine Leichtfraktion und eine Schwerfraktion getrennt. Der Siebunterlauf sowie die Schwerfraktion der Windsichter werden in der Abfallverbrennungsanlage verbrannt.

Der Müllbunker versorgt beide Anlagenlinien und weist ein Fassungsvermögen von rund 11.000 Kubikmetern auf. Siedlungsabfall sowie mechanisch vorbehandelter Gewerbe- und Sperrmüll werden im Müllbunker mittels Greiferkränen durchmischt. Die durchschnittliche Verweilzeit des Abfalls im Bunker liegt bei etwa drei Tagen. Die aus den Müllbunkern abgesaugte Luft wird als Verbrennungsluft eingesetzt.

Die Greiferkräne haben ein Fassungsvermögen von jeweils 6,5 m<sup>3</sup> pro Hub und werfen mehrmals pro Stunde Abfälle in die Müllschuppen ab. Die Brennstoffdosierung erfolgt über die vom Leitsystem geregelten Rostbewegungen. Der Abfalldurchsatz der Linie 1 beträgt ca. 9 t/h, jener der Linie 2 ca. 30 t/h.

Klärschlamm wird über zwei separate Anlieferstellen in den Klärschlamm-Bunker eingebracht. Mittels Dickstoffpumpen erfolgt die Förderung des Klärschlammes, der jeweils über Lanzen im Bereich der Müllschuppen auf die festen Abfälle aufgebracht wird.



Die folgende Tabelle zeigt thermisch behandelte Abfallmengen der Jahre 2002–2005. Es handelt sich um Angaben der Linie 1 und 2, wobei der Probetrieb der Linie 2 am 29.09.2005 (Quelle: <http://www.wav.at/index.asp?Seite=459>, Stand vom 11.05.2007) aufgenommen wurde.

Tabelle 31: In der Abfallverbrennungsanlage Wels I und II verbrannte Abfälle (Quelle: Schnopp 2007).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005
Siedlungsabfall	38.053	37.650	52.291	58.516
Sperrmüll	8.722	5.962	15.180	k. A.
Restliche Abfälle	25.784	34.458	11.710	67.748
<b>Summe</b>	<b>72.559</b>	<b>78.070</b>	<b>79.181</b>	<b>126.264</b>

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Bei dem Rost handelt es sich im Fall der Linie 1 um einen horizontalen Gegenlauf-Überschubrost, im Fall der Linie 2 um einen schrägen Rückschubrost.

Der Feuerraum besteht jeweils aus dem Zuteiltisch mit Kamm, der das Abrutschen des Müllbetts verhindern soll, der Abwurfkante und einem in Längsrichtung in vier Zonen unterteilten Rost. Durch die diskontinuierlichen Bewegungen der luftgekühlten Roststäbe wird das Müllbett weiter in Richtung zum Schlackenabwurfschacht befördert. Die Entschlackung erfolgt über Nassentschlacker. Nachfolgend gelangt die Schlacke über Vibrorinnen, Förderbänder und einen Magnetabscheider zur Abtrennung von Eisenmetallen in den gemeinsamen Schlackebunker.

Die Verbrennungsluft wird für beide Linien über gemeinsame Ansaugleitungen aus Müllbunker bzw. Kesselhaus bereitgestellt. Der Großteil der Verbrennungsluft wird als Primärluft von unten durch die gekühlten Roststäbe in das darüber liegende Müllbett eingeblasen. Bei niedrigen Heizwerten wird die Primärluft vorgewärmt, um die Verbrennung zu verbessern und ausreichend hohe Feuerraumtemperaturen sicherzustellen. Weiters wird Verbrennungsluft als Sekundärluft oberhalb des Müllbetts in den Feuerraum eingeblasen.

Rezirkuliertes Rauchgas wird auf Höhe der Sekundärluftdüsen in den Feuerraum oberhalb des Müllbetts eingeblasen. Damit kann der Sauerstoffgehalt im Feuerraum und der Ablauf der Verbrennung besser geregelt werden, wodurch die Bildung von thermischem NO<sub>x</sub> verringert wird. Der Sauerstoffgehalt in den Feuerräumen beider Linien liegt bei ca. 6,5–7 Volumsprozent und erhöht sich bis zum Kamin auf ca. acht Volumsprozent.

Die Temperatur im Feuerraum liegt üblicherweise bei jeweils rund 1.000 °C. Beide Linien sind mit Anfahr- und Stützbrennern ausgestattet, die bei Linie 1 mit Erdgas, bei Linie 2 mit Heizöl extra leicht betrieben werden und im An- und Abfahrtrieb sowie im Bedarfsfall bei Absinken der Feuerraumtemperatur in Betrieb sind.

Die Feuerleistungsregelung erfolgt über Messung des Sauerstoffgehaltes und der Temperatur im Feuerraum und regelt den Verbrennungsprozess über Go/Stop-Befehle an den Rost sowie über die Verbrennungsluftzufuhr. Die Linie 2 verfügt darüber hinaus über eine Infrarot-Kamera, die die Temperaturprofile am Rost erfasst und die fünf parallelen, längsgerichteten Rostbahnen getrennt ansteuert, um einen möglichst gleichmäßigen Brennbettverlauf zur gewährleisten.



## Abhitzekessel und Energienutzung

Bei beiden Linien ist dem Verbrennungsrost ein Abhitzekessel mit Naturumlauf nachgeschaltet, der überhitzten Wasserdampf erzeugt. Nach Passieren von zwei Leerzügen gelangen die heißen Rauchgase in drei Strahlungszüge, in denen Überhitzerbündel angebracht sind. In der Linie 1 werden die Rauchgase anschließend im Konvektionsteil des Kessels (Economizer), der der Speisewasservorwärmung dient, weiter auf  $< 200\text{ °C}$  abgekühlt und anschließend in einem Elektrofilter entstaubt. In der Linie 2 passieren die Rauchgase nach der Abkühlung in den Strahlungszügen zuerst den Elektrofilter und werden erst anschließend im Economizer weiter abgekühlt.

Aus den Abhitzekesseln beider Linien wird überhitzter Wasserdampf (Parameter: 40 bar und  $400\text{ °C}$ ) in das Dampfnetz eingespeist.

Jede Linie verfügt über eine eigene Entnahmekondensationsturbine mit einer elektrischen Nennleistung von 7,2 MW bzw. 20 MW. Die Stromauskoppelung kann sowohl in das 10-kV-Netz als auch in das 110-kV-Netz erfolgen, wobei hauptsächlich in das 110-kV-Netz eingespeist wird.

Linie 1 verfügt über einen Kondensator, der von der Traun rückgekühlt wird, während die später errichtete Linie 2 aufgrund der beschränkten Kühlwasserentnahmemenge aus der Traun mit einem Luftkondensator ausgestattet ist.

Derzeit wird keine Fernwärme ausgekoppelt.

## Rauchgasreinigung

Beide Linien verfügen über eine vierstufige Rauchgasreinigung, die jeweils aus einem Elektrofilter, zwei Wäschern, einem Adsorber und einer SCR-Anlage besteht. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Linien besteht darin, dass bei Linie 1 ein Aktivkoks festbettreaktor, bei Linie 2 ein Gewebefilter mit Trockensorption zum Einsatz kommt.

### Rauchgasreinigungsanlage der Linie 1

*Elektrofilter:* Im dreiteiligen Elektrofilter wird der größte Teil des Staubes abgeschieden.

*Nasse Rauchgasreinigung:* In der ersten, sauren Wäscherstufe werden unter Zudosierung von Kalkmilch bei einem pH-Wert von ca. 1,0 HCl, HF und Schwermetallverbindungen absorbiert sowie der Reststaub aus den Rauchgasen entfernt. Im zweiten, neutralen Wäscher wird unter der Zugabe von Natronlauge ein pH-Wert von ca. 6,5 eingestellt und  $\text{SO}_2$  aus dem Rauchgasstrom entfernt. Die anfallende Absorptionsflüssigkeit wird im Wäschersumpf aufgefangen. Die Gypsumfällung wird bei Linie 1 in einem eigenen Prozess ausgeführt, in dem das Waschwasser aus dem ersten Wäscher in einen separaten Reaktor geleitet wird. Dort wird dem Waschwasser Kalkmilch zudosiert und der dabei ausgefällte Gips abgetrennt und ausgeschleust. Das Reinwasser wird großteils in den neutralen Wäscher zurückgeführt. Ein geringer Teil des Waschwassers wird in den sauren Wäscher geleitet. Die Wäscher verfügen über ein Wärmeverschiebesystem (Gas-Gas-Wärmetauscher), das zur Abkühlung der Rauchgase vor dem ersten Wäscher bzw. zu deren Wiederaufwärmung nach Verlassen des zweiten Wäschers dient.



**Aktivkoksfilter:** Im Aktivkoksfilter wird ein Teil der Restfracht von Quecksilber, organischen Verbindungen, HCl und SO<sub>2</sub> am Aktivkoks adsorbiert. Der beladene Aktivkoks wird in regelmäßigen Abständen am unteren Ende des Reaktors abgezogen, in den Feuerraum rückgeführt und dort verbrannt. Frisches Material wird am oberen Ende des Aktivkoksfilters nachgefüllt.

**Katalytische Rauchgasreinigung (SCR):** Im Anschluss an den Aktivkoksfilter durchlaufen die Rauchgase wiederum ein Wärmeverschiebesystem (Gas-Gas-Wärmetauscher), das zur Erwärmung der eintretenden Rauchgase auf die Reaktionstemperatur der SCR bzw. zur Abkühlung der Rauchgase nach Passieren der SCR dient. In die eintretenden Rauchgase wird Ammoniakwasser eingedüst, wonach eine weitere Erwärmung mittels eines Dampfwärmetauschers erfolgt. In der SCR werden vorhandene Stickoxide katalytisch reduziert, organische Verbindungen durch Oxidation zerstört. Nach Abkühlung der austretenden Rauchgase im Wärmeverschiebesystem werden diese mit etwa 150 °C in den Kamin entlassen.

## **Rauchgasreinigungsanlage der Linie 2**

**Elektrofilter:** Im dreiteiligen Elektrofilter wird der größte Teil des Staubes abgeschieden.

**Nasse Rauchgasreinigung:** In einer ersten sauren Stufe (pH-Wert ca. 1,0) werden HCl, HF und Schwermetallverbindungen absorbiert sowie der Reststaub aus den Rauchgasen entfernt. Im zweiten Wäscher wird unter der Verwendung von Natronlauge SO<sub>2</sub> aus dem Rauchgasstrom entfernt. Aus beiden Wäschern werden kontinuierlich Teilströme des Prozesswassers abgezogen und der Abwasserreinigung zugeführt, um eine Anreicherung von Schadstoffen im Waschwasser zu verhindern. Im Unterschied zur Linie 1 wird Gips aus dem Waschwasser der Rauchgasreinigung nicht in einem eigenen Prozess sondern im Zuge der Abwasseraufbereitung abgeschieden. Die Wäscher verfügen über ein Wärmeverschiebesystem (Gas-Gas-Wärmetauscher), das zur Abkühlung der Rauchgase vor dem ersten Wäscher bzw. zu deren Wiederaufwärmung nach Verlassen des zweiten Wäschers dient.

**Gewebefilter mit Trockensorption:** Nach der Wiederaufwärmung im Gas-Gas-Wärmetauscher wird dem Rauchgas kontinuierlich ein aus Kalkhydrat und Herdofenkoks in vorvermischter Form bestehendes Adsorbens (Dioxorb) zudosiert, das der Abscheidung von Dioxinen, Furanen und Quecksilber dient. Das Adsorbens wird in einem nachgeschalteten, aus sechs Kammern bestehenden Gewebefilter abgeschieden. Rund die Hälfte der anfallenden Gewebefilterasche wird zur besseren Ausnutzung der Adsorbentien in den Rauchgasstrom vor Gewebefilter rezirkuliert, die andere Hälfte wird kontinuierlich ausgeschleust.

**Katalytische Rauchgasreinigung (SCR):** Im Anschluss an den Aktivkoksfilter durchlaufen die Rauchgase wiederum ein Wärmeverschiebesystem (Gas-Gas-Wärmetauscher), das zur Erwärmung der eintretenden Rauchgase auf die Reaktionstemperatur der SCR bzw. zur Abkühlung der Rauchgase nach Passieren der SCR dient. In die eintretenden Rauchgase wird Ammoniakwasser eingedüst, wonach eine weitere Erwärmung mittels eines Dampfwärmetauschers erfolgt. In der SCR werden vorhandene Stickoxide katalytisch reduziert, organische Verbindungen durch Oxidation zerstört. Nach Abkühlung der austretenden Rauchgase im Wärmeverschiebesystem werden diese mit rund 150 °C in den Kamin entlassen.

Die Luftemissionen der Welser Abfallverbrennungsanlage sind in Tabelle 32 dargestellt.

Tabelle 32: Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlagen WAV Wels, Referenzjahr 2005  
(Quelle: [www.wav.at](http://www.wav.at), Stand vom 12.12.2006).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Grenzwert lt. Bescheid	Messwerte im Reingas		Grenzwert lt. Bescheid	Messwerte im Reingas		
			WAV I				WAV II	
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	8	2,3 <sup>1)</sup>	8	0,0 <sup>1)</sup>	0,0 <sup>1)</sup>		
C <sub>org</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	8	1,1 <sup>1)</sup>	8	1,5 <sup>1)</sup>	1,5 <sup>1)</sup>		
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	7	2 <sup>1)</sup>	7	0,0 <sup>1)</sup>	0,0 <sup>1)</sup>		
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	20	10 <sup>1)</sup>	30	20 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>		
NO <sub>x</sub> , angeg. als NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	100	72 <sup>1)</sup>	70	62 <sup>1)</sup>	62 <sup>1)</sup>		
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	50	48 <sup>1)</sup>	50	97 <sup>1), 2)</sup>	97 <sup>1), 2)</sup>		
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>			0,05	0,007 <sup>1)</sup>	0,007 <sup>1)</sup>		

(Normbedingungen, trocken, 11 % O<sub>2</sub>)

<sup>1)</sup> HMW max: maximaler Halbstundenmittelwert in der Kalenderwoche 49 des Jahres 2006

<sup>2)</sup> kurzfristige Grenzwertüberschreitung durch Verpuffungserscheinungen am Rost

## Abwasseraufbereitung

Im Zuge der Errichtung der Linie 2 wurde auch eine zweite Abwasserreinigungslinie am Standort der MVA Wels installiert. Im Normalbetrieb, d. h. wenn beide Linien der Abfallverbrennungsanlage in Betrieb sind, werden die Abwässer beider Linien gemeinsam in der Abwasserbehandlungsanlage der Linie 2 behandelt. Die Abwasserreinigungslinie der Linie 1 ist nur dann in Betrieb, wenn die Linie 2 der Abfallverbrennungsanlage und damit auch deren Abwasserreinigungslinie außer Betrieb sind.

### Abwasserreinigungslinie der Linie 1

Die Abwasseraufbereitungsanlage der Linie 1 besteht aus einer Fällstraße mit Neutralisation, Fällung, Flockung, Sedimentation und Schlammentwässerung sowie einer doppelt ausgeführten Filterstraße. Sie übernimmt in erster Linie saure Abwässer aus der Rauchgasreinigung, da die Gipsfällung bei Linie 1 in einem eigenen Reaktor erfolgt. Nach Errichtung der derzeit geplanten chemisch-physikalischen Behandlungsanlage soll in der ARA der Linie 1 auch das saure Waschwasser aus den Vakuumbandfiltern der Rückstandsbehandlungsanlage gereinigt werden.

In der Flockungsstufe werden der pH-Wert eingestellt und Flockungshilfsmittel zugesetzt. Danach erfolgt eine Teilstromtrennung für die beiden Sedimentationsbehälter. Die Feststoffe aus beiden Sedimentationen werden in einen Schlammeindicker geführt und mit einer Kammerfilterpresse filtriert. Der Überlauf aus den beiden Sedimentationsbehältern geht in eine pH-Justierung und über eine doppelt ausgeführte Filterstraße, die aus 2-Schicht-Filter, Aktivkohlefilter und Ionentauscher besteht.

Die gereinigten Abwässer werden einer Schlussneutralisation mit NaOH unterzogen und über einen Probenahmebehälter in die Traun abgegeben. Die abgetrennten Schlämme werden in Big Packs verpackt und deponiert.



## Abwasserreinigungsanlage der Linie 2

In der neu errichteten Abwasserbehandlungsanlage der Linie 2 werden die Abwässer aus der nassen Rauchgasreinigung beider Abfallverbrennungslinien gereinigt.

Nach Durchlaufen von Neutralisations- und Fällungsbehältern wird das Abwasser in einen Dekanter geleitet, an dessen Unterseite der Schlamm abgezogen und durch Auspressen mechanisch entwässert wird. Der Überlauf aus dem Dekanter gelangt in den Gipsvorlagebehälter und zur nachgeschalteten Gipsumfällung. Anschließend wird in einer Schellzentrifuge der Gips abgetrennt und der Überlauf (Reinwasser) in einer Membranfiltrationsanlage von Schwebestoffen befreit. Über einen Wärmetauscher, Klarwasserbehälter und Probenahmebehälter wird das Reinwasser in die Traun eingeleitet. Die abgetrennten Schlämme werden in Transportcontainer abgeworfen und zur nachfolgenden Deponierung an ein Entsorgungsunternehmen übergeben.

## Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

Die *Schlacke* aus beiden Linien wird in einen gemeinsamen Schlackebunker ausgetragen. Anschließend wird die Schlacke mittels Greifer über einen Schlacketrichter auf ein Förderband aufgegeben. Eisenmetalle werden mittels eines Magnetabscheiders abgetrennt und die Schlacke wird auf LKWs verladen. Der Abtransport der Schlacke erfolgt an Werktagen außer Samstag. Während der Wochenenden wird die anfallende Schlacke im Schlackebunker zwischengelagert.

Die *Asche* wird bei jeder Anlage getrennt gesammelt und behandelt bzw. deponiert. Die Asche aus dem Kessel und aus dem Elektrofilter der Linie 1 wird mit Säure behandelt (nasschemische Behandlung), ausgestuft und auf der hauseigenen Deponie abgelagert. Das bei der Linie 2 anfallende Adsorbens des Gewebefilters (Asche), das nicht als Rezirkulat dient, geht mit der Asche aus dem Kessel und aus dem Elektrofilter in den Flugaschesilo. Mittels Silotransportern wird die Asche in den Untertageversatz nach Deutschland gebracht.

Der *Filterkuchen* aus der gemeinsamen Abwasserbehandlung wird teilweise in den Untertageversatz nach Deutschland verbracht, der Rest wird einem Entsorgungsunternehmen übergeben und dort behandelt. Der bei der Linie 1 anfallende Filterkuchen wird für den Abtransport in Big Bags verpackt, jener der Linie 2 wird in Containern erfasst.

Der in Linie 1 anfallende *Gips* wird auf der hauseigenen Deponie abgelagert. Der in Linie 2 anfallende Gips wird verwertet.

*Eisenschrott*, der wiederverwertet wird, fällt beim Magnetabscheider des Schlackeförderbandes an. In Summe beläuft sich die Menge auf zwei Container á 10–12 t pro Tag.

## Anlagenverfügbarkeit

Über die Zahl der Anlagenstillstände pro Jahr wurde seitens des Betreibers keine Auskunft erteilt. Die Zahl der jährlichen Betriebsstunden wird mit > 8.000 pro Jahr angegeben.





## Aktuelle Entwicklungen

Eine Anlage zur chemisch-physikalischen Behandlung von Rückständen am Standort der WAV befindet sich derzeit im UVP-Verfahren. Die geplante CP-Anlage soll neben den intern anfallenden Verbrennungsrückständen auch externe Abfälle (wie z. B. mineralöhlhaltige Abfälle oder Deponiesickerwasser) zur Behandlung übernehmen. Weiters sollen verhüttbare Wertstoffe wie z. B. Kupfer, Nickel, Zink und Silber aus den behandelten Abfällen gewonnen werden. Der aus der MVA Linie I ausgeschleuste Aktivkoks wird im Zuge der Behandlung bestimmter Abfälle zur Abscheidung von absorbierbaren Schadstoffen eingesetzt (AVE 2007).

Weiters strebt die AVE Entsorgung GmbH die Erweiterung und den Dauerbetrieb der mit Bescheid UR-303985/149-20Q5-Wi vom 19.04.2005 auf die Dauer von drei Jahren befristet genehmigten Pelletieranlage am Betriebsstandort Wels an. Die Anlage dient zur Herstellung von hochkalorischen Pellets aus Abfällen (windgesichtete Gewerbeabfälle, MBA-Leichtfraktion und Verpackungskunststoff) für den Einsatz als Reduktionsmittel unter anderem im Hochofen der Voestalpine Stahl GmbH. Die Gesamtmenge der zu behandelnden Abfälle beträgt 165.000 t/a (UVP-Datenbank des Umweltbundesamtes).

Eine Auskopplung von Fernwärme in das bestehende Welser Fernwärmenetz soll laut Aussagen des Betreibers bis Ende des Jahres 2008 umgesetzt werden. In den ersten Jahren ist die Auskopplung von 30 GWh Fernwärme geplant (Presseausendung der AVE vom 26.06.2006, online unter [www.wav.at/redsyspix/download/PI%20Status%20quo%20bei%20der%20Fernwärmeausbindung\\_Hompagge.pdf](http://www.wav.at/redsyspix/download/PI%20Status%20quo%20bei%20der%20Fernwärmeausbindung_Hompagge.pdf), Stand vom 11.05.2007). Dies entspricht einer durchschnittlichen Wärmeauskopplung von rund 8,5 MW.

## 5.4 Anlage AVN Dürnrrohr

### Anlagenstandort

Abfallverbrennungsanlagen Dürnrrohr/Zwentendorf  
AVN Straße 1  
3435 Zwentendorf

Der Standort der Anlage befindet sich in Zwentendorf/Dürnrrohr in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes Dürnrrohr. Der Standort verfügt über einen Bahnanschluss.

### Anlagenbetreiber

AVN Abfallverwertung Niederösterreich GmbH  
EVN Platz  
2344 Maria Enzersdorf

Tel.: 02236/46699-0  
Fax: 02236/46699-14812  
E-Mail: [info@avn.at](mailto:info@avn.at)  
[www.zwentendorf.avn.at](http://www.zwentendorf.avn.at)



## Allgemeine Angaben

Tabelle 33: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnrrohr (Betreiberangaben 2006).

<b>Abfallverbrennungsanlage Dürnrrohr</b>	
Baubeginn	2001
Inbetriebnahme	2004
Technologie	Rostfeuerung
Anzahl der Linien	2
Nennkapazität (beide Linien)	48 t/a
Heizwertband	8–15 MJ/kg
Durchschnittlicher unterer Heizwert ( $H_u$ )	9,8 MJ/kg
Brennstoffwärmeleistung	2 x 60 MW

## Anlagenkonzept

Die Abfallverbrennungsanlage der AVN in Dürnrrohr besteht aus zwei Linien mit Rostfeuerung, die in Summe jährlich rund 320.000 Tonnen an Abfällen im Heizwertbereich von ca. 8–15 MJ/kg verbrennen. Die Brennstoffwärmeleistung je Linie liegt bei 60 MW, wobei der maximale Abfalldurchsatz je Linie 24 t/h beträgt.

Jede der beiden Anlagenlinien besteht im Wesentlichen aus folgenden Aggregaten:

- **Rostfeuerung** (zwei Linien) mit Vorschubrost,
- **Abhitzeessel** ausgelegt für die Erzeugung von überhitztem Wasserdampf (380 °C, 50 bar) und eine maximale Dampfproduktion von 80 t/h je Linie,
- **Rauchgasreinigungsanlage** bestehend aus Gewebefilter mit Trockensorption, zweistufiger Rauchgaswäsche und katalytischer Rauchgasreinigungsanlage (SCR) in Reingasschaltung.

Für beide Linien gemeinsame Anlagenkomponenten sind:

- Müllbunker,
- mehrstufige Abwasserbehandlungsanlage,
- Dampfverteilsystem: Der in der Abfallverbrennungsanlage erzeugte Dampf kann wahlweise in das Dampfsystem des nahe gelegenen EVN-Kraftwerks Dürnrrohr (Block 2) eingespeist oder in einer eigenen Turbine verstromt werden (diese befindet sich ebenfalls am Standort des EVN-Kraftwerks).

Im Anlagenkonzept waren ursprünglich auch eine Schlackebehandlungsanlage und eine Aschebehandlungsanlage vorgesehen, die bis dato jedoch nicht errichtet wurden.

Das Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnrrohr ist in Abbildung 7 dargestellt.

# Fließbild AVN

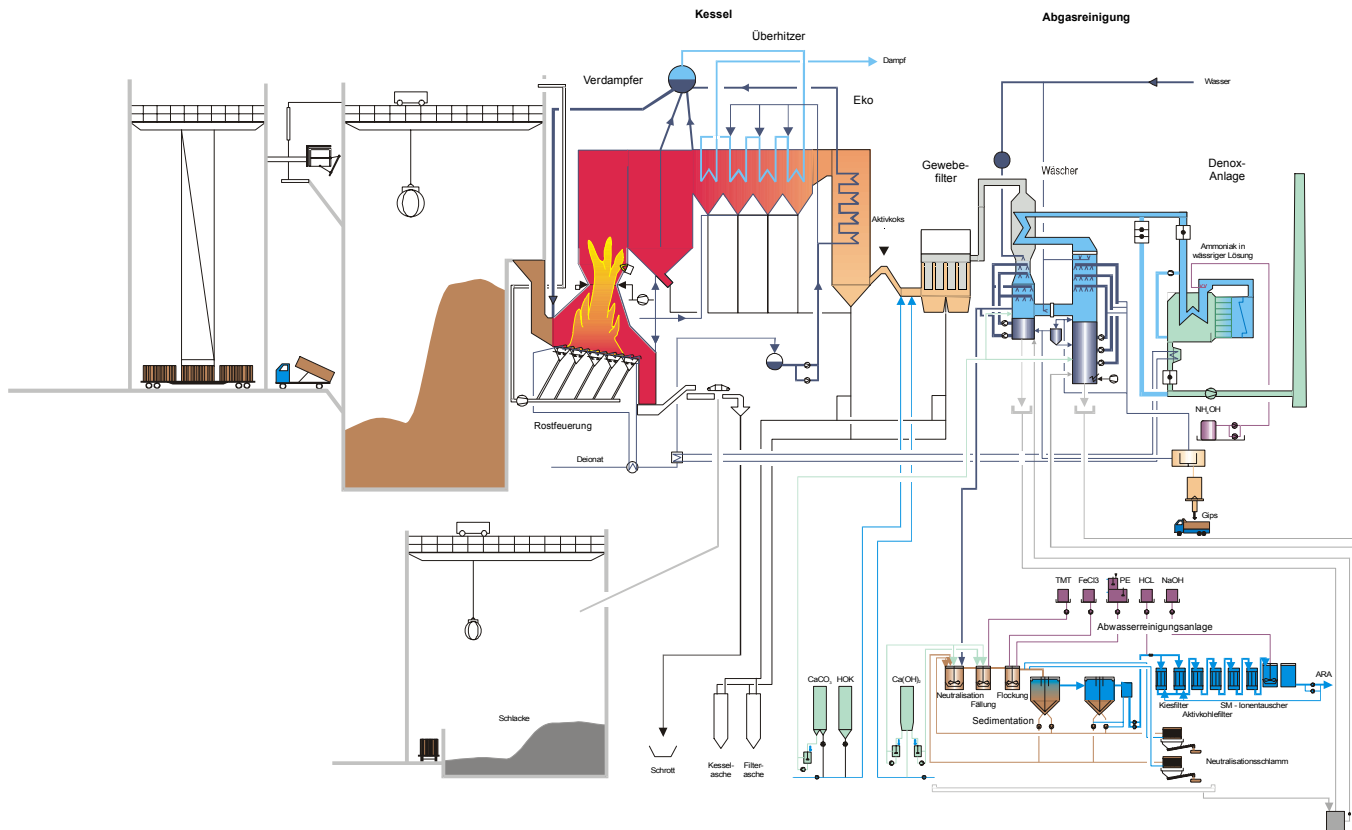


Abbildung 7: Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage Dürnrohr.

Abfallverbrennung in Österreich – Beschreibung der Abfallverbrennungsanlagen





### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

In der Anlage wird Siedlungsabfall fast aller niederösterreichischen Gemeinden sowie Gewerbe- und Industrieabfälle privater Entsorger thermisch behandelt. Ca. 90 % des angelieferten Abfalls werden unvorbehandelt angeliefert. 2,7 % wird mechanisch aufbereitet.

Die Anlieferung des Abfalls erfolgt zu ca. 90 % in Containern per Bahn (rund 150 Container pro Tag). Diese Container werden je nach Bauart entweder mittels automatischer Kranbahn vom Zug abgehoben oder vom LKW heruntergezogen und in den Bunker entleert. Die Abfälle aus den umliegenden Gemeinden (ca. 10 %) werden per LKW antransportiert und direkt in den Bunker entleert.

Die Eingangskontrolle besteht aus einer optische Kontrolle im Bereich der Brückenwaage. Zusätzlich wird die Radioaktivität der angelieferten Abfallfraktionen gemessen.

Klärschlamm wird mit ca. 30 % Trockensubstanz angeliefert, über eine separate Abkipfstelle in den Bunker abgeworfen und dort mit den anderen Abfällen vermischt.

Der angelieferte Sperrmüll wird mit einem Shredder zerkleinert und in den Bunker eingebracht.

Die Lagerung der Abfälle erfolgt in einem Müllbunker von rund 40.000 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen, der als Abfalllager für beide Verbrennungslinien dient. Der Müllbunker ist mit einer Infrarot-Kamera ausgestattet, die allfällige Glutnester im gelagerten Abfall durch Temperaturmessung detektieren kann. Werden im Müllbunker Temperaturen über 80 °C gemessen, wird automatisch die Feuerlöschvorrichtung gestartet. Aus dem Bunker wird Verbrennungsluft angesaugt.

Zwei an der Decke des Bunkers auf Laufschiene installierte Greiferkräne (Fassungsvermögen: jeweils 10 m<sup>3</sup> pro Hub) dienen der Vorvermischung der Abfälle im Bunker und der Beschickung der Müllschuppen.

Tabelle 34: In der Abfallverbrennungsanlage Dürnröhr verbrannte Abfälle (ZEHETNER 2006).

Abfall (t/a)	2004	2005
Siedlungsabfall	291.500	267.508
Rückstände aus der mechanischen Aufbereitung	627	8.865
Sperrmüll	5.479	8.647
Rückstände aus der Altpapieraufbereitung	16.650	23.840
Shredderleichtfraktion	5.461	7.626
Aerob stabilisierter Schlamm	2.131	3.072
Rest	1.212	3.405
<b>Summe eingesetzte Abfälle</b>	<b>323.060</b>	<b>322.963</b>

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Jede Anlage verfügt über einen leicht geneigten Vorschubrost von jeweils zehn Metern Länge und einer Rostfläche von rund 95 m<sup>2</sup>. Mittels einer Beschickungsvorrichtung (Zuteiler) wird der Abfall gleichmäßig auf den Rost geschoben und durch die Bewegungen des Rostes langsam in Richtung des Schlackeaustrags weiterbefördert. Die Schlacke wird in einen Nassentschlacker abgeworfen und einer einfachen mechanischen Aufbereitung unterzogen. Als Anfahr- und Stützbrenner ste-

hen je Linie drei Erdgasbrenner à 13 MW zur Verfügung, sodass jede Linie mit Hilfsbrennstoff im 65 %-Teillastbetrieb betrieben werden kann. Bei den Brennern handelt es sich um Low-NO<sub>x</sub>-Brenner.

Die Verbrennungsluft wird aus dem Abfallbunker angesaugt. Sie wird sowohl in Form von Primärluft über den Rost von unten als auch in Form von Sekundärluft oberhalb des Rostes in den Feuerraum eingeblasen. Weiters besteht die Möglichkeit der Rezirkulation von Rauchgas in den Feuerraum, um über den Sauerstoffgehalt im Feuerraum den Verbrennungsprozess besser regeln zu können. Das Rezirkulationsgas wird nach dem Gewebefilter aus dem entstaubten Rauchgas entnommen und mittels eines Gebläses in den Feuerraum gefördert. Die Rauchgasrezirkulation erfolgt im Bereich der Sekundärluftdüsen. Die Temperatur im Feuerraum liegt bei rund 1.000 °C.

### **Abhitzeessel und Energienutzung**

Die bei der Verbrennung der Abfälle frei werdende Wärme wird in einem Abhitzeessel genutzt, der dem Feuerraum nachgeschaltet ist. Die heißen Rauchgase geben ihre Wärme an das Wasser-Dampf-System des Kessels ab und werden dabei abgekühlt. Die Wände des Abhitzeessels sind ebenso wie jene des ausgemauerten Feuerraums als Membranwände ausgeführt und dienen als Verdampferheizflächen. Die Rauchgase durchströmen Leerzüge (Strahlungszüge) und gelangen anschließend in den Konvektionsteil, in dem die Wärmetauscherbündel der Überhitzerheizflächen und des nachfolgenden Speisewasservorwärmers (Economizers) angeordnet sind. Mit einer Temperatur von etwa 170 °C verlassen die Rauchgase den Speisewasservorwärmer und gelangen in die Rauchgasreinigung.

In Leerzügen, Abhitzeessel und Economizer wird Asche abgeschieden, die in einem eigenen Kesselaschesilo zwischengelagert wird.

Jede der beiden Abfallverbrennungslinien produziert in Vollast 80 t/h (Dampfparameter: 50 bar, 380 °C). Der Dampf wird in den Wasser-Dampf-Kreislauf des rund 300 m weit entfernten Kraftwerks Dürnröhr (Block 2, EVN) unmittelbar vor dem Zwischenüberhitzer eingeleitet und im Kraftwerk verstromt. Dadurch kann der in der Abfallverbrennungsanlage erzeugte Dampf mit einem vergleichsweise höheren energetischen Wirkungsgrad verstromt werden.

Die Abfallverbrennungsanlage bezieht im Gegenzug Kesselspeisewasser vom Block 2 des Kraftwerks Dürnröhr.

Bei Stillstand des Kraftwerks wird der Mitteldruckdampf über eine eigene Turbine verstromt. Niederdruckdampf wird aus dieser Turbine ausgekoppelt und an das Kraftwerk für Warmhaltung und Fernwärme abgegeben (GRAF 2000).

Der Wirkungsgrad beträgt an der Grundstücksgrenze rund 76–78 % (nur Wärme).

### **Rauchgasreinigung**

Jede der beiden Abfallverbrennungslinien ist mit einer eigenen Rauchgasreinigungsanlage und einem separaten Kamin ausgestattet.

*Gewebefilter mit Trockensorption:* Dem 170 °C heißen Rauchgasstrom können Kalkhydrat Ca(OH)<sub>2</sub> und Aktivkoks als Additive zudosiert werden. An ihnen werden die sauren Schadgase HCl, HF, SO<sub>2</sub> bzw. Schwermetalle und organische Schadstoffe adsorptiv gebunden. Die mit Schadstoffen beladenen Adsorbentien werden



gemeinsam mit der Flugasche in einem Gewebefilter abgeschieden. Die Gewebefilterasche wird mittels Pneumatik vom Filtergewebe abgeschieden, über Schnecken aus dem Gewebefilter ausgetragen und im Aschesilo zwischengelagert.

**Nasse Rauchgasreinigung:** In einer ersten sauren Wäscherstufe werden HCl, HF und Quecksilberverbindungen bei einem pH-Wert von etwa 1,0 absorbiert und der Reststaub aus den Rauchgasen entfernt. Im nachfolgenden SO<sub>2</sub>-Wäscher wird SO<sub>2</sub> durch Zudosierung von Kalkmilch, einer wässrigen Suspension von Kalkstein (CaCO<sub>3</sub>), aus dem Rauchgasstrom entfernt. Aus Kalk, SO<sub>2</sub> und dem im Umlaufwasser des Wäschers enthaltenen Sauerstoff bildet sich eine Gipssuspension. Um die Anreicherung von Schadstoffen im Prozesswasser zu verhindern, werden kontinuierlich Teilströme des Prozesswassers aus beiden Wäschern abgezogen und der Abwasserreinigung zugeführt. Die Wäscher verfügen über ein Wärmeverschiebesystem (Gas-Gas-Wärmetauscher), das zur Abkühlung der Rauchgase vor dem ersten Wäscher bzw. zu deren Wiedererwärmung nach Verlassen des zweiten Wäschers dient.

**Katalytische Rauchgasreinigung (SCR):** Nach Austritt aus dem zweiten Wäscher wird das Rauchgas im Wärmeverschiebesystem (Gas-Gas-Wärmetauscher) wieder erwärmt. Wässrige Ammoniaklösung wird in den Rauchgasstrom eingedüst. Mittels Dampf-Wärmetauscher wird die Rauchgastemperatur weiter angehoben. In der katalytischen Rauchgasreinigungsanlage werden vorhandene Stickoxide katalytisch reduziert, organische Verbindungen durch Oxidation zerstört. Nach Abkühlung im Wärmeverschiebesystem werden die gereinigten Rauchgase mit einer Temperatur von 140 °C über die ca. 100 m hohen Kamine in die Umgebung entlassen.

Aktuelle Daten zur Emission von Luftschadstoffen durch die Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnröhr sind in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnröhr (Quelle: [www.avn.at](http://www.avn.at), Stand vom 12.12.2006)

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Art des Messwerts	Grenzwert lt. Bescheid	Messwerte
				im Reingas
(Normbedingungen, trocken, 11 % O <sub>2</sub> )				
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	TMW	8	0,6–2,1
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	8	0,9–1,1
Chlorwasserstoff (HCl)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	7	0
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	TMW	50	1–7
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	70	37
Kohlenstoffmonoxid (CO)	mg/m <sup>3</sup>	TMW	50	13–18
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	HMW	0,05	0,0008–0,008
Cadmium und Thallium und ihre Verbindungen	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,02	< 0,01
Summe Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V und ihre Verbindungen, als Elemente	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,5	< 0,1
Dioxine und Furane (I-TEQ)	ng/m <sup>3</sup>	MW 6–8 h	0,1	0,05



### **Abwasseraufbereitung**

Die Abwässer aus den beiden Rauchgaswäschern werden in einer mehrstufigen Abwasserreinigungsanlage behandelt. Aus dem Abwasser der sauren Wäscher beider MVA-Linien werden Schwermetalle durch Neutralisation, Fällung, Flockung und Sedimentation abgetrennt. Nach mechanischer Entwässerung werden die schwermetallhaltigen Schlämme in Container abgekippt. Das Abwasser der SO<sub>2</sub>-Wäscher beider Linien wird ebenfalls in einer gemeinsamen Abwasserbehandlungsanlage gereinigt. Der Gips wird in einer Zentrifuge entwässert, nachgewaschen und in Container abgeworfen.

Die jährlich anfallende Menge an gereinigtem Abwasser beläuft sich auf etwa 65.400 m<sup>3</sup>, die maximale Abwassermenge ist begrenzt mit 12 m<sup>3</sup>/h bzw. 288 m<sup>3</sup>/d.

### **Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung**

Als Rückstände der thermischen Abfallbehandlung fallen in der Anlage Schlacke (SN 31308), Flugasche (SN 31309), Kesselasche (SN 31308), Filterkuchen (SN 31312), Eisenschrott (SN 35103) und Gips (SN 31315) an.

Die von den Verbrennungsrosten mittels Nassentschlackern ausgetragene Schlacke durchläuft ein Stangensieb zur Abtrennung von Grobteilen. Im nachfolgenden Magnetabscheider wird Eisenschrott aus der Schlacke abgetrennt und der stofflichen Verwertung zugeführt. Die Rohschlacke wird abtransportiert und deponiert (Massenabfalldeponie).

Die ursprüngliche Planung des Standortes AVN Dürnrohr sah eine kontinuierlich arbeitende interne Aschebehandlungsanlage mit einem Durchsatz von 3 t/h vor. Geplant war, die bei Temperaturen unterhalb von 40 °C anfallenden Aschen einschließlich der Gewebefilterasche einer Nachverbrennung zu unterziehen. Ziel dieses Behandlungsschrittes sollte sein, den in der Asche enthaltenen unverbrannten Kohlenstoff nachzuverbrennen, organische Verbindungen wie PCDD/PCDF abzubauen und leichtflüchtige Schwermetalle durch Abdampfen aus der Asche zu entfernen. Die Abgase der thermischen Nachbehandlung sollten in einem eigenen Nasswäscher mit dem Abwasser aus den beiden sauren Wäschern der MVA-Linien gereinigt werden. Anschließend daran sollten sie in die Feuerung einer Verbrennungslinie eingeleitet werden (UVP-Datenbank des Umweltbundesamtes). Die interne Aschebehandlungsanlage wurde nicht errichtet. Stattdessen werden die Aschen einer externen Konditionierung mit nachfolgender Reststoffdeponierung unterzogen.

Kesselasche wird ebenfalls deponiert (Massenabfalldeponie). Filterkuchen gelangt nach einer Verfestigung auf eine Reststoffdeponie. Eisenschrott wird recycelt und Gips in der Baustoffindustrie verwertet. Der Abtransport der Rückstände erfolgt fast gänzlich per Bahn.



Tabelle 36: Anfall an festen Abfällen und Rückständen aus der Abfallverbrennungsanlage Dümrohr (ZEHETNER 2006).

Abfall (t/a)	2004	2005
Schlacke	85.740	79.320
Flugasche	10.550	8.389
Kesselasche	8.780	7.669
Filterkuchen	436	448
Gips	656	857
Eisenschrott	9.730	7.772
<b>Summe Abfälle und Rückstände aus der Verbrennung</b>	<b>115.892</b>	<b>104.455</b>

Tabelle 37: Analyseergebnisse von Schlacke und Kesselasche der thermischen Abfallbehandlungsanlage Dümrohr, Referenzjahr 2005 (ZEHETNER 2006).

	Einheit	Schlacke	Kesselasche
Trockenmasse	%	81–87,7	100–100
Aluminium met.	%TS	1–1,8	0,73–1,2
Aluminium (Al)	mg/kg TS	31.400	39.500–43.400
Antimon (Sb)	mg/kg TS	31–60	98–167
Arsen (As)	mg/kg TS	0,77–4	0,76–14
Barium (Ba)	mg/kg TS	149–192	61–198
Blei (Pb)	mg/kg TS	811–2.240	769–1.490
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	1,2–10	15–29
Calcium (Ca)	mg/kg TS	100.000–111.000	157.000–174.000
Chrom (Cr)	mg/kg TS	126–224	341–379
Eisen (Fe)	mg/kg TS	35.700–46.800	30.000–35.500
Kobalt (Co)	mg/kg TS	13–31	27–72
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	3.150–5.020	936–1.720
Magnesium (Mg)	mg/kg TS	13.200–19.800	14.900–23.200
Mangan (Mn)	mg/kg TS	1.150–1.200	1.970–2.980
Nickel (Ni)	mg/kg TS	122–196	204–398
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,1– < 0,3	< 0,1–5,6
Silber (Ag)	mg/kg TS	< 0,3–2,1	< 0,3–12
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,3–2,4	< 0,3– < 0,5
Vanadium (V)	mg/kg TS	24–40	80–81
Zink (Zn)	mg/kg TS	2.210–4.590	3.930–4.680
Zinn (Sn)	mg/kg TS	99–118	113–127
Glühverlust	% TS	1–3,7	< 0,1– < 0,1
Gasbildung H <sub>2</sub> O	l/kg.h	0,4–0,12	0,11–0,24
Gasbildung NaOH	l/kg	14–24	9,7–16





Tabelle 38: Ergebnisse der Eluatanalysen von Schlacke und Kesselasche der thermischen Abfallbehandlungsanlage Dürnrohr, Referenzjahr 2005 (ZEHETNER 2006).

Parameter	Einheit	Schlacke	Kesselasche
pH-Wert	–	12,16–12,91	12,42–12,9
Leitfähigkeit	mS/m	725–942	1.390–1.750
Abdampfrückstand	mg/kg TS	24.300–32.900	65.000–82.100
Aluminium (Al)	mg/kg TS	< 0,1– < 0,1	< 0,1–0,50
Arsen (As)	mg/kg TS	< 0,05–0,72	< 0,05– < 0,1
Barium (Ba)	mg/kg TS	3,1–3,6	3,00–3,50
Blei (Pb)	mg/kg TS	42–88	1,50–98,00
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,005– < 0,05	< 0,01– < 0,05
Chrom (Cr)	mg/kg TS	0,05–1,8	0,05–33
Chrom VI (Cr VI)	mg/kg TS	< 0,1–1,3	< 0,1–19
Eisen (Fe)	mg/kg TS	< 0,1–2	< 0,1–4
Kobalt (Co)	mg/kg TS	< 0,05– < 0,05	< 0,05– < 0,05
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1,80–4,60	< 0,05–0,20
Nickel (Ni)	mg/kg TS	< 0,05–0,35	< 0,05–0,23
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,01– < 0,05	< 0,01– < 0,05
Silber (Ag)	mg/kg TS	< 0,02– < 0,1	< 0,02– < 0,1
Zink (Zn)	mg/kg TS	4,1–8,3	24–35
Zinn (Sn)	mg/kg TS	< 0,05– < 0,1	< 0,05– < 0,1
Fluorid (F)	mg/kg TS	2–11	33–86
Chlorid (Cl)	mg/kg TS	2.130–6.220	20.400–30.500
Bromid (Br)	mg/kg TS	12–17	222–334
Nitrat (N)	mg/kg TS	< 0,3–2	< 1–8,4
Nitrit (N)	mg/kg TS	< 0,3–2	< 0,3–7,5
Phosphat (P)	mg/kg TS	< 1– < 1	< 1– < 1
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/kg TS	2.650–9.970	13.900–20.200
Ammonium (N)	mg/kg TS	7,20–13	1,40–1,70

### Anlagenverfügbarkeit

Im Jahr 2005 war die Anlage 7.525 Stunden unter Vollastbedingungen in Betrieb. Die Zahl der Anlagenstillstände betrug drei pro Linie.

### Aktuelle Entwicklungen

Eine Anlagenerweiterung um eine dritte Linie nach demselben Anlagenkonzept, jedoch mit einer Brennstoffwärmeleistung von 90 MW, ist in Planung und befindet sich derzeit im Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung.



## 5.5 Anlage KRV Arnoldstein

### Anlagenstandort

Thermische Behandlungsanlage Arnoldstein  
Industriestraße 25  
9601 Arnoldstein

Die Anlage ist im Industriegelände Arnoldstein/Gailitz angesiedelt. Der Standort verfügt über einen Bahnanschluss und ist direkt an die Autobahn A2 angeschlossen.

### Anlagenbetreiber

Kärntner Restmüllverwertungs GmbH  
Industriestraße 25  
9601 Arnoldstein  
Tel.: 04255/22366-0  
Fax.: 04255/22366-200  
E-Mail: office@krv.co.at  
[www.krv.co.at](http://www.krv.co.at)

### Allgemeine Angaben

Tabelle 39: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage KRV Arnoldstein  
(Betreiberangaben 2006; [www.krv.co.at](http://www.krv.co.at), Stand vom November 2006).

Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein	
Inbetriebnahme	2004
Technologie	Rostfeuerung im Syncom-Betrieb (O <sub>2</sub> -Anreicherung in der Verbrennungsluft)
Nennkapazität	10,7 t/h
Durchschnittlicher unterer Heizwert	10,0 MJ/kg
Genehmigte Brennstoffwärmeleistung	29,7 MW
Anzahl der Verbrennungslinien	1

### Anlagenkonzept

Die Anlage besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- **Rotorschere** zur Zerkleinerung von Sperrmüll;
- **Müllbunker**;
- **Rostfeuerung** (1 Linie) mit Rückschubrost, Sauerstoffanreicherung in der Verbrennungsluft (Syncom-Verfahren);
- **Abhitzeessel**;
- **Luftzerlegungsanlage** (Druckwechsellösung);
- **Trockene Rauchgasreinigungsanlage** bestehend aus Turbosorptionsreaktor, Gewebefilter, Aktivkohlefilter, SCR-Anlage in Reingasschaltung.
- Die Rauchgasreinigungsanlage arbeitet abwasserfrei.

Das Verfahrensschema der KRV Arnoldstein ist in Abbildung 8 dargestellt.

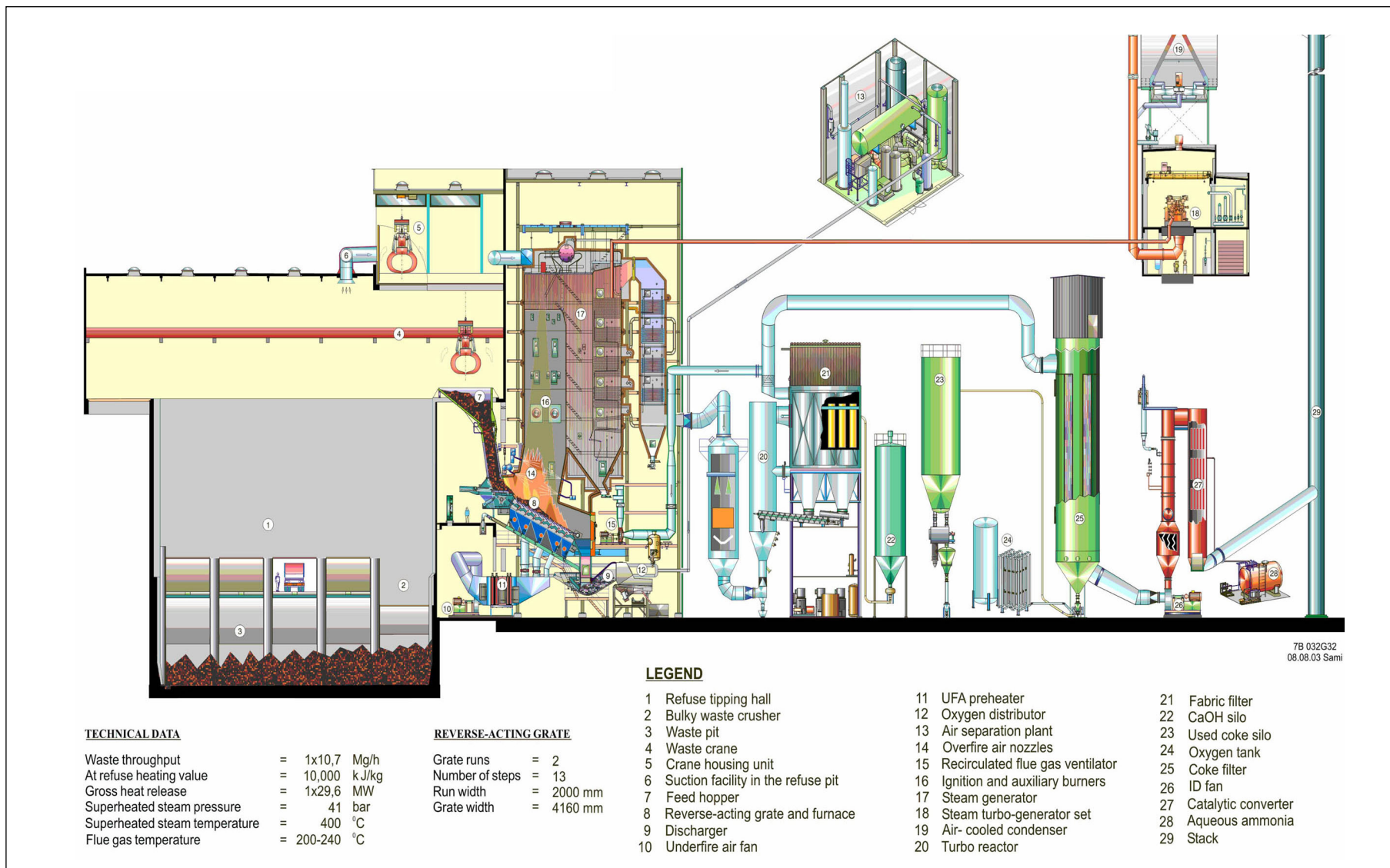


Abbildung 8: Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage KRV Arnoldstein.

Abfallverbrennung in Österreich – Beschreibung der Abfallverbrennungsanlagen





### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

Die Anlage behandelt ausschließlich nicht gefährliche Abfälle, hauptsächlich unaufbereiteten Siedlungsabfall der Kärntner Abfallwirtschaftsverbände Klagenfurt, Villach, St. Veit/Glan und Völkermarkt. Damit werden in der Anlage ca. 80.000 t Siedlungsabfall thermisch behandelt (Gesamtaufkommen in Kärnten: ca. 105.000 t pro Jahr).

Eine Gleisanlage zur Anlieferung per Bahn ist zwar vorhanden, die Anlieferung des Abfalls erfolgt jedoch zur Gänze per LKW. Dies wird damit begründet, dass die Transportwege für eine optimale Bahnlieferung generell zu kurz und die zu transportierenden Mengen an Siedlungsabfall zu gering sind.

Pro Tag erfolgen durchschnittlich 35 (bis maximal 45) LKW-Anlieferungen, wobei der Siedlungsabfall aus dem Großraum Klagenfurt und vom Abfallwirtschaftsverband Völkermarkt/St. Veit mittels Großraum-LKWs zur Anlage transportiert wird.

Die Abfallanlieferung erfolgt ausschließlich durch Entsorgungsbetriebe. Die angelieferten Abfallmengen werden durch automatische Einfahrts- und Ausfahrtsverriegelung der LKWs, welche mit Chipkarte ausgestattet sind, erfasst. Beim Abladen in den Anlieferstellen des Müllbunkers erfolgt eine Sichtkontrolle des angelieferten Siedlungsabfalls durch geschultes Personal.

Sperrmüll wird mittels einer Rotorschere zerkleinert und in den Bunker abgeworfen.

Der im Bunker zwischengelagerte Abfall wird mittels Greiferkran vorvermischt und über eine Müllschurre auf den Rost aufgegeben. Am unteren Ende der Schurre wird der Abfall durch eine Dosiervorrichtung gleichmäßig auf den Rost geschoben.

Tabelle 40: In der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (KRV) verbrannte Abfälle (ZELLINGER 2006).

Abfall (t/a)	2004	2005
Siedlungsabfall	39.773	80.151
Sperrmüll	829	1.456
Friedhofsabfälle	42	56
<b>Summe</b>	<b>40.644</b>	<b>81.663</b>

Im Jahr 2005 wurden 205 t Heizöl extraleicht als Anfahr- und Stützbrennstoff eingesetzt.

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Der Rost ist als zweigeteilter Rückschubrost ausgeführt, der in Längsrichtung in dreizehn Stufen unterteilt und insgesamt 4,16 Meter breit ist. Der Schlackeaustrag erfolgt über einen Nassentschlacker. Eisen- und Nichteisenmetalle werden aus der Schlacke abgeschieden.

Eine verfahrenstechnische Besonderheit der KRV-Anlage besteht darin, dass die Anlage nach dem von der Firma Martin entwickelten Syncom-Verfahren betrieben wird. Dabei wird die für die Verbrennung benötigte Luft mit Sauerstoff angereichert. Durch die auf 24–26 Volumsprozent erhöhten Sauerstoffgehalte in der Verbrennungsluft werden Rosttemperaturen von ca. 1.000 °C erreicht, wodurch eine stärkere Verglasung und dadurch bessere Deponiequalität der Schlacke erreicht werden sollen.

Die Anlage kann jedoch – etwa bei Ausfällen oder Stillstand der Luftzerlegungsanlage – auch auf herkömmliche Weise, d. h. ohne Sauerstoffanreicherung in der Verbrennungsluft und bei entsprechend tieferen Rosttemperaturen, betrieben werden. Der Abfalldurchsatz im Syncom-Betrieb ist mit 80.000 t/a (entsprechend einer Dampfleistung von 35 t/h) um ein Drittel höher als der Durchsatz von 60.000 t/a (entsprechend einer Dampfleistung von 25 t/h), der mit derselben Anlage im herkömmlichen Betrieb erreicht werden kann.

Im Feuerraum herrscht ein Unterdruck von rund 1,5 mbar. Die mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft wird sowohl als Primärluft über den Rost in den Zonen 2 und 3 von unten in das Müllbett eingeblasen. Nicht angereicherte Primärluft wird als Sekundärluft auf einer Ebene in den Bereich oberhalb des Müllbetts eingebracht. Etwa 20–25 % des Rauchgases werden als Rezirkulationsgas auf zwei Ebenen in den Feuerraum zurückgeführt, um eine verbesserte Regelung des Verbrennungsprozesses zu erreichen. Eine Infrarot-Kamera überwacht und reguliert die Verbrennungstemperatur.

### **Luftzerlegungsanlage**

Der zur Anreicherung der Verbrennungsluft benötigte Sauerstoff wird durch Luftzerlegung nach dem Druckwechselverfahren (engl. Pressure Swing Adsorption, PSA) vor Ort hergestellt. Die Anlage besteht aus zwei parallel geschalteten zylindrischen Türmen, die mit einem Molekularsieb (Zeolith) gefüllt sind. Die Adsorbentürme werden abwechselnd jeweils dreißig Sekunden lang von einem Kompressor mit Druckluft beaufschlagt und nachfolgend zwecks Regeneration unter Unterdruck gesetzt. Jeweils einer der Türme ist mit Druck beaufschlagt, während sich der andere in der Regenerationsphase befindet.

Bei einem Druck von 1,6 bar(a) werden Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser bevorzugt am Zeolithen durch Adsorption gebunden. Der Sauerstoff wird nicht in demselben Ausmaß gebunden, passiert den Zeolithen und kann aufkonzentriert aus dem Reaktor abgezogen werden. In der Regenerationsphase wird der Druck im Reaktor auf 0,6 bar(a) reduziert, wobei der Zeolith die zuvor adsorbierten Gase an die Spülluft abgibt. Der O<sub>2</sub>-Gehalt im desorbierten Gasgemisch liegt bei ca. 10 %, es wird ohne weitere Behandlung an die Umgebung abgegeben.

### **Abhitzeessel und Energienutzung**

Die Wände des Feuerraumes sind als Membranwände ausgeführt und dienen als Verdampferheizflächen. Die Verbrennungsabgase, die eine Temperatur von rund 1.200 °C haben, verlassen den Feuerraum und gelangen in den Strahlungszug des Kessels, der als Leerzug ausgeführt ist. Der nachfolgende Kesselzug enthält die Dampfüberhitzer und wird von unten nach oben durchströmt. Am Übertritt zwischen den beiden Kesselzügen wird grobe Flugasche abgeschieden.

Nachfolgend gelangen die Rauchgase in einen Konvektionszug, der die Wärmetauscherbündel für die Vorwärmung des Kesselspeisewassers (Economizer) enthält und von oben angeströmt wird.

Der Abhitzeessel der Abfallverbrennungsanlage erzeugt in Vollast 35,2 t/h überhitzten Wasserdampf mit den Parametern 40 bar und 400 °C, der über eine Turbine von 7 MW Nennleistung verstromt wird. Je nach Betriebszustand und Wärmeabgabe an Dritte werden 0,9–5 MW an das öffentliche Stromnetz geliefert. Auf-



grund des hohen elektrischen Eigenbedarfs von 2 MW, von dem rund die Hälfte dem Verbrauch der Luftzerlegungsanlage zuzuschreiben ist, weist die Anlage einen elektrischen Nettowirkungsgrad von nur rund 17 % auf.

Die Gemeinde Arnoldstein verfügt über ein Fernwärmenetz mit 9 MW Anschlussleistung, rund 99 % der Haushalte im Bereich des Fernwärmenetzes sind an dieses Netz angeschlossen. Die Versorgung des Industriestandortes Arnoldstein/Gailitz mit Prozessdampf (bis zu 13,0 t/h Satttdampf von 16 bar und 180 °C) wird in jenen Perioden von der KRV übernommen, in denen die Dampfversorgung der Industrieabnehmer durch die Firma ABRG nicht oder nur teilweise abgedeckt werden kann.

Der maximal erzielbare Brennstoffnutzungsgrad der Anlage liegt bei 57 %.

### Rauchgasreinigung

Die KRV Arnoldstein wurde mit einer trockenen Rauchgasreinigungsanlage ausgestattet. Dadurch unterscheidet sie sich von den anderen österreichischen Abfallverbrennungsanlagen, die üblicherweise auch mit Nasswäschern ausgerüstet sind.

Aufgrund der Sauerstoffanreicherung wird das Syncom-Verfahren mit geringeren spezifischen Volumina an Verbrennungsluft bzw. Rauchgas pro Tonne Abfall betrieben als dies bei herkömmlichen Abfallverbrennungsanlagen der Fall ist. Daraus resultiert ein höherer Wassergehalt im Rauchgas, der beim Syncom-Verfahren bei rund 26 Volumsprozent, bei herkömmlichen MVA üblicherweise bei rund 19 Volumsprozent liegt.

Weiters führen die im Syncom-Betrieb vorherrschenden höheren Verbrennungstemperaturen zu höheren Gehalten von thermischem  $\text{NO}_x$  im Rohgas.

*Trockensorption und Turbosorptionsreaktor:* Durch einen Düsenboden (Venturidüse) gelangt das additivbeladene Rauchgas in den Turbosorptionsreaktor. Dieser ist ein hohler, vertikaler zylindrischer Reaktor mit einer Düse im Eintrittsbereich, der von unten nach oben vom Rauchgas durchströmt wird, wobei sich oberhalb der Düse ein Wirbelbett bildet. Dadurch erhöhen sich – im Vergleich zu herkömmlichen Trockensorptionsverfahren – die Verweilzeit der Adsorbentien im Rauchgas, ihre Reaktionszeit mit den Schadstoffen und die Abscheidegrade der Schadstoffe. Weiters wird Wasser direkt in den Reaktor eingedüst, um die Reaktivität des Kalkhydrats zu erhöhen. Saure Luftschadstoffe wie HCl, HF und  $\text{SO}_2$  werden am Kalkhydrat adsorbiert und reagieren mit diesem unter Bildung der entsprechenden Kalziumsalze. Am Aktivkoks werden der Großteil der Schwermetalle und organischen Schadstoffe adsorptiv gebunden.

*Gewebefilter:* Nach Verlassen des Turbosorptionsreaktors gelangen die feststoffbeladenen Rauchgase in den aus vier Kammern bestehenden Gewebefilter. Vor dem Eintritt in den Gewebefilter werden Kalkhydrat  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  und gemahlener Aktivkoks, der aus dem Aktivkoksfilter abgezogen wird, zudosiert. Die Eintrittstemperatur der Rauchgase in den Gewebefilter liegt bei 150–155 °C. Das gereinigte Rauchgas verlässt den Gewebefilter in Richtung des Aktivkoksfilters. Die Gewebefilterasche wird durch pneumatische Abreinigung der Filterschläuche abgetrennt und größtenteils zur Aufrechterhaltung der Wirbelschicht in den Turboabsorber zurückgeführt. Der Überschuss wird in den Aschesilo gefördert.

*Aktivkoksfilter (AKF):* Der Aktivkoksfilter besteht aus einem mit rund 60 Tonnen Aktivkoks gefüllten, vertikalen zylindrischen Reaktor von ca. 20 Metern Höhe, dessen Inneres in mehrere konzentrische Zonen unterteilt ist. Am oberen Ende des AKF

befindet sich eine Aufgabeschurre für frischen Aktivkoks, an seinem unteren Ende wird kontinuierlich beladener Aktivkoks abgezogen und in den Rauchgasstrom zurückgeführt, sodass der AKF von oben nach unten von Aktivkoks durchwandert wird. Der Verbrauch an Aktivkoks liegt bei rund 400 kg pro Tag. Das Rauchgas durchströmt den Aktivkoksfilter im Kreuzstrom horizontal. Die Eintrittstemperatur des Rauchgases liegt bei 140–145 °C. Im Aktivkoksfilter werden die restlichen Mengen an Schwermetallen und organischen Schadstoffen aus dem Rauchgas abgeschieden. Der Schwermetallgehalt im Rauchgas liegt nach dem Gewebefilter bereits bei ca. 50 % des Grenzwertes, durch den Aktivkoksfilter wird er noch weiter bis auf ca. 10 % des Grenzwerts reduziert.

**Katalytische Rauchgasreinigung (SCR):** Nach Austritt aus dem Aktivkoksfilter wird das Rauchgas auf die Betriebstemperatur der SCR-Anlage von 180 °C erwärmt. Ammoniak in 25 %iger wässriger Lösung wird in das Rauchgas eingedüst und am Katalysator zur Reaktion gebracht. Vorhandene Stickoxide werden reduziert und das gereinigte Rauchgas nachfolgend in den Kamin eingeleitet.

Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlage KRV Arnoldstein sind in Tabelle 41 dargestellt.

Tabelle 41: Emissionen in die Atmosphäre der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein (KRV) (ZELLINGER 2006).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Messwert (Jahresmittelwert 2005) (Normbedingungen, trocken, 11 % O <sub>2</sub> )
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	0,2
C <sub>org</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	1,80
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	2,20
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	0,08333
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	13,00
NO <sub>x</sub> , angeg. als NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	58,10
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	8,50
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,0006
Cd	mg/Nm <sup>3</sup>	0,0002
TI	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,0001
Σ Sb+As+Pb+Cr+Co+ Cu+Mn+Ni+V+Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,0029
NH <sub>3</sub> (0 % O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	5,6667
PCDD+PCDF (I-TEQ)	ng/Nm <sup>3</sup>	0,0013

### Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

Als Rückstände der thermischen Abfallbehandlung fallen in der Anlage Schlacke, Reststoffe aus der Rauchgasreinigung und Eisenschrott an.

Die Schlacke wird deponiert (Massenabfalldeponie).

Der Rückstand aus der trockenen Rauchgasreinigung, welcher aus Flugasche, beladenem Aktivkoks, Kalkhydrat und dessen Reaktionsprodukten besteht, wird extern verfestigt (ca. eineinhalb Bahnwaggons pro Woche) und auf einer Reststoffdeponie abgelagert.



Eisenschrott, der aus der Schlacke abgetrennt wird, wird einem Schrotthändler zur Verwertung übergeben.

Tabelle 42: Anfall an festen Abfällen und Rückständen aus der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (KRV) (ZELLINGER 2006).

Abfall (t/a)	2004	2005
Schlacke	9.429	18.956
Rückstand aus Rauchgasreinigung	1.939	3.611
Eisenschrott	890	1.135

Tabelle 43: Ergebnisse der Schlackeanalyse der thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein (KRV) (ZELLINGER 2006).

Parameter	Einheit	Messwert
Wassergehalt	Gewichtsprozent	16,6
Glühverlust	Gewichtsprozent TS	1,5
As	mg/kg TS	8,2
Pb	mg/kg TS	1.109
Cd	mg/kg TS	6,8
Hg	mg/kg TS	< 0,6
PCDF/PCDD	ng/kg TS (TEF)	2,85
KW-Index	mg/kg TS	< 5
POX als C	mg/kg TS	< 0,0005
Σ PAK	mg/kg TS	0,066

Tabelle 44: Ergebnisse der Schlackeneluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein (KRV) (ZELLINGER 2006).

Parameter	Einheit	Messwert
Verhältnis flüssig : fest		10 : 1
pH-Wert	Gewichtsprozent	12,5
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	738
Abdampfrückstand	mg/kg TS	19.000
As	mm	0,011
Ba	mg/kg TS	44
Pb	mg/kg TS	48
B	mg/kg TS	0,12
Cd	mg/kg TS	< 0,01
Cr ges.	mg/kg TS	< 0,07
Cr (VI)	mg/kg TS	< 0,07
Co	mg/kg TS	0,017
Cu	mg/kg TS	2,8
Ni	mg/kg TS	0,38





Parameter	Einheit	Messwert
Hg	mg/kg TS	< 0,01
Zn	mg/kg TS	5,8
Sn	mg/kg TS	0,02
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> als N	mg/kg TS	6,5
Cl	mg/kg TS	1.622
CN	mg/kg TS	< 0,05
F	mg/kg TS	4,5
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 0,07
KW-Index	mg/kg TS	< 1

### Anlagenverfügbarkeit

Im Jahr 2005 war die Anlage 7.990 Stunden in Betrieb, davon 6.834 Stunden unter Vollastbedingungen. Die Anlage stand insgesamt fünf Mal still.

### Aktuelle Entwicklungen

Derzeit werden Versuche zur teilweisen Rezirkulation der Schlacke in den Feuerraum durchgeführt. Nach dem Nassentschlacker wird die Schlacke über ein Sieb in zwei Fraktionen aufgetrennt. Die Feinfraktion mit Partikeldurchmessern < 3 mm besteht teilweise aus Bruchstücken von größeren Schlackepartikeln und weist deshalb schlechtere Eluatwerte auf als die Grobfraktion. Es soll untersucht werden, inwieweit sich die Schlackequalität durch kontinuierliche Rückführung und neuerliche Versinterung der Feinfraktion verbessern lässt.

Seit Dezember 2006 gibt es eine Genehmigung für einen zweijährigen Versuchsbetrieb mit einer erhöhten Jahresdurchsatzleistung von 88.000 t. Diese Erhöhung der Jahresdurchsatzleistung soll durch eine bessere Nutzung der Anlage erreicht werden.

Künftig werden zusätzliche nicht gefährliche Abfallarten eingesetzt. Es handelt sich dabei um nicht gefährliche Abfälle aus dem medizinischen Bereich sowie um Schlämme und andere Abfälle aus der Abwasserbehandlung.

## 5.6 Anlage TRV Niklasdorf

### Anlagenstandort

Thermische Reststoffverwertung Niklasdorf  
Proleber Straße 10  
8712 Niklasdorf

Der Standort verfügt über einen Bahnanschluss. Wichtig für die Standortentscheidung war die Wärmenutzung, aus diesem Grund hat man sich für das Gelände der Papierfabrik Brigl & Bergmeister entschieden.



### Anlagenbetreiber

ENAGES Energie- und Abfallverwertungsges.m.b.H.  
 Elisabethstraße 59  
 8010 Graz  
 Tel.: 0316/9000-0  
 Fax.: 0316/9000-20509  
 E-Mail: enages@e-steiermark.com  
[www.e-steiermark.com/enages](http://www.e-steiermark.com/enages)

### Allgemeine Angaben

Tabelle 45: Allgemeine Angaben zur Abfallverbrennungsanlage TRV Niklasdorf (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

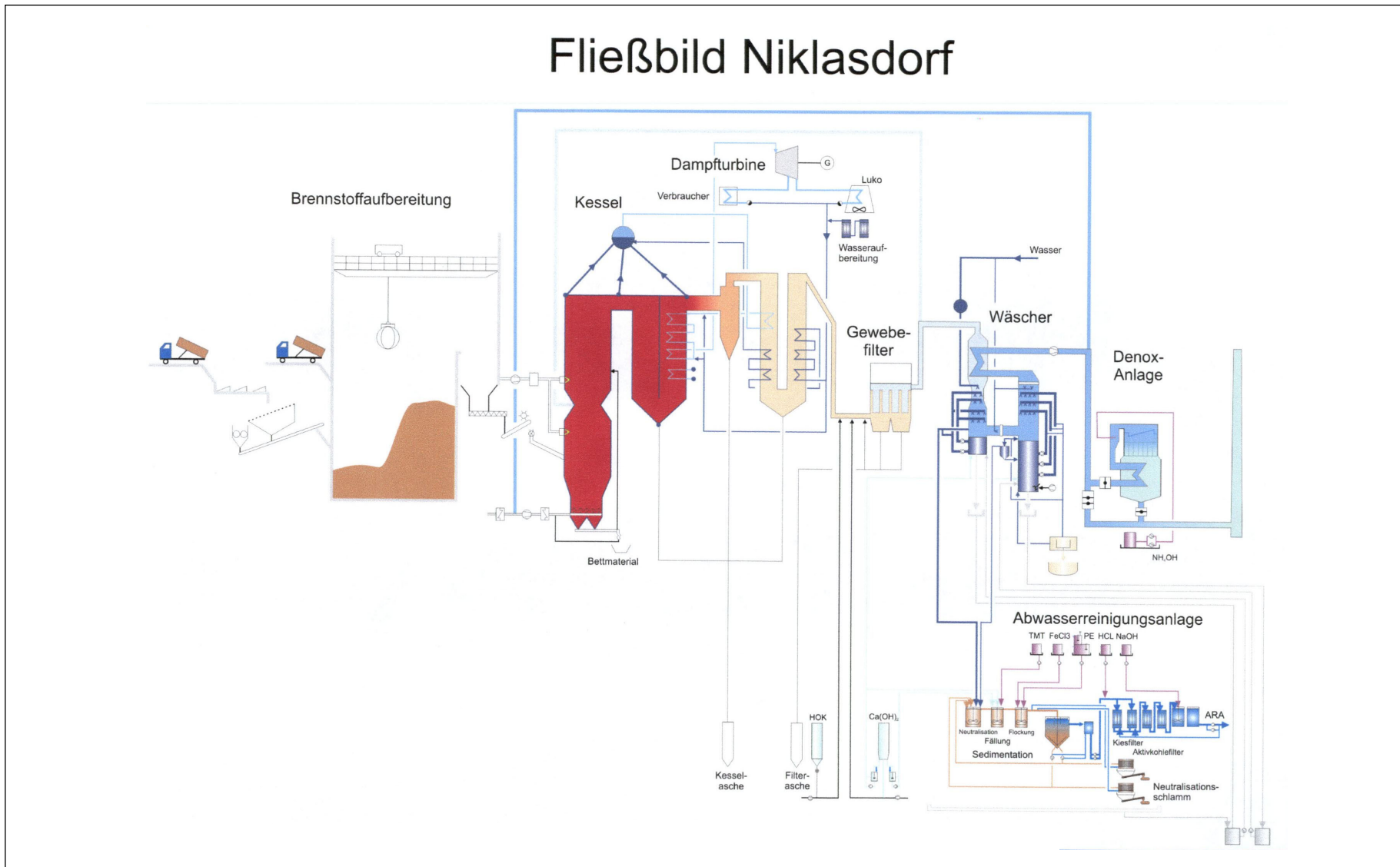
Thermische Reststoffverwertungsanlage Niklasdorf	
Baubeginn	2002
Inbetriebnahme (Beginn Probetrieb)	Dezember 2004
Technologie	Stationäre Wirbelschichtfeuerung
Anzahl der Linien	1
Nennkapazität	ca. 12 t/h

### Anlagenkonzept

Bei der Abfallverbrennungsanlage der TRV Niklasdorf handelt es sich um eine stationäre Wirbelschichtfeuerung, die im Wesentlichen aus folgenden Komponenten besteht:

- **mechanische Aufbereitungsanlage** bestehend aus: Vibrosieb, Magnetabscheider, Shredder (Einwellenzerkleinerer), Magnetabscheider;
- **Grobgutbunker** und **Feingutbunker** für feste Abfälle, **Klärschlamm bunker**;
- **stationäre Wirbelschichtfeuerung** mit zwei Brennstoffdosierlinien für feste Brennstoffe und einem Eintrag für Schlämme (Beschickung mit Klärschlammpumpe);
- **Abhitzeessel**;
- mehrstufige **Rauchgasreinigungsanlage** bestehend aus Mehrfachzyklon, Gewebefilter mit Trockensorption, zweistufiger Rauchgaswäsche, SCR-Anlage in Reingasschaltung;
- mehrstufige **Abwasserreinigungsanlage (ARA)**, bestehend aus Neutralisation, Fällung, Flockung, Sedimentation, Schlammwässerung, Kies- und Aktivkohlefilter.

Das Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage TRV Niklasdorf ist in Abbildung 9 dargestellt.



Abfallverbrennung in Österreich – Beschreibung der Abfallverbrennungsanlagen

Abbildung 9: Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage Niklasdorf.





### **Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung**

Die ENAGES hat Anlieferungsverträge mit mehreren Partnern, die aus unterschiedlichen Aufbereitungsanlagen (vorwiegend in der Steiermark) Abfälle beziehen und liefern. Seitens der ENAGES werden Abfälle mit Heizwert  $\leq 10$  MJ/kg bevorzugt, um die volle nach Bescheid genehmigte Einsatzmenge auszuschöpfen.

Für die Anlieferung der Abfälle wurde ein eigenes Ladegleis errichtet. Derzeit werden die aufbereiteten Brennstoffe noch ausschließlich per LKW (z. B. Walkingfloor-Züge mit einem Fassungsvermögen von 70 m<sup>3</sup>) angeliefert. Die LKWs entladen dabei den Abfall über eine von drei Entladestellen in einen Grobgutbunker, für Schlämme (Klärschlamm, Schlämme aus der Papierindustrie) ist ein eigener Schlamm bunker vorgesehen. Ausgewählte Abfallfraktionen können auch direkt in den Feingutbunker abgeladen werden. Die Entladestellen befinden sich in einer Anlieferungshalle. Es ist eine Brückenwaage vorhanden, ein Teil der LKWs wird dennoch mittels Wiegezettel abgerechnet.

Eingangskontrollen (Probenahmen von Abfällen und Analysen) werden nach geltenden ÖNORMEN durchgeführt, wobei laut Aussagen des Betreibers periodisch Kontrollschwerpunkte gesetzt werden. Wird ein neuer Anlieferungs partner unter Vertrag genommen, werden im Vorfeld verstärkt Proben genommen und Analysen durchgeführt.

Bei der thermischen Abfallbehandlungsanlage der ENAGES können aus technologischen Gründen nur vorbehandelte Abfälle eingesetzt werden. Die eingesetzten Abfälle müssen hinsichtlich ihrer Stückgröße vertraglich vereinbarte Anforderungen erfüllen, um ihre Fluidisierbarkeit und ein optimales Ausbrandverhalten zu gewährleisten. Um Betriebsstörungen und Anlagenabschaltungen, welche als Folge des Einsatzes nicht spezifikationsgerechter Abfälle auftreten können, zu verhindern, wurde eine mechanische Aufbereitungsanlage im Bereich der Anlieferungshalle installiert. Der Aufbau und die einzelnen Prozessschritte dieser Anlage sind der Beschreibung der Verfahrenstechnik zu entnehmen.

Der in den Grobgutbunker abgeladene Abfall wird per Greiferkran in die Schurre der mechanischen Aufbereitungslinie aufgegeben. Grobteile werden mittels eines Vibrationssiebes abgetrennt und nach Passieren eines Magnetabscheiders einem Shredder (Einwellenzerkleinerer) zugeführt. Die Feinfraktion wird mit der zerkleinerten Grobfraktion auf einem Förderband vereinigt. Eisenmetalle werden mittels eines zweiten Überbandmagnetabscheiders abgetrennt, der aufbereitete Abfall wird in den Feingutbunker abgeworfen.

Zur Beschickung mit festen Abfällen stehen zwei parallele Dosierstrecken zur Verfügung. Bei Ausfall einer Linie ist es möglich, die Feuerung mit nur einer einzigen Dosierstrecke im Teillastbetrieb aufrecht zu erhalten.

Der aufbereitete Abfall wird mittels Greiferkran aus dem Feingutbunker entnommen und in die beiden Dosierbunker abgeworfen, deren Boden aus beweglichen Balken besteht. Durch Drehbewegungen der Balken kann ein Teil der Bodenfläche freigegeben werden, sodass der Abfall in die darunter liegenden Sammelschnecken fällt. Die Sammelschnecken befüllen die Vorlagen vor den beiden Steilförderern. Die Regelung der Brennstoffwärmeleistung erfolgt über die Fördergeschwindigkeit der beiden Steilförderer. Über nachfolgende Schurren und Zellenradschleusen gelangen die Abfälle in den Aufgabeschacht, aus dem sie mittels Lufteindüsung in den Freiraum oberhalb des Wirbelbettes eingeblasen werden.



Schlämme werden über eine Dickstoffpumpe aus dem Schlambunker gefördert und über eine Lanze oberhalb des Wirbelbettes in den Feuerraum eingedüst.

Tabelle 46: In der thermischen Behandlungsanlage Niklasdorf (ENAGES) verbrannte Abfälle (RESCH 2006).

Abfall (t/a)	2004	2005
Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung	59.561	70.131
Rückstände aus der Altpapierverarbeitung	7.957	3.909
Leichtfraktion aus der Verpackungssammlung	233	–
Sonstige ausgehärtete Kunststoffabfälle	121	–
Anaerob stabilisierter Schlamm	791	–
Aerob stabilisierter Schlamm	74	–
Heizwertreiche Fraktionen <sup>52</sup>	–	990
Schlamm <sup>53</sup>	–	2.555
<b>Summe</b>	<b>68.737</b>	<b>77.585</b>

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Die Verbrennung der Abfälle findet in einer stationären Wirbelschicht bei Betttemperaturen von 630–650 °C und Temperaturen in Freiraum und Nachbrennkammer von ca. 950 °C statt. Die Wände sind als Membranwände ausgeführt, der Feuerraum ist bis in Höhe der Nachbrennkammer ausgemauert.

Der offene Düsenboden wird aus mehreren Verteilrohren gebildet, auf denen die Düsen angebracht sind. Grobteile können zwischen den Verteilrohren absinken und über zwei Trichter am unteren Ende des Feuerraums kontinuierlich abgezogen werden. Über Vibrorinnen gelangt das abgezogene Bettmaterial zu einem Sieb, in dem nicht fluidisierbare Partikel aus Metall, Keramik, Stein und dgl. durch Siebung abgetrennt werden. Der von Grobteilen befreite Sand wird in den Feuerraum recirkuliert, die Grobteile werden in Containern gesammelt.

Die Feuerung verfügt über eine gestufte Verbrennungsluftführung. In der Wirbelschicht liegt Sauerstoff nur in unterstöchiometrischem Verhältnis vor, sodass die Verbrennung hier nur unvollständig ablaufen kann. Das Fluidisierungsgas besteht aus Primärluft, die unterhalb der Kesselhausdecke angesaugt wird, und je nach Brennstoff und Betriebszustand unterschiedlichen Anteilen an recirkuliertem Rauchgas, die über ein gemeinsames Hochdruckgebläse zum Düsenboden gefördert werden.

Erst im Freiraum bzw. der Nachbrennkammer wird die Verbrennung durch Zugabe von Sekundärluft abgeschlossen. Die Sekundärluft wird auf zwei Ebenen oberhalb der Wirbelschicht in den Feuerraum zudosiert. Zudem gibt es die Möglichkeit, den Feuerraum mittels Rauchgasrecirkulation auf zwei verschiedenen Ebenen zu kühlen, wofür ein eigenes Recirkulationsgebläse zur Verfügung steht.

<sup>52</sup> aus aufbereiteten Siedlungs- und Gewerbeabfällen sowie Baustellenabfällen, nicht qualitätsgesichert

<sup>53</sup> Schlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung



Als Anfahr- und Stützbrenner stehen insgesamt vier Erdgasbrenner zur Verfügung, von denen jeweils zwei im Bereich des Feuerraumes und zwei im Bereich der Nachbrennkammer installiert sind. Der Kessel kann bei Bedarf im Teillastbereich ausschließlich mit Erdgas betrieben werden.

### **Abhitzeessel und Energienutzung**

Beim Kessel handelt es sich um einen Naturumlaufkessel, dessen Wände als Membranwände (Verdampferrohre) ausgeführt sind. Die Rauchgase verlassen den ersten Zug, der die Wirbelschicht, den Feuerraum und die Nachbrennkammer enthält, mit einer Temperatur von etwa 900 °C. Über den zweiten Zug (Leerzug) gelangen sie in den dritten Zug, der ein Schockverdampfer- und vier Überhitzerrohrrbündel enthält, und den sie auf etwa 400 °C abgekühlt verlassen. Am Übertritt zwischen dem zweiten und dritten Zug wird grobe Flugasche abgezogen.

Erst nach Passieren der Zyklone gelangen die Rauchgase in zwei Konvektionszüge, in denen weitere Überhitzerbündel installiert sind und das Kesselspeisewasser vorgewärmt wird (Economizer). Die Rauchgase verlassen den Economizer mit einer Temperatur von ca. 170 °C. Auch am Übertritt zwischen dem vierten und dem fünften Zug wird Flugasche bei einer Temperatur von rund 260 °C abgeschieden.

Der Kessel erzeugt in Vollast 46 t/h an überhitztem Dampf (Parameter: 40 bar, 400 °C), der über eine Dampfturbine mit einer Maximalleistung von 7,5 MW verstromt wird. Dabei wird Niederdruckdampf ausgekoppelt, der der Versorgung der nahe gelegenen Papierfabrik Brigl & Bergmeister mit Prozessdampf dient.

Um die Versorgung der Papierfabrik mit Prozessdampf ohne Unterbrechungen zu gewährleisten, wurden drei Hilfskessel auf Basis von Erdgas errichtet, die im Stand-by-Modus stehen und im Bedarfsfall automatisch die Produktion von Niederdruckdampf übernehmen.

Die jährlichen Liefermengen belaufen sich auf ca. 200.000 t/a an Prozessdampf bzw. auf 25 GWh an elektrischer Energie (Quelle: [www.enages.at](http://www.enages.at), Stand vom 20.11.2006).

### **Rauchgasreinigung**

*Zyklone:* Den ersten Schritt der Rauchgasreinigung stellt die Entstaubung in den vier parallel geschalteten Zyklonen dar, die zwischen den Strahlungs- und Konvektionszügen des Abhitzeessels gelegen sind. In ihnen wird bei einer Temperatur von > 400 °C Asche abgeschieden, die aufgrund der hohen Abscheidetemperatur in geringerem Ausmaß mit Schadstoffen belastet ist und deshalb strengere Deponiekriterien erfüllen soll als die nachfolgend bei tieferen Temperaturen abgeschiedene Flugasche. Die Zyklonasche wird gemeinsam mit der Kesselasche, die im 2. und im 3. Zug abgeschieden wird, in einem eigenen Silo zwischengelagert.

*Gewebefilter mit Trockensorption:* Nach Austritt aus den Konvektionszügen (Economizer) werden dem Rauchgas bei einer Temperatur von etwa 170 °C die Additive Kalkhydrat  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  und Herdofenkoks zudosiert. Sie dienen der Adsorption von HCl, HF,  $\text{SO}_2$  bzw. Schwermetallen und organischen Schadstoffen. Die mit Schadstoffen beladenen Adsorbentien werden gemeinsam mit der verbleibenden Flugasche an einem aus vier parallelen Kammern bestehenden Gewebefilter abgeschieden. Die Gewebefilterasche wird mittels Pneumatik vom Filtergewebe abgeschieden, über Schnecken in ein Sendegefäß und von dort weiter mittels Dichtstrom-

förderung in den Flugaschesilo gefördert, in dem sie gemeinsam mit der Flugasche aus dem Economizer zwischengelagert wird. Ein Teil der Gewebefilterasche wird zur besseren Nutzung der Adsorbentien in den Rauchgasstrom rezirkuliert.

*Nasse Rauchgasreinigung:* In einer ersten sauren Stufe (pH-Wert < 1,0) werden vorwiegend HCl, HF, SO<sub>3</sub> und Quecksilberverbindungen abgeschieden sowie der Reststaub aus den Rauchgasen entfernt. Dabei fällt als Reaktionsprodukt eine saure Salzlösung an, die in die erste Stufe der Abwasserreinigungsanlage (Neutralisation) gepumpt wird. Im zweiten Wäscher wird unter der Verwendung von Kalkmilchsuspension SO<sub>2</sub> aus dem Rauchgasstrom entfernt. Die Wäscher verfügen über ein Wärmeverschiebesystem (Gas-Gas-Wärmetauscher), das zur Abkühlung der Rauchgase vor dem ersten Wäscher bzw. zu deren Wiederaufwärmung nach Verlassen des zweiten Wäschers dient.

*Katalytische Rauchgasreinigung (SCR):* Nach Austritt aus dem zweiten Wäscher wird das Rauchgas im Gas-Gas-Wärmetauscher wieder erwärmt und, nach erfolgter Eindüsung von wässriger Ammoniaklösung, in einem Dampf-Gas-Wärmetauscher auf die erforderliche Reaktionstemperatur für die katalytische Rauchgasreinigung gebracht. In der SCR werden vorhandene Stickoxide katalytisch reduziert, organische Verbindungen durch Oxidation zerstört. Nach Abkühlung der austretenden Rauchgase im Wärmeverschiebesystem werden sie in den Kamin entlassen.

### **Abwasseraufbereitung**

Die Abwässer aus beiden Rauchgaswäschern werden gemeinsam mit anderen Abwässern in einer mehrstufigen Abwasserbehandlungsanlage gereinigt. Die erste Reinigungsstufe, die Schwermetallfällung, besteht aus Neutralisation, Fällung, Flockung, Sedimentation und Schlammentwässerung. Die zweite Reinigungsstufe besteht aus Kies- und Aktivkohlefilter.

### **Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung**

Am Anlagenstandort findet keine Behandlung der Abfälle und Reststoffe statt.

Folgende Abfälle und Reststoffe fallen aus dem Anlagenbetrieb an:

- Grobteile aus der Wirbelschicht (Bettasche),
- Kesselasche: Asche aus dem 2. und 3. Zug und Zyklonasche aus dem Zyklon,
- Asche aus dem 4. und 5. Zug,
- Staub aus dem Gewebefilter,
- Eisenschrott vor der Verbrennung,
- Neutralisationsschlamm aus der Abwasserbehandlung,
- Gips aus dem SO<sub>2</sub>-Wäscher.

Über Vibrorinnen gelangt das aus der Wirbelschicht abgezogene Bettmaterial zu einem Sieber, in dem Grobteile (das sind nicht fluidisierbare Partikel aus Metall, Keramik, Stein und dgl.) durch Sichtung abgetrennt werden. Die von Grobteilen befreite Mischung aus Sand und fluidisierbaren Verbrennungsrückständen wird in den Feuerraum rezirkuliert, die Grobteile (Bettasche) werden in Containern gesammelt.



Die Bettasche und die Kesselasche werden ausgestuft und auf einer Reststoffdeponie abgelagert. Asche aus dem 4. und 5. Zug sowie Staub aus dem Gewebefilter werden einem Behandlungsverfahren unterzogen und dann auf einer Reststoffdeponie abgelagert.

Eisenschrott, der vor der Verbrennung anfällt, wird einem Schrotthändler übergeben.

Der Neutralisationsschlamm wird behandelt und ebenfalls auf einer Reststoffdeponie abgelagert.

Der Gips aus dem SO<sub>2</sub>-Wäscher wird deponiert.

*Tabelle 47: Ergebnisse der Flugascheanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Niklasdorf (ENAGES), Referenzjahr 2005 (RESCH 2006).*

	<b>Einheit</b>	<b>Flugasche</b>
Glühverlust	%	2,0
Al ges.	mg/kg TS	29.132
As	mg/kg TS	30,8
Ba	mg/kg TS	159,7
Pb	mg/kg TS	19.776
Cd	mg/kg TS	350,1
Cr ges.	mg/kg TS	246
Co	mg/kg TS	26,1
Cu	mg/kg TS	1.221
Ni	mg/kg TS	132
Hg	mg/kg TS	0,98
Ag	mg/kg TS	53,2
Zn	mg/kg TS	24.146
Sn	mg/kg TS	234
CN	mg/kg TS	< 10
TOC	mg/kg TS	7.150
KW-Index	mg/kg TS	< 10
PAK	mg/kg TS	< 0,8

*Tabelle 48: Ergebnisse der Flugascheeluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Niklasdorf (ENAGES), Referenzjahr 2005 (RESCH 2006).*

	<b>Einheit</b>	<b>Flugasche</b>
pH-Wert		12,3
elektr. Leitfähigk.	mS/m	2.800
Abdampfrückstand	mg/kg TS	200.810
Al	mg/kg TS	2,40
Sb	mg/kg TS	1,3
As	mg/kg TS	0,5
Ba	mg/kg TS	< 1





## Abfallverbrennung in Österreich – Beschreibung der Abfallverbrennungsanlagen

	<b>Einheit</b>	<b>Flugasche</b>
Pb	mg/kg TS	51,0
Cd	mg/kg TS	0,13
Ca	mg/kg TS	24.042
Cr ges.	mg/kg TS	0,5
Cr (VI)	mg/kg TS	0,15
Co	mg/kg TS	< 0,1
Cu	mg/kg TS	< 0,1
Mg	mg/kg TS	< 30
Ni	mg/kg TS	< 0,1
Hg	mg/kg TS	< 0,005
Ag	mg/kg TS	< 0,05
Tl	mg/kg TS	< 0,05
V	mg/kg TS	< 0,05
Zn	mg/kg TS	26,0
Sn	mg/kg TS	< 0,2
NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/kg TS	12,0
Cl <sup>-</sup>	mg/kg TS	91.570
CN <sup>-</sup>	mg/kg TS	< 0,1
F <sup>-</sup>	mg/kg TS	15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/kg TS	96,3
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/kg TS	< 0,3
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/kg TS	3,7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg TS	19.350
S <sup>2-</sup>	mg/kg TS	< 1,0
TOC	mg/kg TS	37
KW-Index	mg/kg TS	< 0,1
Phenole	mg/kg TS	< 0,1
TBS	mg/kg TS	< 0,5

### Anlagenverfügbarkeit

Über die Zahl der Anlagenstillstände wurde seitens des Betreibers keine Auskunft erteilt. Die Betriebszeit der Anlage beträgt rund 7.500 Stunden pro Jahr.

### Aktuelle Entwicklungen

Der Anlagenbetreiber beobachtet seit dem Probetrieb eine leichte Steigerung des Heizwertes einzelner Abfälle.



## 5.7 Anlage ABRG Arnoldstein

### Anlagenstandort und Anlagenbetreiber

ABRG Asamer-Becker Recycling GmbH  
Industriestraße 17  
9601 Arnoldstein  
Tel.: 04255/3990-0  
Fax.: 04255/3990-89  
E-Mail: [office@abrg.at](mailto:office@abrg.at)  
[www.abrg.at](http://www.abrg.at)

Die Anlage ist im Industriegelände Arnoldstein/Gailitz, auf dem Gelände der Zinkhütte der ehemaligen Bleiberger Bergwerks Union (BBU), angesiedelt. Der Standort verfügt über einen Bahnanschluss und ist direkt an die Autobahn A2 angeschlossen.

### Anlagenkonzept

Der Genehmigungsbescheid für den Betrieb der thermischen Abfallbehandlungsanlagen wurde im Jahr 2001 in 2. Instanz erteilt. Nach der Anpassung des Wirbelschichtofens an den Stand der Technik, Errichtung eines zentralen Abfalllagers und der Abfall-Aufbereitungsanlagen erfolgte zuletzt die Ertüchtigung des Drehrohrofens (Inbetriebnahme 2005, endgültiger Genehmigungsbescheid Dezember 2006).

Der Bestand der ABRG umfasst folgende Anlagen:

- gemeinsames Abfalllager und Abfallaufbereitungsanlage;
- Stationärer Wirbelschichtofen mit eigener Rauchgasreinigungsanlage, bestehend aus: Elektrofilter, zwei Wäschern, Gewebefilter mit Trockensorption, SCR in Reingassschaltung;
- Drehrohrofen mit eigener Rauchgasreinigungsanlage, bestehend aus: SNCR, Gewebefilter, zwei Wäschern, Gewebefilter mit Trockensorption und SNCR;
- gemeinsame Abwasserreinigungsanlage;
- Reststoffdeponie für interne und externe Abfälle mit einem Gesamtvolumen von 870.000 m<sup>3</sup>. Bis Mitte 2006 wurden ca. 300.000 Tonnen Abfall auf dieser Deponie abgelagert.

Weiters liegen Genehmigungsbescheide für eine **Batterierecyclinganlage** sowie für eine **chemisch-physikalische Behandlungsanlage** vor, die zurzeit jedoch nicht genutzt werden.

### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung (Drehrohrofen und Wirbelschichtkessel)

Es wird eine Vielfalt an gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen – mit Ausnahme von Siedlungsabfall – zur thermischen Behandlung übernommen, wobei die Übernahme von schwermetallhaltigen Abfällen einen wesentlichen Schwerpunkt darstellt. Spitalsmüll und ganze Fässer werden nicht übernommen.



Insgesamt werden in den beiden Anlagen jährlich durchschnittlich 50.000 t gefährliche und nicht gefährliche Abfallfraktionen behandelt. Ca. 30 % der Abfälle werden importiert (hauptsächlich aus Slowenien und Italien), die restlichen 70 % der Menge eingesetzter Abfälle stammen aus Österreich.

Die Anlieferung erfolgt je nach Lieferant und Abfallfraktion per LKW (zu ca. 85–90 %) bzw. per Bahn (zu ca. 10–15 %).

Mit den Abfalllieferanten werden Bandbreiten für die Schadstoffbelastung der angelieferten Abfallfraktionen vertraglich fixiert. Zur Eingangskontrolle werden von optischen Kontrollen abgesehen Qualitätsproben gemäß geltenden ÖNORMEN im Bereich des Vorbunkers vor der Verbrennung durchgeführt. Über Rückstellproben werden im Anschluss Ausreißer identifiziert und zugeordnet.

In der Drehrohranlage werden jährlich durchschnittlich 20.000 t Abfälle behandelt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Abfallfraktionen aus dem Bereich Filtermassen (SN 31435), Papierfilter (SN 18710), Sägespäne verunreinigt (SN 17216) und Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung (SN 91103). Rund 200 Tonnen Altöle (SN 54102) werden jährlich als Energieträger im Ölbrenner des Drehrohres eingesetzt.

Die festen Abfälle, die teilweise beträchtliche Anteile an Wasser und organischen Flüssigkeiten enthalten, werden im zentralen Abfalllager in Boxen zwischengelagert. Die maximale Kantenlänge bei Anlieferung beträgt 40 cm. Bei Bedarf erfolgt eine Zerkleinerung mittels zweier Shredder (Einwellenzerkleinerer) auf eine Stückgröße von maximal 5 cm Durchmesser. Eisenmetalle werden durch mehrere Magnetabscheider, die nach den Shreddern installiert sind, aus den Abfällen abgetrennt und einer Verwertung zugeführt. Ein weiterer Eisenmetall-Abscheider ist unmittelbar vor dem Wirbelschichtofen installiert. Die aufbereiteten Abfallfraktionen werden mittels eines Mischers homogenisiert und in Boxen zwischengelagert.

Die flüssigen Abfälle werden in einem eigenen Tanklager gelagert und zu den Abfallverbrennungsanlagen gepumpt.

Die Hallenluft aus dem Bereich des zentralen Abfalllagers und der Tanklager wird abgesaugt und den thermischen Behandlungsanlagen als Verbrennungsluft zugeführt.

Wirbelschichtofen und Drehrohr werden über eine gemeinsame Förderlinie mit Abfallgemisch versorgt. Im zentralen Abfalllager werden die vorvermischten, zerkleinerten festen Abfälle mit einem Greiferkran in den Aufgabebunker aufgegeben. Der Boden des Aufgabebunkers ist als langsam laufendes Förderband ausgeführt. Das Brennstoffförderband wird über eine Brücke in Richtung der Kesselhäuser geführt und teilt sich außerhalb der Abfalllagerhalle auf zwei Förderstrecken auf, die den Abfall zum Wirbelschichtofen bzw. zum Drehrohrföfen fördern.

Zusätzlich zu diesen gemischten Abfällen werden beiden Verbrennungsaggregaten nach Bedarf auch weitere Abfallströme zugeführt. Im Falle des Drehrohrs sind dies Altöle und andere heizwertreiche Fraktionen, im Falle des Wirbelschichtofens heizwertärmere Abfälle wie beispielsweise flüssige Abfälle.

### **Zentrale Abwasserreinigungsanlage**

In der Abwasserreinigungsanlage werden das Deponiesickerwasser der nahe gelegenen in ABRG-Besitz befindlichen Reststoffdeponie sowie die Abwässer aus den Rauchgasreinigungsanlagen des Wirbelschichtofens und des Drehrohrföfens



gereinigt. Insgesamt werden jährlich rund 25.000 m<sup>3</sup> Abwasser behandelt. Rund 5.000 m<sup>3</sup> davon entfallen auf Deponiesickerwasser, der Rest in etwa zu gleichen Teilen auf Abwasser der beiden Abfallverbrennungsanlagen. Nach der Reinigung durch Schwermetallfällung, Neutralisation und Gipsfällung wird das Abwasser über eine Übergabestation mit automatischer Probenahme in die Kanalisation eingeleitet und der Kläranlage Villach zugeführt. Die ARA ist automatisiert und wird über ein Prozessleitsystem permanent überwacht. Die maximale Kapazität der Einleitung liegt bei ca. 4,5 l/s.

Durch die Anwendung der beschriebenen Reinigungsschritte durch die betriebseigene Abwasserreinigungsanlage werden bei Einleitung in die Kanalisation die in Tabelle 49 angeführten Werte eingehalten. Die Werte sind durch die Inbetriebnahme des Drehrohrofens nicht beeinflusst worden.

*Tabelle 49: Zusammensetzung des Abwassers (Mischprobe) nach der Abwasserreinigung der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein, Referenzjahr 2001. (WERNER 2002).*

Parameter	Einheit	Messwert
pH-Wert	–	7,2
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	7
As	mg/l	< 0,01
Cd	mg/l	< 0,05
Cr <sub>gesamt</sub>	mg/l	< 0,05
Cu	mg/l	< 0,05
Fluorid	mg/l	8
Ni	mg/l	0,06
Hg	mg/l	< 0,005
Pb	mg/l	< 0,1
Sb	mg/l	< 0,1
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	8.000
Zn	mg/l	< 0,5
Cyanid leicht freisetzbar	mg/l	< 0,1
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	127
TOC	mg/l	25
Phenolindex	mg/l	< 0,1
EOX	mg/l	< 0,1

### Energienutzung beider Anlagen

Die thermischen Behandlungsanlagen der ABRG erzeugen Satttdampf (Parameter: 16 bar und ca. 200 °C) mit dem auch der gesamte Industriestandort Arnoldstein/Gailitz versorgt wird. Bei Anlagenrevision, -stillstand oder Teillastbetrieb wird die Energieversorgung des Industriestandortes von der Firma Industrieservice zur Gänze bzw. teilweise durchgeführt.

Die Prozessdampflieferungen an den Standort Arnoldstein/Gailitz belaufen sich auf 10–12 t/h, der ABRG-Eigenbedarf liegt bei 2–4 t/h.



Der Wirbelschichtofen hat einen Kesselwirkungsgrad von rund 76 % und liefert maximal 5 t/h Dampf. Der Drehrohrofen, dessen Abhitzeessel im Zuge des Anlagenumbaus erneuert wurde, hat einen Kesselwirkungsgrad von über 80 % und liefert maximal 10 t/h Dampf.

Eine Verstromung des Dampfes erfolgt nicht.

### **WIRBELSCHICHTOFEN (WSO)**

Der Wirbelschichtofen der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein wurde im Jahr 2000 an den Stand der Technik angepasst und befindet sich seit Jänner 2001 in Betrieb. Er verfügt über eine Kapazität von 30.000 t/a an Abfällen bei einer Brennstoffwärmeleistung von 5 MW.

Das Verfahrensschema des Wirbelschichtofens ist in Abbildung 10 dargestellt.

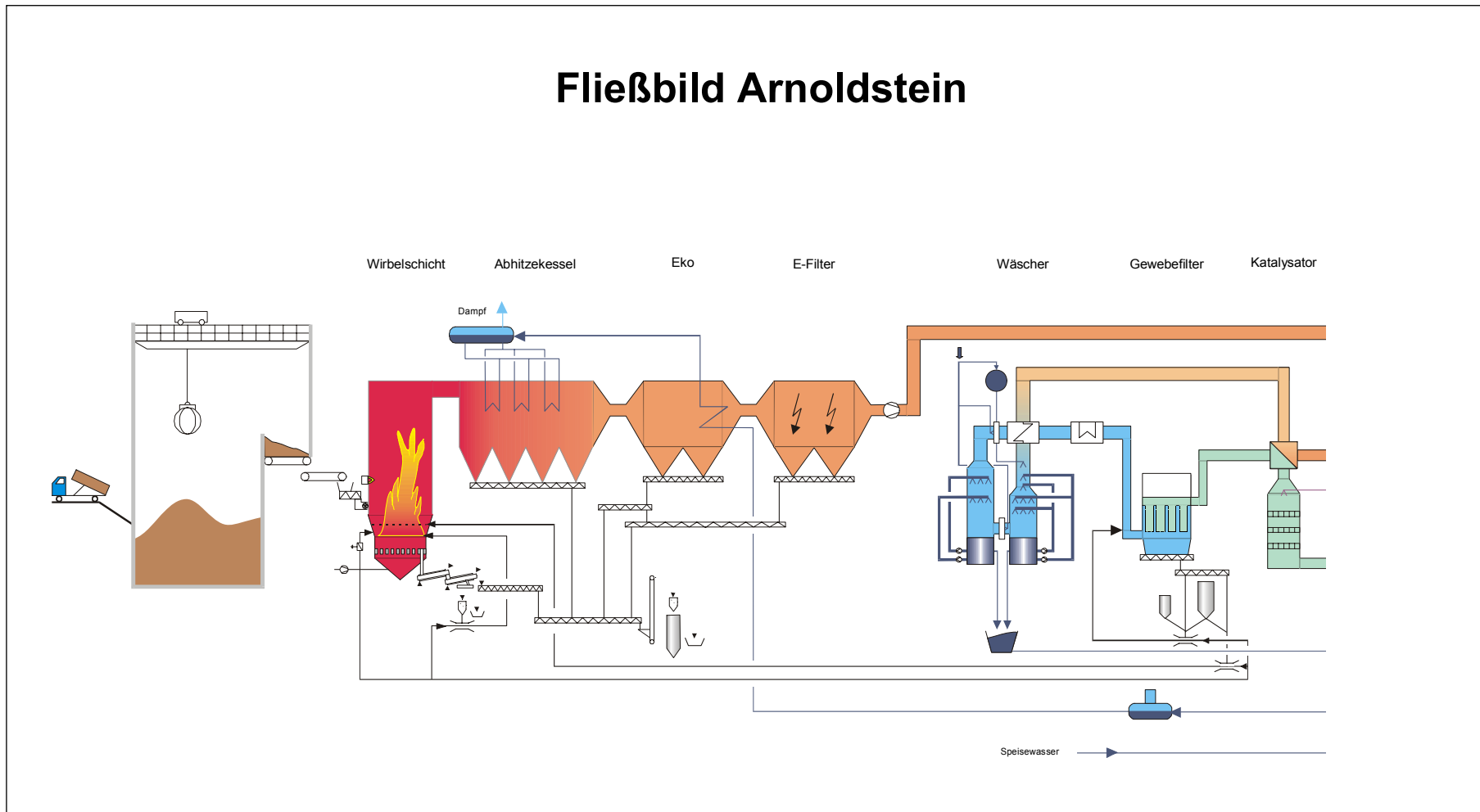


Abbildung 10: Verfahrensschema des Wirbelschichtofens der Abfallverbrennungsanlage ABRG Arnoldstein.

Die allgemeinen Angaben des Wirbelschichtofens der Anlage ABRG Arnoldstein sind in Tabelle 50 zusammengefasst.

Tabelle 50: Allgemeine Angaben des Wirbelschichtofens der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (Quellen: Anlagenbetreiber 2002 und 2006; Umwelterklärung 1999).

<b>Wirbelschichtofen ABRG Arnoldstein</b>	
Inbetriebnahme	1994
Inbetriebnahme nach technischer Überholung	31.12.2000
Technologie	Stationäre Wirbelschicht
Brennstoffwärmeleistung	5 MW
Abfalldurchsatz	30.000 t/a
Heizwertband	5–30 MJ/kg
Durchschnittlicher $H_u$ der Abfallmischung	10 MJ/kg

### Eingesetzte Abfälle im WSO

Der Heizwert der eingesetzten Abfallmischungen liegt bei rund 10 MJ/kg, der minimale Heizwert der Abfallmischung liegt bei 7 MJ/kg. Die eingesetzten Abfälle in den Wirbelschichtofen setzen sich u. a. aus ölhaltigen Abfällen, Lösemittel-Wasser-Gemischen, behandelten und unbehandelten Holzabfällen, Holzemballagen, Kunststoffabfällen, Schlämmen und Abwässern zusammen.

Tabelle 51: In der Wirbelschichtanlage der ABRG eingesetzte Abfälle (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

<b>Abfall (t/a)</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Lösemittel-Wasser-Gemische ohne halogenierte Lösemittel	4.913	8.002	7.387	5.336
Schlamm aus der Abwasserbehandlung	4.254	6.104	6.928	4.811
Sägemehl und -späne, durch organische Chemikalien verunreinigt	1.579	3.385	2.175	3.985
Holzemballagen, Holzabfälle und Holzwohle, durch organische Chemikalien verunreinigt	1.781	1.134	1.813	2.403
feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmittel	476	291	2.030	1.973
Schlamm aus der Tankreinigung	361	177	399	1.742
Lack- und Farbschlamm	915	1.609	1.229	1.702
Farbstoffrückstände, sofern lösemittel- und/oder schwermetallhaltig, sowie nicht voll ausgehärtete Reste in Gebinden	66	81	93	1.163
Altlacke, Altfarben, sofern lösemittel- und/oder schwermetallhaltig, sowie nicht voll ausgehärtete Reste in Gebinden	1.209	573	896	1.048
Ölabscheiderinhalte (Benzinabscheiderinhalte)	16	548	573	1.046
Rest	14.930	6.747	5.630	3.812
<b>Summe eingesetzte Abfälle</b>	<b>30.501</b>	<b>28.650</b>	<b>29.151</b>	<b>29.020</b>



### **Abfallbeschickung, Feuerung, Verbrennungsluftversorgung des WSO**

Nach Aufteilung der anfangs gemeinsamen Brennstoffförderstrecke wird der Brennstoff unmittelbar vor dem Wirbelschichtofen einer nochmaligen Abscheidung von Eisenmetallen unterzogen und per Förderband in den Vorlagebehälter der Dosierschnecke abgeworfen. Die Dosierschnecke wirft in einen Wurfbeschicker ab, der die Abfälle gleichmäßig über die Oberfläche des Wirbelbetts verteilt.

Flüssige Abfälle werden mittels Lanzen im Freiraum oberhalb des Wirbelbetts zugeführt.

Der Wirbelschichtofen verfügt über zwei Anfahr- und Stützbrenner, die mit Heizöl extraleicht betrieben werden.

Der Feuerraum besteht aus einer ungekühlten, ausgemauerten stationären Wirbelschicht mit rundem Querschnitt. Der aus Beton gefertigte Düsenboden (16 m<sup>2</sup>, 1.500 Düsen) war ursprünglich geschlossen und ermöglichte keinen kontinuierlichen Grobteilaustrag. Im Zuge der Ertüchtigung wurde eine Abzugsöffnung im Düsenboden vorgesehen. Über diese Öffnung kann das Bettmaterial kontinuierlich mittels einer Kühschnecke abgezogen werden. Grobteile werden über ein Sieb abgetrennt und als Bettasche ausgeschleust, während das gereinigte Bettmaterial in den Feuerraum rückgeführt werden bzw. ebenfalls ausgeschleust werden kann. Darüber hinaus wird das Sandbett einmal jährlich im Zuge der Revision ausgetauscht.

Die aus der Feuerung abgezogenen Reststoffe (Grobteile, Bettasche) werden zusammen mit der Flugasche, die aus dem Abhitzekessel, dem Economizer und dem Elektrofilter abgezogen wird, in einem gemeinsamen Reststoffsilo zwischengelagert.

Als Verbrennungsluft wird Abluft aus dem Abfalllager und aus dem Tanklager verwendet. Sie wird in den Feuerraum als Primärluft über den Düsenboden und als Förderluft für rezirkulierte Bettasche eingebracht. Die Verbrennung im Sandbett erfolgt stöchiometrisch bei einer Betttemperatur von 850 °C (Betriebsbereich 830–900 °C). Weiters wird Verbrennungsluft in die über dem Bett liegende Nachbrennzone in Form von Sekundärluft eingebracht.

Gewebefilterasche, die auch Adsorbens (Sorbalit) aus der trockenen Rauchgasreinigung enthält, wird in den Feuerraum rückgeführt, wo das bei der Verbrennung entstehende SO<sub>2</sub> direkt im Wirbelbett gebunden wird. Der in der rezirkulierten Gewebefilterasche ebenfalls enthaltene Aktivkoks wird verbrannt.

### **Abhitzekessel des WSO**

Der Abhitzekessel ist mit Heizflächen ausgestattet, in denen Satttdampf (Dampfparameter: 16 bar und ca. 207 °C) erzeugt wird. Dem Abhitzekessel ist der Speisewasservorwärmer (Economizer) nachgeschaltet.

Am Boden des Abhitzekessels und des Economizers wird Flugasche abgeschieden und in den Reststoffsilo gefördert, wo sie mit den anderen festen Verbrennungsrückständen vereinigt wird.

### **Rauchgasreinigung des WSO**

*Entstaubung:* Die Entstaubung der aus dem Kessel austretenden Rauchgase erfolgt in einem Elektrofilter. Die Filterasche wird abgezogen und im Reststoffsilo mit der Kesselasche und der Bettasche gemeinsam zwischengelagert.



*Nasse Rauchgasreinigung:* Die nasse Rauchgasreinigung besteht aus einem Gleichstromwäscher mit saurem Umlaufwasser und einem Gegenstromwäscher mit Natronlauge als Neutralisationsmittel. Nach jedem Wäscher ist ein Tropfenabscheider installiert. Durch einen Gas-Gas-Wärmetauscher wird Wärme aus den in den Wäscher eintretenden Rauchgasen an die aus den Wäschern austretenden Rauchgase übertragen. Mit einem nachgeschalteten dampfbeheizten Gasvorwärmer kann die Austrittstemperatur aus dem Wäschersystem geregelt werden.

*Gewebefilter mit Trockensorption:* Zur Abscheidung von HCl, HF, SO<sub>2</sub>, Schwermetallen und PCDD/PCDF werden Adsorbentien in den Rauchgaskanal eingeblasen. Die Adsorption der Luftschadstoffe erfolgt an Aktivkohle, Kalkstein und Kalkhydrat, die in Form einer vorgefertigten Mischung (Sorbalit) zum Einsatz kommen. Im nachfolgenden Gewebefilter werden die Adsorbentien bei Betriebstemperaturen um 120 °C abgeschieden. Die aus dem Gewebefilter abgezogene Gewebefilterasche wird sowohl in den Rauchgasstrom rezirkuliert als auch in den Feuerraum eingeblasen, wo sie der Einbindung der bei der Verbrennung gebildeten sauren Schadgase in situ dienen.

*Katalytische Rauchgasreinigung (SCR):* Die katalytische Rauchgasreinigung ist als Reingasschaltung mit vorgeschaltetem Gas-Gas-Wärmetauscher ausgeführt. Als Reduktionsmittel wird eine 25 %ige wässrige Ammoniaklösung eingesetzt.

Die Rauchgasreinigung verfügt über zwei Wärmeverschiebesysteme, die das im Elektrofilter entstaubte Rauchgas auf die jeweils erforderlichen Betriebstemperaturen für die einzelnen Aggregate erwärmt bzw. abkühlt (siehe Abbildung 10). Einer dieser beiden Gas-Gas-Wärmetauscher bewirkt einen Wärmeübergang vom heißen, aus dem Elektrofilter austretenden Rauchgas auf das kühlere Rauchgas vor dessen Eintritt in die SCR-Anlage. Der zweite dieser Gas-Gas-Wärmetauscher bewirkt einen Wärmeaustausch zwischen dem in den ersten Wäscher eintretenden und dem aus dem zweiten Wäscher austretenden Rauchgasstrom. Zusätzlich wurde nach den Wäschern ein Dampf-Wärmetauscher zur Wiederaufwärmung der Rauchgase installiert. Nach Passieren der katalytischen Rauchgasreinigungsanlage werden die Rauchgase in einem Wärmetauscher abgekühlt und ihr Energieinhalt zur Speisewasservorwärmung genützt.

Laut Angaben der Betreiber wurde die Wirbelschichtverbrennungsanlage an die AVV angepasst und hält deren Grenzwerte ein. Aktuelle kontinuierlich erfasste Messwerte ausgewählter Luftschadstoffe werden auf der Internet-Homepage des Unternehmens ([www.abrg.at](http://www.abrg.at)) veröffentlicht. Die Messwerte der diskontinuierlich erfassten Messwerte liegen Betreiberangaben zufolge im Bereich von ca. 20 % der jeweils vorgeschriebenen Grenzwerte. Die Grenzwerte laut AVV und repräsentative Messwerte der Anlage aus dem Jahr 2001 sind in Tabelle 52 dargestellt.



Tabelle 52: Messwerte der Wirbelschichtverbrennungsanlage für Abfälle der ABRG in Arnoldstein (Quelle: [www.abrg.at](http://www.abrg.at)).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Grenzwerte laut Bescheid <sup>1)</sup>	Messwerte 2005 <sup>1)</sup>
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	10	5,3
C <sub>org</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	10	0,9
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	50	6,7
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	200	90
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	100	8

<sup>1)</sup> Die Werte beziehen sich auf 11 % O<sub>2</sub>-Gehalt im trockenen Rauchgas.<sup>54</sup>

### Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung (WSO)

Schlacke bzw. Bettasche, Flugasche, REA-Gips und Filterkuchen werden nach der Ausstufung auf der betriebeigenen Reststoffdeponie abgelagert.

Eisenschrott wird einem Schrotthändler übergeben und einer Verwertung zugeführt.

Tabelle 53: Anfall von Abfällen und Rückständen aus der Verbrennung (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005
Schlacke und Asche	7.135	6.568	6.775	6.550
Filterkuchen	50	50	50	50
Eisenschrott	ca. 500	ca. 500	ca. 500	ca. 500

Tabelle 54: Ergebnisse der Schlackeanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Wirbelschicht (ABRG), Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

Parameter	Einheit	Messwert
As	mg/kg TS	31
Pb	mg/kg TS	6.400
Cd	mg/kg TS	67
Cr ges.	mg/kg TS	1.300
Cu	mg/kg TS	5.500
Ni	mg/kg TS	1.295
Hg	mg/kg TS	< 0,14
Zn	mg/kg TS	46.100
C <sub>org</sub>	mg/kg TS	< 0,10
KW-Index	mg/kg TS	< 10

<sup>54</sup> Die gemessenen Sauerstoffgehalte im Rauchgas liegen üblicherweise im Bereich zwischen 10 % und 11,5 %. Bei einem Sauerstoffgehalt im Rauchgas von > 11 % O<sub>2</sub> ist eine Umrechnung der Messwerte auf 11 % Bezugsauerstoffgehalt vorgeschrieben, bei Sauerstoffgehalten unterhalb von 11 % nicht. Diverse berechnete Mittelwerte beruhen deshalb auf Messwerten bei unterschiedlichem O<sub>2</sub>-Gehalt (WERNER 2007).

Tabelle 55: Ergebnisse der Schlackeneluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Wirbelschicht (ABRG), Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

Parameter	Einheit	Messwert
pH-Wert		10,8
elektr. Leitfähigkeit	mS/m	4.770
Abdampfrückstand	mg/kg TS	3.967
Al	mg/kg TS	1,2
As	mg/kg TS	< 0,05
Ba	mg/kg TS	0,06
Pb	mg/kg TS	< 0,1
Cd	mg/kg TS	< 0,005
Cr ges.	mg/kg TS	0,105
Fe	mg/kg TS	< 0,05
Co	mg/kg TS	< 0,01
Cu	mg/kg TS	< 0,01
Ni	mg/kg TS	< 0,01
Hg	mg/kg TS	< 0,0001
Ag	mg/kg TS	< 0,01
Zn	mg/kg TS	< 0,01
Sn	mg/kg TS	< 0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> als N	mg/kg TS	< 0,05
Cl	mg/kg TS	320
CN	mg/kg TS	< 0,01
F	mg/kg TS	3,1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 0,10
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> als P	mg/kg TS	< 1
C <sub>org</sub>	mg/kg TS	7,3
KW-Index	mg/kg TS	< 0,40

### Anlagenverfügbarkeit

Im Jahr 2006 war die Anlage 8.200 Stunden in Betrieb.

### DREHROHROFEN (DRO)

Der Drehrohrföfen wurde auf Basis der beiden aus Bestand der ehemaligen Bleiberger Bergwerksunion (BBU) stammenden Dörschelöfen (diskontinuierliche Drehrohröfen zur Schwermetallverhüttung) errichtet und für den kontinuierlichen Betrieb als thermische Abfallbehandlungsanlage adaptiert. Die Inbetriebsetzung erfolgte im Jahr 2005, die endgültige Genehmigung wurde im Dezember 2006 erteilt. Der Drehrohrföfen verfügt über eine Kapazität von 20.000 t/a an Abfällen bei einer Brennstoffwärmeleistung von ca. 10 MW.

Das Verfahrensschema des Drehrohrföfens ist in Abbildung 11 dargestellt.

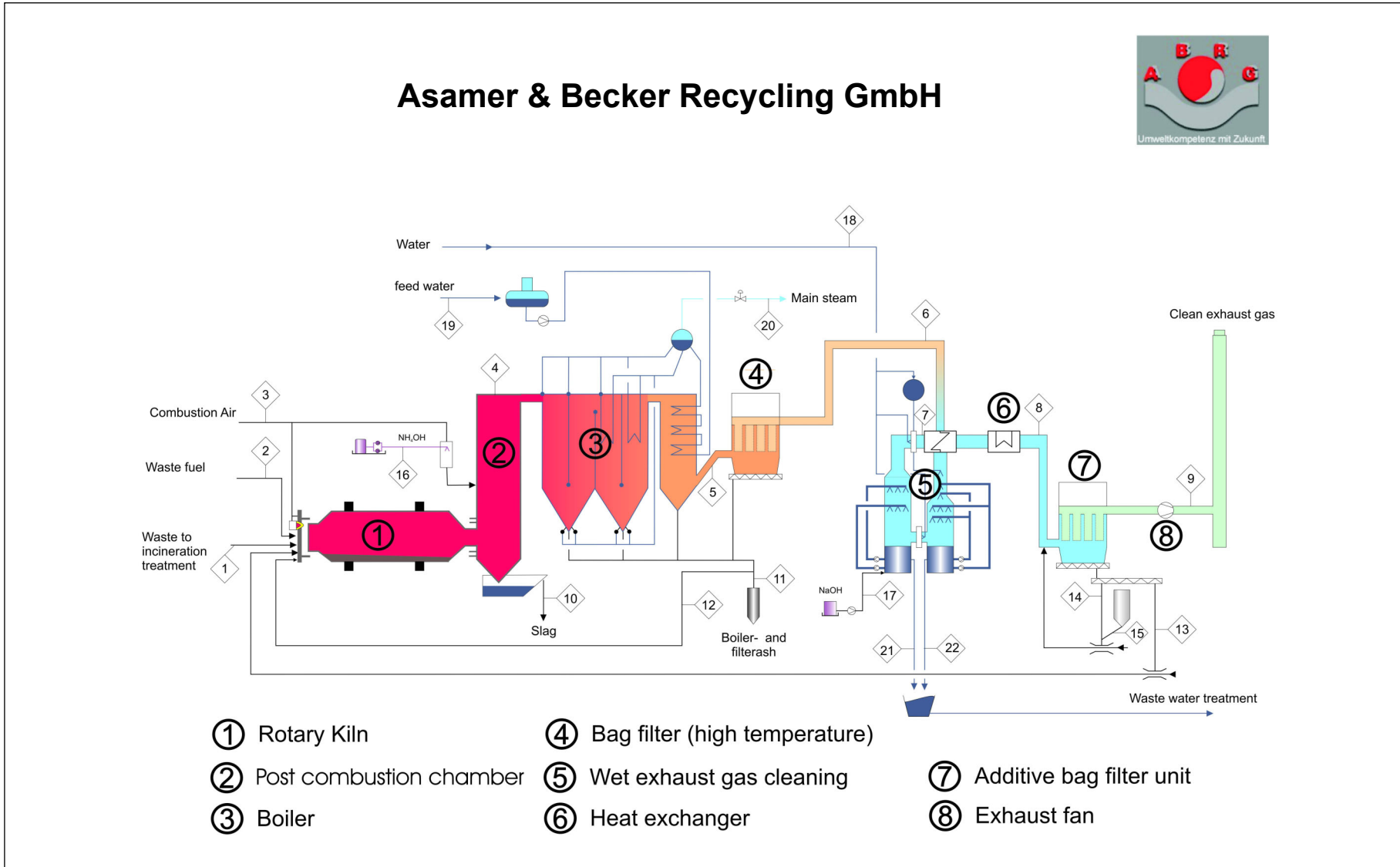


Abbildung 11: Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage ABRG Arnoldstein (Drehrohrofen).

Tabelle 56: Allgemeine Angaben über den Drehrohrofen der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).

<b>Drehrohrofen ABRG Arnoldstein</b>	
Inbetriebnahme	2005
Ende des Probebetriebs	April 2006
Technologie	Drehrohrofen
Brennstoffwärmeleistung	9 MW
Abfalldurchsatz	20.000 t/a
Heizwertband	5–30 MJ/kg
Durchschnittlicher $H_u$ der Abfallmischung	13–16 MJ/kg

### Eingesetzte Abfälle im DRO

Der mittlere Heizwert der eingesetzten Abfallmischung liegt typischerweise im Bereich von 13 bis 16 MJ/kg.

Zusätzlich zu jenen vorvermischten Abfällen, die auch im Wirbelschichtofen eingesetzt werden, werden im Drehrohrofen verstärkt schwermetallhaltige und höherkalorische Abfälle verbrannt. Die Schwermetalle werden im Gewebefilter abgeschieden, durch Rezirkulation angereichert und nach Erreichen der notwendigen Qualität ausgeschleust. Diese wird zur Sekundärverhüttung nach Deutschland geliefert. In der Schlacke des Drehrohrofens werden die Schwermetalle abgereichert und auf der ABRG-eigenen Reststoffdeponie abgelagert.

Weiters kann der Stützbrenner, der an der Stirnwand des Drehrohres installiert ist, zum Großteil mit Altöl anstelle von Heizöl betrieben werden. Der jährliche Verbrauch liegt bei etwa 200 Tonnen Altöl.

Tabelle 57: Im Drehrohrofen der ABRG verbrannte Abfälle (WERNER 2007).

<b>Abfall (t/a)</b>	<b>2006</b>
Sägemehl und -späne mit Verunreinigungen	6.451,94
Papierfilter mit Verunreinigungen	1.029,80
Filterstäube, metallhaltig (NE)	46,74
Strahlmittelrückstände	58,72
Schlamm aus der Gas- und Abgasreinigung	8,50
Bleisalze	54,68
Altöle	299,92
Lösemittel-Wasser-Gemische	5.994,30
Rückstände aus der mech. Abfallaufbereitung	2.560,30
<b>Summe</b>	<b>16.504,90</b>

### Abfallbeschickung, Feuerung, Verbrennungsluftversorgung des DRO

Das Drehrohr hat eine Länge von sieben Metern und einen Innendurchmesser von 3,2 Metern. Es ist ausgemauert und dreht sich mit einer Geschwindigkeit von zwölf Umdrehungen pro Stunde.



Sämtliche für den Verbrennungsprozess erforderliche Stoffströme werden an der Vorderseite des Drehrohres, über Öffnungen in der Stirnwand, eingetragen. Die Abfallbeschickung erfolgt über eine Aufgabeschurre, über die der Hauptanteil der festen Abfälle von oben in den nicht beweglichen Drehrohrabschnitt abgeworfen wird. Für die Aufgabe von staubenden Gütern steht eine Förderschnecke zur Verfügung. Altöle, die als Stützbrennstoff dienen, werden über den an der Stirnwand des Drehrohres installierten Ölbrenner in den Feuerraum eingebracht. Zusätzlich verfügt das Drehrohr über eine Lanze zur Einbringung von flüssigen Abfällen, mit der im Bedarfsfall auch Wasser zu Kühlzwecken direkt in den Feuerraum gesprüht werden kann.

Die Verbrennungsluft wird im Bereich des zentralen Abfalllagers angesaugt und in Form von Primärluft an der Stirnwand des Drehrohrs eingeblasen bzw. als Sekundärluft in der Nachbrennkammer zugegeben.

Am Ende des Drehrohres liegt die Feuerraumtemperatur etwa bei 1.050 °C. Die Rauchgase treten in die Nachbrennkammer über, in der Sekundärluft für die Nachverbrennung zugeführt wird, und verlassen die Nachbrennkammer an deren oberem Ende. In die Nachbrennkammer wird auch wässrige 25 %ige Ammoniaklösung zur Reduktion von Stickoxiden (SNCR) eingebracht. Schlacke und Asche werden am unteren Ende der Nachbrennkammer über eine Schnecke abgezogen.

### **Abhitzekeessel des DRO**

Mit einer Temperatur von etwa 900 °C gelangen die Rauchgase in den Abhitzekeessel, in dessen Verdampferheizflächen Sattedampf (Dampfparameter: 16 bar und ca. 207 °C) erzeugt wird. Dem Abhitzekeessel ist ein Speisewasservorwärmer (Economizer) nachgeschaltet.

Die Asche aus dem Abhitzekeessel und dem Economizer wird in die Ofenanlage rückgeführt.

### **Rauchgasreinigung des DRO**

*Entstaubung:* Die Entstaubung der aus dem Kessel austretenden Rauchgase erfolgt im ersten Gewebefilter bei einer Temperatur von rund 220 °C. Die im Gewebefilter anfallende Flugasche wird rezirkuliert und nach mehrmaligem Durchlaufen der Ofenanlage, wodurch die flüchtigen Schwermetalle angereichert werden, ausgeschleust und in einem Silo zwischengelagert. Dieses Filteroxid wird der Sekundärverhüttung zugeführt. Nach Verlassen des ersten Gewebefilters werden die Rauchgase gequench, um sie vor Eintritt in den ersten Wäscher abzukühlen (Anm.: Anstelle des im Verfahrensfließbild dargestellten Gas-Gas-Wärmetauschers wird das Rauchgas durch Wassereindüsung gequench.).

*Nasse Rauchgasreinigung:* Die nasse Rauchgasreinigung besteht aus einem Gleichstromwäscher mit saurem Umlaufwasser und einem Gegenstromwäscher mit Natronlauge als Neutralisationsmittel. Nach jedem Wäscher ist ein Tropfenabscheider installiert. Ein Teil des Abwassers aus den beiden Wäschern wird kontinuierlich der Abwasserreinigung zugeführt. Die Rauchgase werden nach Verlassen des zweiten Wäschers in einem Dampf-Luftvorwärmer wieder auf etwa 120 °C erwärmt.

*Gewebefilter mit Trockensorption:* Zur weiteren Abscheidung von HCl, HF, SO<sub>2</sub>, Schwermetallen und organischen Schadstoffen wird Sorbalit, ein vorgefertigtes Gemenge aus Kalkhydrat und Aktivkohle, als Adsorbens in den Rauchgaskanal



eingeblassen. Im nachfolgenden, zweiten Gewebefilter wird das Adsorbens bei Betriebstemperaturen um 120 °C abgeschieden. Es wird sowohl in den Rauchgasstrom vor dem Gewebefilter rezirkuliert als auch in den Feuerraum eingebracht, wo es der Einbindung der bei der Verbrennung gebildeten sauren Schadgase in situ dient.

Laut Angaben der Betreiber wird die Drehrohrverbrennungsanlage gemäß den Vorgaben der AVV betrieben und erfüllt deren Grenzwerte und Vorgaben. Aktuelle kontinuierlich erfasste Messwerte ausgewählter Luftschadstoffe werden auf der Website des Unternehmens ([www.abrg.at](http://www.abrg.at)) veröffentlicht. Die Messwerte der diskontinuierlich erfassten Messwerte liegen Betreiberangaben zufolge im Bereich von ca. 10–20 % der jeweils vorgeschriebenen Grenzwerte. Die Grenzwerte laut AVV und die verfügbaren Informationen zu Luftemissionen durch den Drehrohrföfen sind in Tabelle 58 dargestellt.

Tabelle 58: Messwerte des Drehrohrföfens der ABRG in Arnoldstein (Quelle: [www.abrg.at](http://www.abrg.at)).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Grenzwerte laut Bescheid <sup>1)</sup>	Messwerte 2005 <sup>1)</sup>
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	10	0,7
C <sub>org</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	10	0,8
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	50	5,5
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	200	130
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	100	7

<sup>1)</sup> Die gemessenen Sauerstoffgehalte im Rauchgas liegen üblicherweise im Bereich zwischen 10 % und 12,5 %. Bei einem Sauerstoffgehalt im Rauchgas von > 11 % O<sub>2</sub> ist eine Umrechnung der Messwerte auf 11 % Bezugsauerstoffgehalt vorgeschrieben, bei Sauerstoffgehalten unterhalb von 11 % nicht. Diverse berechnete Mittelwerte beruhen deshalb auf Messwerten bei unterschiedlichem O<sub>2</sub>-Gehalt (WERNER 2007).

### Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung (DRO)

Durch die thermische Behandlung werden die Schwermetalle in einzelnen Reststoffen aufkonzentriert, sodass diese einer (externen) Verhüttung zugeführt werden können. In anderen Reststofffraktionen werden die Schwermetalle im Zuge der thermischen Behandlung so weit abgereichert, dass diese Fraktionen auf der firmeneigenen Reststoffdeponie abgelagert werden können.

Als Abfälle und Reststoffe fallen Schlacke, Filterasche, Filterkuchen und Eisenschrott an.

Schlacke und Filterkuchen werden auf der betriebseigenen Reststoffdeponie abgelagert.

Filterasche wird als Filteroxid aus der Anlage abgezogen und zur Gewinnung bestimmter Schwermetalle in einer Sekundärhütte aufbereitet.



Tabelle 59: Abfälle und Rückstände aus der Verbrennung in einem Drehrohrofen (WERNER 2007).

Abfall (t/a)	2006
Schlacke	4.680
Flugasche	76
Filterkuchen	50
Eisenschrott	260

Tabelle 60: Ergebnisse der Schlackeanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Drehrohrofen (ABRG), Referenzjahr 2005 (WERNER 2006).

Parameter	Einheit	Messwert
As	mg/kg TS	24
Pb	mg/kg TS	2.533
Cd	mg/kg TS	8,7
Cr ges.	mg/kg TS	2.467
Cu	mg/kg TS	4.733
Ni	mg/kg TS	1.833
Hg	mg/kg TS	< 0,10
Zn	mg/kg TS	8.067
C <sub>org</sub>	mg/kg TS	2,07
KW-Index	mg/kg TS	26

Tabelle 61: Ergebnisse der Schlackeneluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Drehrohrofen (ABRG), Referenzjahr: 2005 (WERNER 2006).

Parameter	Einheit	Messwert
pH-Wert		11,5
elekt. Leitfähigkeit	mS/m	2.048,3
Al	mg/kg TS	2,5
As	mg/kg TS	< 0,05
Ba	mg/kg TS	0,56
Pb	mg/kg TS	0,22
Cd	mg/kg TS	< 0,01
Cr ges.	mg/kg TS	0,02
Co	mg/kg TS	< 0,01
Cu	mg/kg TS	0,05
Ni	mg/kg TS	< 0,01
Hg	mg/kg TS	< 0,001
Ag	mg/kg TS	0,03
Zn	mg/kg TS	0,1
Sn	mg/kg TS	< 0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> als N	mg/kg TS	0,08
Cl	mg/kg TS	48,5





Parameter	Einheit	Messwert
CN	mg/kg TS	< 0,01
F	mg/kg TS	1,7
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 1,0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> als P	mg/kg TS	1
C <sub>org</sub>	mg/kg TS	17,6
KW-Index	mg/kg TS	0,2

### Anlagenverfügbarkeit

Im Jahr 2006 war die Anlage 7.100 Stunden in Betrieb.

### Aktuelle Entwicklungen

Die Flugaschen aus der Wirbelschicht sollen laut Betreiber in Zukunft im Drehrohr behandelt werden.

## 5.8 Anlage FWW Simmeringer Haide

### Anlagenstandort

Thermische Abfallbehandlungsanlage Simmeringer Haide  
11. Haidequerstraße 6  
1110 Wien

Die Anlage befindet sich im Süden Wiens in unmittelbarer Nähe zur Hauptkläranlage der Stadt Wien.

### Anlagenbetreiber

Fernwärme Wien GmbH  
Spittelauer Lände 45  
1090 Wien  
Tel.: 01/31326-0  
Fax.: 01/31326-6158  
E-Mail: [info@fernwaermewien.at](mailto:info@fernwaermewien.at)  
[www.fernwaermewien.at](http://www.fernwaermewien.at)

Am Standort werden durch die Fernwärme Wien u. a. zwei Drehrohröfen und vier Wirbelschichtöfen (WSO 1–3 und WSO 4) betrieben. Die Emissionen der beiden Drehrohröfen und der drei Wirbelschichtkessel werden seit 2004 gemeinsam dargestellt. Daher ist hinsichtlich der Emissionen in die Luft keine getrennte Darstellung möglich.



## DREHROHRÖFEN 1 UND 2

### Allgemeine Angaben

Tabelle 62: Allgemeine Daten der beiden Drehrohrlinien (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

<b>Drehrohröfen Werk Simmeringer Haide</b>	
Betreiber	Fernwärme Wien GesmbH
Inbetriebnahme	1980
Technologie	Drehrohröfen mit Nachbrennkammer und Nassentschlackung
Abfalldurchsatz (genehmigte Nennkapazität)	19,5 t/h
genehmigte Brennstoffwärmeleistung	61,5 MW

### Anlagenkonzept

Die Drehrohröfen im Werk Simmeringer Haide dienen zur Verbrennung gefährlicher und nicht gefährlicher Abfälle.

Der verfahrenstechnische Aufbau einer der Drehrohrlinien gliedert sich im Wesentlichen in folgende Anlagenkomponenten:

- Anlieferungs- und Übernahmebereich;
- Feuerungssystem: Drehrohr (Länge: 12 m; Außendurchmesser 4,5 m; Umdrehungen 0,1–0,6 min<sup>-1</sup>);
- Abhitzeessel;
- Rauchgasreinigung: Elektrofilter, vierstufige Rauchgaswäsche, Aktivkohlefilter, SCR-Verfahren;
- Mehrstufige Abwasserbehandlungsanlagen;
- Dampfverteilsystem.

### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

In den beiden Drehrohröfen werden zum Großteil gefährliche Abfälle aus verschiedenen Ländern (hauptsächlich aus Österreich jedoch auch aus EU-Nachbarstaaten sowie Serbien, Montenegro, Bosnien und Kroatien) verbrannt.

Die Anlieferung erfolgt hauptsächlich per LKW (zu ca. 97 %) und zu geringeren Teilen per PKW (zu ca. 2 %) bzw. per Bahn (zu ca. 1 %). Rund 80 % der angelieferten Abfälle werden extern vorbehandelt.

Die angelieferten Abfallfraktionen werden zunächst mittels einer Brückenwaage verwogen und auf Radioaktivität untersucht.

Nach der Anlieferung der Abfälle wird eine Eingangskontrolle durchgeführt, bei der die Konformität der Abfälle mit den im Vorfeld zur Verfügung gestellten Daten überprüft wird. Durch diese Eingangskontrolle, welche unter anderem eine chemische Analyse beinhalten kann, wird sichergestellt, dass behördliche, sicherheitsrelevante, anlagenspezifische und abfallrechtliche Vorgaben eingehalten werden. Aufgrund der Analyseergebnisse werden die Abfälle bewertet, zwischengelagert, entsprechend vorliegender Rezepte gemischt und der Verbrennung zugeführt.

Eine (interne) Vorbehandlung der Abfälle vor Ort erfolgt im Drehrohfen-Bunker sowie im Shredder, in der Homogenisierungsanlage (Fass und Bunker), in der CP/CPO Behandlungsanlage und durch Fassteilung.

**Fester Abfall:** wird in Containern und Mulden sowie auf Paletten per LKW angeliefert und in den Bunker abgekippt. Aus dem Bunker wird der Abfall mit einem Kran über eine Aufgabeschurre direkt der Verbrennung oder der Homogenisierung zugeführt. Im letztgenannten Vorbehandlungsschritt wird der Abfall mit Schreddern zerkleinert.

**Flüssiger Abfall:** wird in Tankwagen angeliefert und in Abhängigkeit seiner Eigenschaften für die spätere Behandlung vorgelagert. Brennbare Flüssigkeiten werden direkt oder nach voriger Aufmischung über Brennerlanzen der Verbrennung zugeführt.

**Gebinde:** werden zwischengelagert, sortiert bzw. entsprechend den Vorgaben aus der Eingangskontrolle vorbehandelt und über Rollbahnen und Aufzüge direkt der Verbrennung oder der Homogenisierung zugeführt.

**Infektiöse Abfälle:** werden in nicht mehr zu öffnenden Kunststoffgebinden angeliefert, zwischengelagert und über eine vollautomatische Förderanlage in den Verbrennungsraum eingebracht.

Die Abfalllager sind großteils eingehaust, die Abluft wird abgesaugt und als Verbrennungsluft eingesetzt, bzw. bei Stillstand der Linien über einen Aktivkoksfilter gereinigt.

*Tabelle 63: Behandelte Abfallarten und –mengen in den Drehrohröfen der Abfallverbrennungsanlage Simmeringer Haide (Quelle: Fernwärme Wien 2006).*

Abfälle	Behandelte Mengen (t/a)			
	2002	2003	2004	2005
Lösemittelgemische nicht halogeniert	4.631	8.535	10.234	10.999
sonstige wässrige Konzentrate	7.633	6.743	7.495	9.363
feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmittel (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle)	7.406	7.011	8.424	8.098
Sandfanginhalte	6.975	5.918	6.097	6.834
lösemittelhaltiger Schlamm ohne halogenierte organische Bestandteile	81	16	4.313	6.480
Rechengut	5.050	4.616	4.699	5.672
Altlacke, Altfarben, sofern lösemittel- und/oder schwermetallhaltig, sowie nicht voll ausgehärtete Reste in Gebinden	3.092	3.277	5.396	5.021
Lack- und Farbschlamm	1.852	3.610	3.766	4.815
Lösemittelgemische, halogenhaltig	4.794	5.877	4.681	4.097
sonstige Öl-Wassergemische	3.070	3.771	5.141	2.653
Altöle	4.564	4.420	3.970	2.143
Schlamm aus der Tankreinigung	413	2.807	1.187	1.911
Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle	523	1.805	1.887	1.773
Abfälle, die innerhalb und außerhalb des medizinischen Bereiches eine Gefahr darstellen können, z. B. mit gefährlichen Erregern behafteter Abfall gemäß ÖNORM S 2104	2.205	2.202	2.057	1.765
unsortierte oder gefährliche Laborabfälle und Chemikalienreste	1.385	1.473	1.488	1.508
Schlamm aus Öltrennanlagen	527	1.184	2.812	1.341
Fette (z. B. Frittieröle)	2.785	2.871	2.526	1.298
Produktionsabfälle der Arzneimittelerzeugung	636	730	604	1.170
Sonstige Abfälle	9.400	19.215	19.180	14.477
<b>Summe</b>	<b>67.022</b>	<b>86.081</b>	<b>95.956</b>	<b>91.418</b>



Im Jahr 2005 wurden 561 t Heizöl extraleicht als Anfahr- und Stützbrennstoff eingesetzt, der Verbrauch von Heizöl schwer lag bei 1.010 t.

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Die Verbrennungsluft wird aus dem Bunker abgesaugt und dem Drehrohr über die Stirnwand als Primärluft sowie über die Nachbrennkammer als Tertiärluft zugeführt.

Die beiden feuerfest ausgekleideten Stahlrohre haben eine Länge von 12 Metern und einen Außendurchmesser von 4,5 m. Durch die langsame Drehung (0,1–0,6 U/min) wird der Abfall durchmischt, durch das Drehrohr bewegt und bei Temperaturen von 1.200 °C verbrannt.

Die Rauchgase des Drehrohrs werden in einer Nachbrennkammer nachverbrannt. Bei Unterschreiten der Nachbrennkammertemperatur von 1.200 °C werden zwei mit Heizöl schwer oder Heizöl extra leicht versorgte Seitenwandbrenner (Leistung jeweils rund 12 MW) zugeschaltet. In der Mitte bzw. am oberen Ende der Nachbrennkammer wird Sekundär- und Tertiärluft eingeblasen.

### Abhitzeessel und Energienutzung

Aus dem Dampf der Wirbelschichtreaktoren und der Drehrohröfen wird Strom zur Deckung des Eigenbedarfs des Werkes Simmeringer Haide produziert. Zusätzlich sind die Ofenlinien mit einer Kraft-Wärmekopplung ausgestattet und die Restwärme wird zur Beheizung und Warmwasseraufbereitung über das Wiener Fernwärmenetz genutzt.

### Rauchgasreinigung

*Elektrofilter:* In diesem ersten Rauchgasreinigungsschritt werden die Staubemissionen auf 10–30 mg Nm<sup>-3</sup> reduziert.

*Rauchgaswäsche:* Die Rauchgaswäsche besteht aus zwei Kreuzstromwäschern zur Abscheidung saurer, leicht wasserlöslicher Gase sowie von Staub und Schwermetallen. Der nachfolgende filternde Venturiwäscher dient zur Feinstaubabscheidung und zur Vorkonditionierung der Rauchgase für einen elektrodynamischen Venturiwäscher.

*Aktivkoksfilter:* Zur Nachreinigung werden die Rauchgase für jede Linie getrennt einer Aktivkoks Gegenstromanlage zugeführt, die aus parallel angeordneten, mit Braunkohle-Herdofenkoks gefüllten Modulen besteht. Die Adsorber für die Drehrohröfen bestehen aus je acht Modulen, wobei jedes Modul mit 15 t Adsorbens befüllt ist. Das Abgas durchströmt die Schicht von unten nach oben, während der Koks permanent am oberen Ende des Reaktors aufgegeben und am Boden der Schüttung abgezogen wird.

*SCR:* Die Anlage wurde im Frühsommer 2006 in Betrieb genommen und kann eine Rauchgasmenge von 300.000 Nm<sup>3</sup>/h behandeln. Die Sammel-DeNOx-Anlage stellt die letzte Stufe der Rauchgasreinigung dar. Das bei der Verbrennung von Klärschlamm und gefährlichem Abfall entstehende Rauchgas gelangt nach den bestehenden Reinigungsstufen Elektro-Filter, nasse Rauchgaswäsche und Aktivkoks-Filter über eine Rauchgassammelleitung in die DeNOx-Anlage.

Das mittels Wärmeverschiebesystem und Dampfaufheizung auf eine Betriebstemperatur der DeNO<sub>x</sub>-Anlage von 180 °C gebrachte Rauchgas wird mit eingedüstem Ammoniakwasser gemischt und durch drei aus keramischen Wabenkatalysatoren aufgebauten Katalysatorlagen geleitet.

Die Stickoxidemissionen werden bei einem Rohgaswert von 350 mg/Nm<sup>3</sup> am Eintritt der Sammel-DeNO<sub>x</sub>-Anlage auf einen Reingaswert am Kamin von ca. 20 mg/Nm<sup>3</sup> verringert.

Aktuelle Daten zur Emission von Luftschadstoffen durch die fünf Verbrennungslinien (WSO 1–3; DRO 1, 2) sind in Tabelle 64 dargestellt.

Tabelle 64: Luftemissionen der fünf Verbrennungslinien (WSO 1–3; DRO 1, 2), Referenzjahr 2005 (Anm.: Das entspricht dem Status vor Inbetriebnahme der Sammel-DeNO<sub>x</sub>-Anlage) (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Art des Messwerts	Grenzwert lt. Bescheid	Messwerte im Reingas
				(Normbedingungen, 11 % O <sub>2</sub> ) <sup>1)</sup>
Staubförmige Emissionen	mg/Nm <sup>3</sup>	TMW	10	0,2
C <sub>org</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	TMW	10	0,2
Chlorwasserstoff HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	TMW	10	0,2
Fluorwasserstoff HF	mg/Nm <sup>3</sup>	TMW	–	–
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	TMW	50	0,7
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	TMW	150	58,4
Kohlenstoffmonoxid CO	mg/Nm <sup>3</sup>	TMW	50	9,9
Staubförmige Emissionen	mg/Nm <sup>3</sup>	HMW	10	0,2
C <sub>org</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	HMW	10	0,3
Chlorwasserstoff HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	HMW	10	0,3
Fluorwasserstoff HF	mg/Nm <sup>3</sup>	HMW	0,1	< 0,1
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	HMW	50	0,8
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	HMW	150	80
Kohlenstoffmonoxid CO	mg/Nm <sup>3</sup>	HMW	100	11
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,05	< 0,001
Cadmium und seine Verbindungen, als Cd	mg/Nm <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,05	< 0,002
Thallium und seine Verbindungen, als Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h		
Summe Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn und ihre Verbindungen, als Elemente	mg/Nm <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,5	< 0,01
Ammoniak NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	–	< 1,6
Dioxine und Furane (I-TEF)	ng/Nm <sup>3</sup>	MW 6–8 h	0,1	0,0026

<sup>1)</sup> Bei Einsatz von gefährlichen Abfällen erfolgt eine Umrechnung der Emissionen, sofern der O<sub>2</sub>-Gehalt im Rauchgas mehr als 11 % beträgt.

<sup>2)</sup> Ab 28.12.2005 gilt ein Grenzwert von 100 mg/Nm<sup>3</sup> (HMW), bzw. von 70 mg/Nm<sup>3</sup> (TMW).



## Abwasseraufbereitung

Die Abwässer der beiden Drehrohröfen werden gemeinsam mit jenen der vier Wirbelschichtreaktoren vorgereinigt, bevor sie in die Hauptkläranlage der Stadt Wien geleitet werden. Das Abwasser wird mittels Schwerkraftabscheidung, Neutralisation, Flockung, Filtration und Fällung gereinigt.

In Summe wurden im Jahr 2005 rund 1.315.000 m<sup>3</sup> Abwasser gereinigt.

Aktuelle Daten zu Emission ins Wasser sind in Tabelle 65 dargestellt.

Tabelle 65: Wasserseitige Emissionen aller Verbrennungslinien, Referenzjahr 2005  
(Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Wasserverunreinigende Schadstoffe	Emissionsbegrenzungen		
	Repräsentativer Tagesmittelwert für Einleitung		
	Einheit	Grenzwert lt. Bescheid	Messwert
Kontrollintervall	wöchentlich		
Temperatur	°C	30	23
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	30	< 10
pH-Wert	–	6,5–9,5	8,5
Chlorid, als Cl <sup>-</sup>	mg/l	–	2.940
Fluorid, als F <sup>-</sup>	mg/l	20	9,9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , als N	mg/l	200	35
Sulfat, als SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	1.200	690 <sup>2)</sup>
Sulfit, als SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	20	< 5,2
Sulfid, als S <sup>2-</sup>	mg/l	0,20	< 0,01
Cyanid, leicht freisetzbar, als CN <sup>-</sup>	mg/l	0,10	< 0,05
Antimon, als Sb	mg/l	0,20	< 0,02
Arsen, als As	mg/l	0,10	< 0,01
Blei, als Pb	mg/l	0,10	< 0,01
Cadmium, als Cd	mg/l	0,05	< 0,02
Chrom gesamt, als Cr	mg/l	0,50	< 0,01
Cobalt, als Co	mg/l	0,50	< 0,01
Kupfer, als Cu	mg/l	0,50	< 0,01
Mangan, als Mn	mg/l	1,00	< 0,09
Nickel, als Ni	mg/l	0,50	< 0,01
Quecksilber, als Hg	mg/l	0,01	< 0,00
Thallium, als Tl	mg/l	0,05	< 0,01
Vanadium, als V	mg/l	0,50	< 0,01
Zink, als Zn	mg/l	1,00	< 0,02
Zinn, als Sn	mg/l	0,50	< 0,01
C <sub>org</sub>	mg/l	–	1,95 <sup>1)</sup>
Extrahierbare organ. geb. Halogene, als Cl	mg/l	0,1	< 0,01
Phenolindex, als Phenol	mg/l	0,3	< 0,10
Dioxine und Furane (I-TEQ)	ng TE/l	0,3	0,0025 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Daten aus Gutachten der FTU

<sup>2)</sup> Bestimmt an der Grundstücksgrenze gem. IEV-Bescheid.

## Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

**Schlacke:** Schlacken werden nach einer Verfestigung auf einer Massenabfalldeponie deponiert.

**Flugasche und Filterkuchen:** Diese Abfälle werden in Deutschland untertage deponiert. Vor 2004 ist keine getrennte Sammlung der Flugaschen von den Drehrohr- und Wirbelschichtöfen erfolgt. Bis 1.1.2004 war die Asche aus der Drehrohrfeuerung ausstufbar, ab diesem Zeitpunkt wurde die Asche getrennt gesammelt und erfasst.

**Aktivkoks:** Der beladene Aktivkoks wird über geschlossene und inertisierte Förderanlagen in einen Silo abgezogen und im WSO 3 bzw. WSO 4 verbrannt.

**Eisenschrott:** Die abgetrennten Eisenmetalle werden an einen Schrotthändler übergeben.

Tabelle 66: Feste Abfälle der thermischen Behandlungsanlage Simmering, Drehrohrofen 1 und 2 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005
Schlacke	12.848	17.184	18.093	17.788
Flugasche	n. v.	n. v.	3.062	2.041
Filterkuchen <sup>55</sup>	2.629	2.725	2.706	2.556

n. v. .... nicht verfügbar

Tabelle 67: Analysenergebnisse (Gesamtgehalte) der festen Rückstände der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Drehrohrofen 1 und 2 (falls nicht anders angegeben in mg/kg TS), Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Schlacke	Flugasche	Filterkuchen
Wassergehalt (%)			40,6
Glühverlust (% TS)	2,9	1,2	4,4
P	6.546	14.400	1.135
Al ges.	38.602	19.500	1.762
As	7,7	73,9	2,9
Ba	6.762	118	63
Pb	614	15.155	657
Cd	5,6	310	338
Cr ges.	1.167	846	24
Co	93	136	2,7
Cu	3.550	4.612	168
Ni	763	1.652	47
Hg	< 0,5	< 0,5	596
Ag	15,8	144	6,8
Zn	182	42.440	5.858
PCDF/PCDD (ng TE/kg TS)	4,49	1.296	6.064
C <sub>org</sub>	2,35	0,95	2,40

<sup>55</sup> bezogen auf alle Anlagen am Standort



Tabelle 68: Eluatanalysen von Schlacke, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Drehrohrofen 1 und 2, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Einheit	Schlacke	Flugasche	Filterkuchen
pH-Wert		10,7	8,8	8,9
elektr. Leitfähigk.	mS/m	125	3.830	300
Abdampfdruckstand	mg/kg TS	6.517	366.480	31.620
Al	mg/kg TS	314	< 2,0	< 2,3
As	mg/kg TS	< 0,05	< 0,45	< 0,05
Ba	mg/kg TS	8,1	1,4	0,4
Pb	mg/kg TS	0,3	21	< 0,6
B	mg/kg TS	< 5,7	161	11
Cd	mg/kg TS	< 0,2	< 96	< 0,4
Cr ges.	mg/kg TS	< 0,1	< 1,0	< 0,1
Fe	mg/kg TS	0,2	< 0,4	< 0,1
Co	mg/kg TS	< 0,1	3,7	< 0,1
Cu	mg/kg TS	0,4	2,0	< 0,1
Ni	mg/kg TS	< 0,1	19	< 0,1
Hg	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,02
Ag	mg/kg TS	< 0,1	< 0,5	< 0,1
Zn	mg/kg TS	2,6	1719	0,9
Sn	mg/kg TS	< 0,1	< 0,4	< 0,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> als N	mg/kg TS	< 10	< 30	< 9
Cl	mg/kg TS	1.092	37.900	1.535
CN	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
F	mg/kg TS	< 13	154	92
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 17	< 53	< 37
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 2,9
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> als P	mg/kg TS	2,6	< 4,0	< 0,6
EOX als Cl	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
anionenakt. Tenside, als TBS	mg/kg TS	< 5	< 2	< 0,8
BTXE	mg/kg TS	< 0,4	< 0,4	< 0,4

### Anlagenverfügbarkeit

Im Jahr 2005 waren die beiden Drehrohrofen insgesamt 15.955 Stunden in Betrieb, die Zahl der Anlagenstillstände betrug 17.



## WIRBELSCHICHTOFEN 1–3

### Allgemeine Angaben

Tabelle 69: Allgemeine Angaben der Wirbelschichtkessel 1–3 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

<b>Wirbelschichtreaktoren Werk Simmeringer Haide</b>	
Betreiber	Fernwärme Wien GesmbH
Inbetriebnahme	1980/1992
Technologie	Stationäre Wirbelschicht System Copeland
Durchschnittlicher unterer Heizwert	15,7 MJ/kg Trockensubstanz
Durchschnittlicher oberer Heizwert	17,1 MJ/kg Trockensubstanz
Genehmigte Brennstoffwärmeleistung	59,5 MW
Anzahl der Wirbelschichtkessel	3

### Anlagenkonzept

Der verfahrenstechnische Aufbau einer der drei Verbrennungslinien gliedert sich in wesentlichen in folgende Anlagenkomponenten:

- Wirbelschichtofen;
- Abhitzekeessel;
- Rauchgasreinigung: Elektrofilter, saurer und basischer Wäscher, AktivkoksfILTER, SCR-Verfahren;
- Mehrstufige Abwasserbehandlungsanlage;
- Dampfverteilersystem.

### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

In den drei Wirbelschichtöfen werden zum überwiegenden Teil Klärschlämme der Hauptkläranlage der Stadt Wien verbrannt. Die Anlieferung erfolgt daher größtenteils per Pumpen (zu ca. 95 %). Die Behandlung der Klärschlämme erfolgt durch Zentrifugen, Wärmetauscher sowie Mazeratoren zur Klärschlammentwässerung. Der gewonnene Dickschlamm hat einen Trockensubstanzgehalt zwischen 30 und 36 % und wird den Wirbelschichtöfen zugeführt.

Die restlichen Abfälle (ca. 5 %) werden extern vorbehandelt (z. B. getrocknet bzw. entwässert) und per LKW zum Standort transportiert. Diese Abfallfraktionen werden mittels einer Brückenwaage verwogen und durchlaufen dieselbe Eingangskontrollprozedur wie bei der Anlieferung der Abfälle für die Drehrohröfen.



Tabelle 70: Übersicht über die in den WSO 1–3 behandelten Abfälle (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfälle (t/a)	2002	2003	2004	2005
Überschussschlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung	176.230	159.259	156.043	168.478
anaerob stabilisierter Schlamm (Faulschlamm)	0	0	1.544	6.323
sonstige rohölverunreinigte Rückstände aus der Erdölförderung	0	39	0	1.149
Schlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung	0	0	0	817
aerob stabilisierter Schlamm	0	0	0	501
Schlamm aus Öltrennanlagen	0	0	0	333
Schlamm aus der Tankreinigung	0	8	0	255
Futtermittel	7.953	5.307	169	0
Desinfizierte Abfälle, außer gefährliche Abfälle	13.707	13.779	1.499	0
Rest	8	51	772	241
<b>Summe</b>	<b>197.898</b>	<b>178.443</b>	<b>160.027</b>	<b>178.097</b>

Als Anfahr- und Stützbrennstoff wurden in Jahr 2005 1.003 t Heizöl leicht eingesetzt; zusätzlich wurden 10.406 t Heizöl schwer verbrannt.

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Der Betrieb der Wirbelschichtöfen erfolgt mit durch einen Dampf-Luftvorwärmer vorgewärmter Luft. Die Primärluftleitungen von zwei dieser Anlagen sind zur zusätzlichen Luftvorwärmung mit einem mit Heizöl betriebenen Ölbrenner ausgestattet.

Die drei Wirbelschichtöfen des Werkes Simmeringer Haide sind nach dem Verfahrensprinzip der stationären Wirbelschichttechnologie konzipiert. Die Temperatur des Wirbelbetts liegt bei etwa 750 °C.

### Abhitzeessel und Energienutzung

Durch Dampfkessel wird dem Abgas Energie entzogen und zur Produktion eines 53 bar Dampfes genutzt. Mit diesem Dampf und dem Dampf aus den Drehrohröfen wird Strom zur Deckung des Eigenbedarfs des Werkes Simmeringer Haide produziert. Zusätzlich sind die Verbrennungslinien mit einer Kraft-Wärmekopplung ausgestattet und die Restwärme wird zur Beheizung und Warmwasseraufbereitung über das Wiener Fernwärmenetz genutzt.

### Rauchgasreinigung

*Elektrofilter:* In diesem ersten Rauchgasreinigungsschritt werden die Staubemissionen auf 10–30 mg Nm<sup>-3</sup> reduziert.



*Rauchgaswäsche:* Die Rauchgaswäsche besteht aus zwei Kreuzstromwäschern zur Abscheidung saurer, leicht wasserlöslicher Gase sowie von Staub und Schwermetallen. Der nachfolgende filternde Venturiwäscher dient zur Feinstaubabscheidung und zur Vorkonditionierung der Rauchgase für einen elektrodynamischen Venturiwäscher.

*Aktivkoksfilter:* Zur Nachreinigung werden die Rauchgase für jede Linie getrennt einer Aktivkoks-Gegenstromanlage zugeführt, die aus parallel angeordneten, mit Braunkohle-Herdofenkoks gefüllten Modulen besteht. Die Adsorber für die Wirbelschichtreaktoren bestehen aus je vier Modulen, wobei jedes Modul mit 15 t Adsorbens befüllt ist. Das Abgas durchströmt die Schicht von unten nach oben, während der Koks langsam abgesenkt wird.

*SCR:* Die Anlage wurde im Frühsommer 2006 in Betrieb genommen und kann eine Rauchgasmenge von 300.000 Nm<sup>3</sup>/h behandeln. Die Sammel-DeNO<sub>x</sub>-Anlage, stellt die letzte Stufe der Rauchgasreinigung dar. Das bei der Verbrennung von Klärschlamm und gefährlichem Abfall entstehende Rauchgas gelangt nach den bestehenden Reinigungsstufen Elektro-Filter, nasse Rauchgaswäsche und Aktivkoks-Filter über eine Rauchgassammelleitung in die DeNO<sub>x</sub>-Anlage.

Das mittels Wärmeverschiebesystem und Dampfaufheizung auf eine Betriebstemperatur der DeNO<sub>x</sub>-Anlage von 180 °C gebrachte Rauchgas wird mit eingedüstem Ammoniakwasser gemischt und durch drei aus keramischen Wabenkatalysatoren aufgebauten Katalysatoranlagen geleitet.

Die Stickoxidemissionen werden bei einem Rohgaswert von 350 mg/Nm<sup>3</sup> am Eintritt der Sammel-DeNO<sub>x</sub>-Anlage auf einen Reingaswert am Kamin von ca. 20 mg/Nm<sup>3</sup> verringert.

Aktuelle Daten zur Emission von Luftschadstoffen aller fünf Verbrennungslinien (WSO 1–3; DRO 1, 2) sind in Tabelle 64 dargestellt.

### **Abwasseraufbereitung**

Die Abwässer der drei Wirbelschichtreaktoren werden gemeinsam mit jenen der beiden Drehrohröfen und des WSO 4 vorgereinigt, bevor sie in die Hauptkläranlage der Stadt Wien geleitet werden. Die Abwasserreinigung erfolgt unter Anwendung der Schwerkraftabscheidung, Neutralisation zur HCl- und HF-Abscheidung, Flockung, Filtration und Fällung.

Aktuelle Daten zu Emission von Wasserschadstoffen sind in Tabelle 65 dargestellt.

### **Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung**

Bei der thermischen Abfallbehandlung fallen Flugasche (SN 31309), Kesselasche (SN 31309) und Filterkuchen (SN 31312) an. Der Filterkuchen wird in Deutschland untertage deponiert. Kesselasche und Filterasche werden verfestigt und auf einer Massenabfalldéponie abgelagert.



Tabelle 71: Bei der thermischen Abfallbehandlung entstehende Abfälle, WSO 1–3 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfallart (t/a)	2002	2003	2004	2005
Flugasche Kesselasche <sup>56</sup>	22.829	21.428	15.093	17.272
Filterkuchen <sup>57</sup>	2.629	2.725	2.706	2.556

Tabelle 72: Analyseergebnisse von Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 1–3 (falls nicht anders angegeben in mg/kg TS), Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Flugasche	Filterkuchen
Wassergehalt (%)	–	40,6
Glühverlust (% TS)	< 0,04	4,4
P	14.400	1.135
Al ges.	19.500	1.762
As	73,9	2,9
Ba	118	63
Pb	15.155	657
Cd	310	338
Cr ges.	846	24
Co	136	2,7
Cu	4.612	168
Ni	1.652	47
Hg	< 0,5	596
Ag	144	6,8
Zn	42.440	5.858
PCDF/PCDD (ng TE/kg TS)	1.296	6.064
C <sub>org</sub>	0,95	2,40

<sup>56</sup> Die Aschen von 2002 und 2003 beinhalten auch die Aschen aus der Drehrohrfeuerung.

<sup>57</sup> bezogen auf alle Anlagen am Standort



Tabelle 73: Eluatanalysen der Flugasche und des Filterkuchens der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 1–3 (falls nicht anders angegeben in mg/kg TS), Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Flugasche	Filterkuchen
pH-Wert	9,8	8,9
Elektr. Leitfähigk. (mS/m)	190	300
Abdampfrückstand	170.000	31.620
Al	113	< 2,3
As	< 0,05	< 0,05
Ba	2,8	0,4
Pb	< 0,1	< 0,6
B	1,1	11
Cd	< 0,1	< 0,4
Cr ges.	1,0	< 0,1
Fe	< 0,1	< 0,1
Co	< 0,1	< 0,1
Cu	< 0,1	< 0,1
Ni	< 0,1	< 0,1
Hg	< 0,01	< 0,02
Ag	< 0,1	< 0,1
Zn	< 0,2	0,9
Sn	< 0,1	< 0,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> als N	< 12	< 9
Cl	324	1.535
CN	< 1,0	< 1,0
F	< 8	92
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> als N	< 13	< 37
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> als N	< 1,0	< 2,9
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> als P	< 0,7	< 0,6
EOX als Cl	< 0,1	< 0,1
anionenakt. Tenside, als TBS	< 0,6	< 0,8
BTXE	< 0,4	< 0,4

### Anlagenverfügbarkeit

Im Jahr 2005 waren die drei Linien insgesamt 22.511 Stunden in Betrieb, die Anzahl der Anlagenstillstände betrug 10.



## WIRBELSCHICHTOFEN 4

### Allgemeine Angaben

Tabelle 74: Allgemeine Daten des Wirbelschichtofens 4 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

<b>Wirbelschichtreaktor 4 Werk Simmeringer Haide</b>	
Betreiber	Fernwärme Wien GesmbH
Inbetriebnahme	Oktober 2003
Technologie	Stationäre Wirbelschicht
Nennkapazität	36 t/h
Genehmigte Brennstoffwärmeleistung	45 MW
Anfahr- und Stützbrennstoff	Heizöl schwer, Heizöl extraleicht

### Anlagenkonzept

Der verfahrenstechnische Aufbau gliedert sich im Wesentlichen in folgende Anlagenkomponenten:

- Wirbelschichtkessel (rotierende Wirbelschicht);
- Abhitzeessel;
- Rauchgasreinigung: Elektrofilter (drei Felder), saurer und neutraler Wäscher, Aktivkohlefilter, SCR-Verfahren;
- Mehrstufige Abwasserbehandlungsanlage (gemeinsam mit den Drehrohröfen 1 und 2, sowie den Wirbelschichtkesseln 1–3);
- Dampfverteilersystem.

Der vierte Wirbelschichtkessel (WSO 4) wurde errichtet, um die Klärschlammengen, die aus Kapazitätsgründen in den bestehenden drei Wirbelschichtkesseln nicht mehr verbrannt werden können, thermisch zu behandeln. Die zu behandelnde Menge wurde mit rund 20.000 t Dickschlamm (TS: rd. 32 %) pro Jahr abgeschätzt. Da der WSO 4 damit aber nur zu rund einem Drittel ausgelastet wäre, wurde er so ausgelegt, dass sowohl aufbereiteter Siedlungsabfall, Heizöl, Altöl und Altkoks alleine als auch Klärschlamm alleine oder eine Mischung aus Abfällen verbrannt werden kann.

Das Heizwertband der einsetzbaren Abfälle reicht von 8 bis 15 MJ/kg.

### Übernahme, Aufbereitung, Lagerung, Abfallbeschickung

Im Wirbelschichtofen 4 werden entwässerte Klärschlämme und Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung verbrannt. Die Klärschlämme werden via Pumpenförderung zur Anlage gebracht und erfahren keine externe Vorbehandlung. Die Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung werden mittels LKW (ca. 30 Fahrzeuge pro Tag) angeliefert. Die per LKW angelieferten Abfallfraktionen werden zunächst von einer Brückenwaage verwogen. Eine (interne) Vorbehandlung der Abfälle vor Ort erfolgt nicht.

Der Bunker verfügt über ein Volumen von 5.800 m<sup>3</sup>, und hat damit – je nach Heizwert des Abfalls – eine Speicherkapazität von 77–116 Stunden.

Der Wirbelschichtofen ist mit jeweils getrenntem Eintragungssystem für aufbereitete Siedlungsabfälle, Klärschlamm, Altkoks sowie Altöl und Heizöl ausgerüstet.

Tabelle 75: Im Wirbelschichtofen 4 verbrannte Abfälle (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfall (t/a)	2003	2004	2005
Rückstände aus der mech. Abfallaufbereitung	7.189	78.329	90.125
Klärschlamm	0	4.398	11.717
<b>Summe</b>	<b>7.189</b>	<b>82.727</b>	<b>101.842</b>

Im Jahr 2005 wurden 1.284 t Heizöl extraleicht für die Anfahr- und Stützbrenner benötigt, der Verbrauch von Heizöl schwer lag bei 129 t.

### Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Die rechteckige Wirbelbettkammer wird unten von einem beidseitig geneigten (dachförmigen) und geschlossenen Düsenboden abgeschlossen. Durch diesen Düsenboden wird die Primärverbrennungsluft in das Wirbelbett eingeblasen, die aus dem Müllbunkerbereich abgesaugt wird.

Die dachförmige Bauform des Düsenbodens soll zur Ausbildung von zwei gegen-einanderlaufenden Bettmaterialwalzen führen. Diese Technologie ist als „Rowitec-Technologie“ bekannt und soll die Quervermischung des Bettinhaltes unterstützen und so die Voraussetzungen für eine weitgehend gleichmäßige Temperaturverteilung und Verbrennung schaffen. Knapp über dem Wirbelbett in der Auswurfzone wird der Freiraum durch zwei geneigte Deflektoren stark verjüngt. Ziel dieser Begrenzung ist die Unterstützung der Rotation des Wirbelbetts und die Verringerung des Austrags von Bettmaterial in den Freiraum des Ofens.

Dem Primärluftgebläse ist ein dampfbetriebener Wärmetauscher nachgeschaltet, mit dem bei Bedarf – z. B. bei alleiniger Verbrennung von Klärschlamm – die Luft vorgewärmt werden kann.

Dem Wirbelbett wird Primärluft unterstöchiometrisch zugeführt. Die maximale Temperatur im Wirbelbett soll dadurch unterhalb von 650 °C gehalten werden und damit den Schmelzpunkt von Aluminium nicht überschreiten.

Die gestufte Luftzufuhr wird durch die Aufteilung des Düsenbodens in Zonen erreicht, die mit unterschiedlichen Düsenzahlen bestückt sind und mit unterschiedlichen Luftmengen beaufschlagt werden.

Im Freiraum wird das aus dem Wirbelbett aufsteigende Gas unter Zugabe von Rezirkulationsgas und Sekundärluft bei einer Temperatur von 850 bis maximal 930 °C und mehr als drei Sekunden Verweilzeit verbrannt. Extreme Temperaturspitzen können durch Wassereinspritzung abgefangen werden.

Die erforderliche Gastemperatur von zumindest 850 °C wird gegebenenfalls durch Ölbrenner gewährleistet.

Die Sekundärluft wird aus dem Müllbunker abgesaugt und mit dem Sekundärluftgebläse zu den Düsen gefördert. In die Feuerung wird Abgas zurückgeführt, das nach Abkühlung im Kessel und Entstaubung im Elektrofilter mit dem Rezirkulationsgebläse abgezogen wird. Das Rezirkulationsgas wird in zwei Ebenen eingedüst. Die untere Ebene ist direkt über dem Wirbelbett, die zweite über dem Kehlbereich (Verjüngung durch Deflektoren) des Ofens angeordnet.



Die Feuerungswärmeleistung wird durch die Abgasmenge am Kamin und den Massenstrom des überhitzten Dampfs limitiert. Im Vollastbetrieb werden diese Parameter zur Regelung der Feuerungswärmeleistung verwendet und dadurch die Mülleintragsmenge durch die Drehzahl der Doppelschnecken des Mülleintragsystems angepasst.

### **Abhitzeessel und Energienutzung**

Der Dampferzeuger ist als vertikaler Drei-Zug-Kessel ausgeführt und auf das im Werk Simmeringer Haide der Fernwärme Wien GmbH bestehenden Dampfsystem ausgelegt. Der Kessel wird im Naturumlauf betrieben, wobei die Verdampferwände durch außen liegende Eckrohre gespeist werden. Unter Vollastbedingungen werden maximal 48 t Dampf (53 bar, 350 °C) produziert. Dieser Frischdampf wird der Dampfturbine und der Fernwärmeauskoppelung zugeführt.

Der Kessel wird im Naturumlauf betrieben, wobei die Verdampferwände durch außen liegende Eckrohre gespeist werden. Das heiße Abgas strömt aus dem Freeboard des Wirbelschichtofens in den Strahlungszug des Dampferzeugers. Die Wärme wird durch Strahlung an die im ersten Kesselzug angeordneten Verdampferwände – Membranwände – übertragen.

Anschließend strömen die Abgase in den zweiten – ebenfalls aus Membranwänden gefertigten – Kesselzug, in dem die beiden Überhitzer angeordnet sind. Für die Regelung der dampfseitigen Austrittstemperatur des Frischdampfs ist zwischen den Überhitzern ein Einspritzkühler installiert.

Aus dem zweiten Kesselzug strömen die Abgase in den Economizer. Im Economizer werden die Abgase auf etwa 180–210 °C abgekühlt. Im Gegenstrom wird das Speisewasser auf etwa Sattedampftemperatur erwärmt und in die Kesseltrommel gefördert.

### **Rauchgasreinigung**

Das aus dem Kessel austretende Abgas wird zur Entstaubung einem Elektrofilter (mittlere Temperatur am Elektrofiltereintritt: 195 °C) zugeführt und von dort in die nasse Abgasreinigung weitergeleitet. Vor der nassen Abgasreinigung ist ein Gas-Gas-Wärmetauscher installiert, in dem die Abgase auf etwa 115 °C abgekühlt werden. In der ersten Wäscherstufe wird das Abgas auf Sättigungstemperatur – etwa 60 °C – abgekühlt und von Halogenen und Schwermetallen weitgehend befreit. In der zweiten Wäscherstufe wird Schwefeldioxid abgeschieden. Anschließend wird das gewaschene Abgas im erwähnten Gas-Gas-Wärmetauscher und im nachfolgenden Dampf-Gas-Vorwärmer wieder auf etwa 120 °C erwärmt.

Das Abgas aus der nassen Abgasreinigung wird mit einem Saugzuggebläse in den Festbett-Aktivkoksadsorber (Adsorbens: grobkörniger Herdofenkoks) geleitet. Hier werden die restlichen sauren Schadgase, Schwermetalle und Stäube abgeschieden. Nachfolgend strömt das Abgas in die katalytische Abgasreinigung. In dieser wird das Abgas mit einem Gas-Gas-Wärmetauscher und einem Hochdruck-Dampf-Gas-Vorwärmer aufgeheizt und in der Katalysatoranlage von Stickoxiden weitgehend befreit. Durch die Ableitung der Abgase durch den Gas-Gas-Wärmetauscher wird ein Teil der Wärme rückgewonnen; die Abgase werden wieder auf etwa 145 °C abgekühlt und durch den Kamin in die Atmosphäre abgeführt.



Das aus der nassen Abgasreinigung anfallende Abwasser wird in der Abwasserbehandlungsanlage behandelt.

Tabelle 76: Luftemissionen des WSO 4, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Luftverunreinigende Schadstoffe	Einheit	Art des Messwerts	Grenzwert lt. Bescheid	Messwerte im Reingas
				(Normbedingungen, trocken, 11 % O <sub>2</sub> )
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	< 0,1
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	0,9
Chlorwasserstoff HCl	mg/m <sup>3</sup>	TMW	10	0,1
Fluorwasserstoff HF	mg/m <sup>3</sup>	TMW	–	–
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	50	1,1
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	TMW	70	38,5
Kohlenstoffmonoxid CO	mg/m <sup>3</sup>	TMW	50	8,1
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	TMW	–	–
Staubförmige Emissionen	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	0,1
C <sub>org</sub>	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	0,9
Chlorwasserstoff HCl	mg/m <sup>3</sup>	HMW	10	0,1
Fluorwasserstoff HF	mg/m <sup>3</sup>	HMW	0,1	0,1
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	HMW	50	1,0
Stickstoffoxide als NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	HMW	100	39,0
Kohlenstoffmonoxid CO	mg/m <sup>3</sup>	HMW	100	8,0
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	HMW	–	–
Quecksilber und seine Verbindungen, als Hg	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,05	< 0,001
Cadmium und seine Verbindungen, als Cd	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,05	< 0,002
Thallium und seine Verbindungen, als Tl	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h		
Summe Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn und ihre Verbindungen, als Elemente	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	0,5	< 0,01
Ammoniak NH <sub>3</sub>	mg/m <sup>3</sup>	MW 0,5–8 h	10	1,3
Dioxine und Furane (I-TEF)	ng/m <sup>3</sup>	MW 6–8 h	0,1	0,0082

### Abwasseraufbereitung

Die Abwässer der drei Wirbelschichtreaktoren werden gemeinsam mit jenen der beiden Drehrohröfen und des WSO 4 vorgereinigt, bevor sie in die Hauptkläranlage der Stadt Wien geleitet werden. Die Abwasserreinigung erfolgt unter Anwendung der Schwerkraftabscheidung, Neutralisation zur HCl- und HF-Abscheidung, Flockung, Filtration und Fällung.

Aktuelle Daten zu Emission von Wasserschadstoffen sind in Tabelle 65 dargestellt.



## Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

Bei der thermischen Abfallbehandlung fallen Bettasche (SN 31308), Flugasche (SN 31309), Kesselasche (SN 31309) und Filterkuchen (SN 31312) an. Filterkuchen, Kesselasche und Filterasche werden in Deutschland untertage deponiert. Bettasche wird auf einer Massenabfalldeponie abgelagert.

Tabelle 77: Anfall von Abfällen und Rückständen aus der Verbrennung, WSO 4 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

Abfall (t/a)	2003 <sup>58</sup>	2004	2005
Bettasche	357	6.499	10.219
Flugasche Kesselasche	934	10.007	13.110
Filterkuchen <sup>59</sup>	2.725	2.706	2.556

Tabelle 78: Analyseergebnisse von Bettasche, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 4, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Einheit	Bettasche	Flugasche	Filterkuchen
Wassergehalt	Gewichtsprozent	–	–	40,6
Glühverlust	Gewichtsprozent	< 0,3	< 1,9	4,4
P	mg/kg TS	–	13.090	1.135
Al ges.	mg/kg TS	5.276	58.842	1.762
As	mg/kg TS		9,7	2,9
Ba	mg/kg TS	169	1.224	63
Pb	mg/kg TS	379	3.454	657
Cd	mg/kg TS	< 2,9	25	338
Cr ges.	mg/kg TS	63	290	24
Co	mg/kg TS	8	22,4	2,7
Cu	mg/kg TS	1.556	3.406	168
Ni	mg/kg TS	51	97	47
Hg	mg/kg TS	< 0,36	1,3	596
Ag	mg/kg TS	2,8	22	6,8
Zn	mg/kg TS	549	5.085	5.858
PCDF/PCDD (ng TE/kg TS)	mg/kg TS	0,44	208	6.064
C <sub>org</sub>	mg/kg TS	< 0,2	1,10	2,40

<sup>58</sup> (Probe-)Betrieb seit November 2003, daher geringe Mengen

<sup>59</sup> bezogen auf alle Anlagen am Standort

Tabelle 79: Eluatanalysen von Bettasche, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 4, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).

	Einheit	Bettasche	Flugasche	Filterkuchen
Verhältnis flüssig : fest		10 : 1	10 : 1	10 : 1
elektr. Leitfähigkeit	mS/m	–	1.150	–
Abdampfrückstand	mg/kg TS	4.870	77.280	31.620
Al	mg/kg TS	31	342	< 2,3
As	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ba	mg/kg TS	5,1	20	0,4
Pb	mg/kg TS	< 0,2	< 0,3	< 0,6
B	mg/kg TS	< 0,7	0,4	11
Cd	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,4
Cr ges.	mg/kg TS	3,1	30	< 0,1
Fe	mg/kg TS	< 0,2	< 0,1	< 0,1
Co	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cu	mg/kg TS	< 0,2	< 0,1	< 0,1
Ni	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Hg	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,02
Ag	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zn	mg/kg TS	0,2	< 0,2	0,9
Sn	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> als N	mg/kg TS	< 10	< 10	< 9
Cl	mg/kg TS	644	32.800	1.535
CN	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
F	mg/kg TS	< 9	< 45	92
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 20	< 40	< 37
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> als N	mg/kg TS	< 1,0	< 1,2	< 2,9
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> als P	mg/kg TS	< 1,1	< 0,9	< 0,6
EOX als Cl	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1	< 0,1
anionenakt. Tenside, als TBS	mg/kg TS	< 0,8	< 1,6	< 0,8
BTXE	mg/kg TS	< 0,4	< 0,4	< 0,4

### Anlagenverfügbarkeit

In den ersten Betriebsmonaten gab es einige Probleme durch die Verfestigung der aufbereiteten Siedlungsabfälle im Bunker. Diese wurden durch eine geeignete Beschickungsstrategie (first in – first out) und durch Änderung der Greifergeometrie weitgehend gelöst. Ebenso konnte die Zahl der Beschickungsunterbrechungen – hervorgerufen durch Störungen am Verteiler – durch eine Modifizierung des Verteilers und der zugehörigen Hydraulik verringert werden. Band- oder folienartige Abfälle umwickeln die Kratzschnecken und müssen manuell entfernt werden.



Im Reaktorfreeboard und im Übergang vom Reaktor zum 1. Kesselzug bilden sich harte Anbackungen. Diese stellen kein Problem dar, sofern sie in die Wirbelschicht zurückfallen und mit dem Bettascheaustrag abgezogen werden. Wenn diese allerdings in den Kessel fallen und mit der Kesselascheförderung ausgetragen werden müssen, treten aufgrund der großen Härte der Anbackungen Störungen am nachgeschalteten Zerkleinerungsaggregat auf. Es ist geplant, die abgefallenen Anbackungen vor ihrer Zerkleinerung mit einer Siebmaschine von der Kesselasche zu trennen (STRAUSS et al. 2006).

Im Jahr 2005 war der WSO 4 insgesamt 7.154 Stunden in Betrieb, die Zahl der Anlagenstillstände betrug 17.

## 5.9 Anlage AVE RVL Lenzing

### Anlagenstandort

AVE Reststoffverwertung Lenzing GmbH & CoKG  
 4860 Lenzing  
 Tel.: 07672/93133  
 Fax: 07672/93133-25  
 E-Mail: [reststoffverwertung@ave.at](mailto:reststoffverwertung@ave.at)  
[www.ave.at](http://www.ave.at)

### Anlagenbetreiber

RVL GmbH  
 4860 Lenzing  
 Tel.: 07221/601-0  
 Fax: 07221/601-110  
[www.ave.at](http://www.ave.at)

### Allgemeine Angaben

Tabelle 80: Allgemeine Angaben der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL (SCHNOPP 2002).

<b>Abfallverbrennungsanlage AVE RVL</b>	
Inbetriebnahme	1998
Technologie	Zirkulierende Wirbelschichtfeuerung
Anzahl der Linien	1
Genehmigte Brennstoffwärmeleistung	110 MW
Heizwertband	6,5–29 MJ/kg



## Anlagenkonzept

Die 1998 errichtete Abfallverbrennungsanlage AVE Reststoffverwertung Lenzing (AVE RVL) wurde für den Einsatz von 300.000 Tonnen Abfällen pro Jahr konzipiert. Sie besteht im Wesentlichen aus folgenden Aggregaten:

- interne mechanische **Aufbereitungsanlage** für Abfälle;
- **Zirkulierende Wirbelschichtfeuerung** (eine Linie) mit Abhitzekeessel;
- mehrstufige **Rauchgasreinigungsanlage**, bestehend aus: Multizyklonen; Gewebefilter mit Trockensorption, zwei Rauchgaswäschern, SCR in Reingasschaltung;
- mehrstufige **Abwasserreinigungsanlage**;
- interne **Rückstandsbehandlungsanlage**.

Das Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL ist in Abbildung 12 dargestellt.



# Fließbild Lenzing

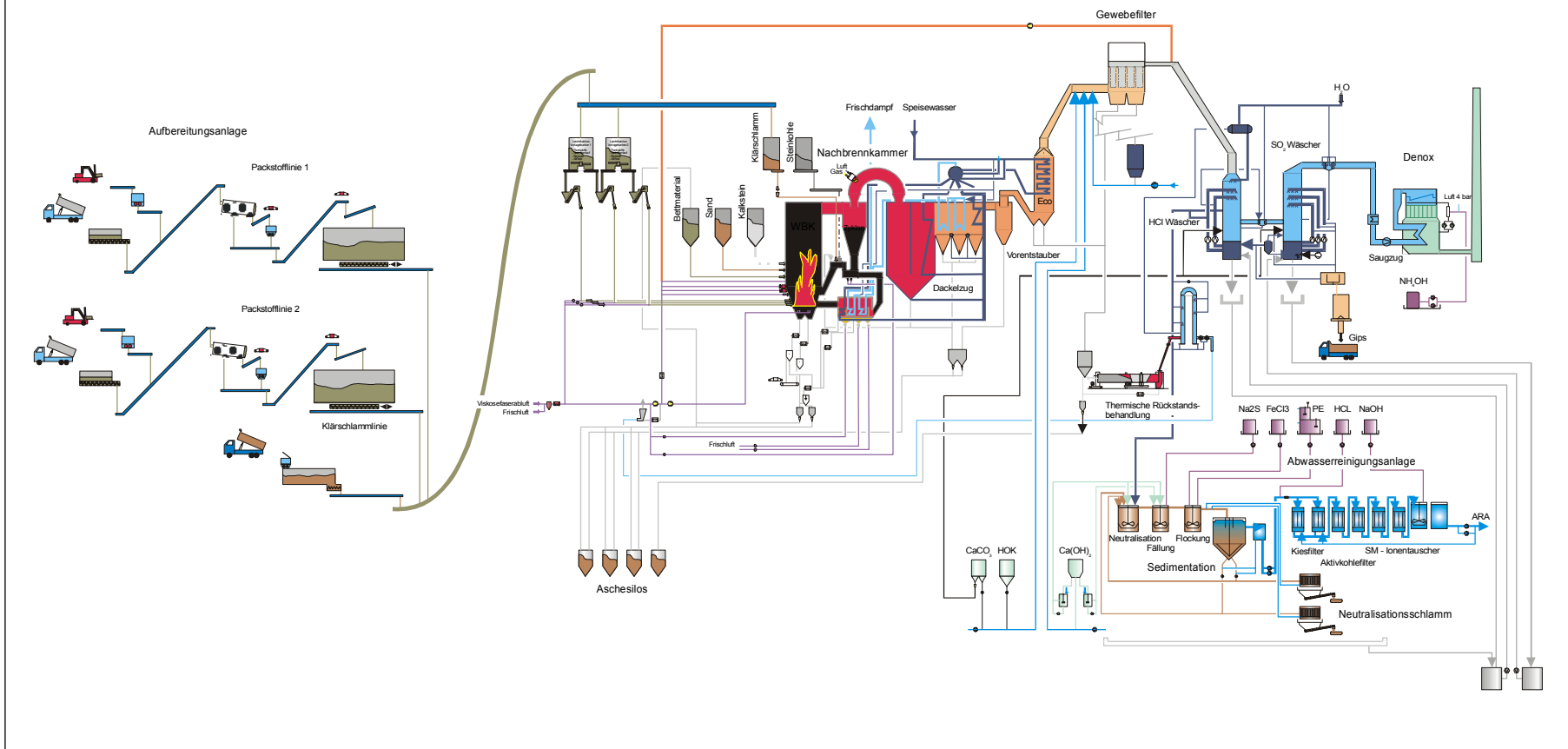


Abbildung 12: Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL (Quelle: Schnopp 2007).



## Übernahme, Aufbereitung und Lagerung

In der Abfallverbrennungsanlage AVE-Reststoffverwertung Lenzing werden folgende Abfälle verbrannt:

- Packstoffe aus der getrennten Sammlung,
- Rejekte,
- Althölzer, vor allem kontaminiert, und
- Klärschlamm.

Ca. 40 % der Abfälle werden mit der Bahn in Ballen angeliefert und in einer Anlieferhalle entladen, rund 60 % der Abfälle werden per LKW angeliefert. Jedes Fahrzeug wird gewogen und mittels Magnetkarte erfasst.

Angelieferte Abfälle wie Packstoffe, Rejekte, Leichtfraktion und Altholz werden vom Anlieferer deklariert. Vom Betreiber werden sie stichprobenartig kontrolliert, zerkleinert und in zwei Tagesbunkern (Vorlagebehälter) zwischengelagert, die sich in unmittelbarer Nähe des Kessels befinden. Die Aufgabe der Abfälle in die Zerkleinerungsanlage, die Verteilung in den Tagesbunkern und der Austrag aus den Tagesbunkern werden mit dem Ziel einer guten Homogenisierung durchgeführt.

Klärschlamm wird direkt in zwei Vorlagen mit Austragsboden abgekippt und in einem Klärschlammsilo zwischengelagert. Der Klärschlamm ist in der Regel stabilisiert und wird wenige Stunden nach der Anlieferung verbrannt.

Der Transport aus der Aufbereitungshalle zum Kesselhaus erfolgt für beide Abfallarten periodisch mit einem Rohrgurtförderer.

Tabelle 81: In der Abfallverbrennungsanlage Lenzing verbrannte Abfälle (Quelle: Schnopp 2007).

Abfall (t/a)	2002	2003	2004	2005	2006
Klärschlamm	43.673	47.982	59.431	59.431	54.209
Altholz	11.043	10.551	7.362	3.081	1.101
Leichtfraktion + Rejekte	162.058	157.890	230.254	239.828	247.045
<b>Summe (abzüglich Schrott)</b>	<b>215.062</b>	<b>214.764</b>	<b>295.038</b>	<b>299.552</b>	<b>300.252</b>

## Abfalleintrag

Zerkleinerte Abfälle wie Kunststoffe, Rejekte, Siebüberlauf und Altholz können mit drei pneumatischen Förderern aus den beiden Vorlagebehältern in die Feuerung eingebracht werden.

Für Klärschlamm steht eine eigene Förderlinie mit einer Stopfschnecke als Dosierorgan zur Verfügung.

Für Öl und Erdgas sind Brenner und Öllanzen vorgesehen.

Kohle kann über eine eigene Dosieranlage der Feuerung zugeführt werden.



## Feuerung und Verbrennungsluftversorgung

Die maximale Brennstoffwärmeleistung der Anlage beträgt als Dauerlast rund 110 MW. Die Anlage ist für die Behandlung von Abfällen mit einem Mischheizwert von 6,5–29 MJ/kg ausgelegt. In Abhängigkeit vom Heizwert der eingesetzten Abfallmischungen variiert der Abfalldurchsatz, der durch die thermische Leistung definiert ist, zwischen 7 t/h und 60 t/h. Als Anfahr- und Stützbrennstoffe kommen Heizöl, Erdgas und Kohle zum Einsatz.

Die Feuerung der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL ist als zirkulierende Wirbelschicht ausgebildet und besteht im Wesentlichen aus folgenden Aggregaten:

- ungekühlter **Feuerraum** mit zirkulierender Wirbelschicht, d. h. pneumatischem Austrag von Bettmaterial aus dem Feuerraum zufolge der hohen Gasgeschwindigkeiten;
- **Zyklon** zur Abscheidung des ausgetragenen Bettmaterials;
- **Bettmaterialrückführung mit Tauchtopf und Fließbettkühler**;
- **Nachbrennkammer**.

Als Bettmaterial kommt Quarzsand zum Einsatz. Die Abfälle werden im unteren Teil der Brennkammer homogen ins Bettmaterial eingemischt und mit der Verbrennungsluft durch den Feuerraum transportiert. Die Abluft aus der Viskosefaserproduktion, die als Verbrennungsluft verwendet wird, weist hohe Konzentrationen von schwefelhaltigen Verbindungen auf, sodass Kalkstein zur Einbindung von SO<sub>2</sub> kontinuierlich zudosiert wird.

Der zirkulierende Wirbelschichtreaktor ist im unteren Bereich konisch, im oberen Bereich zylindrisch geformt und wird nicht gekühlt. Er verfügt über einen offenen Düsenboden mit unterhalb der Düsen liegenden Trichtern und Kühlschnecken für den kontinuierlichen Austrag von Bettmaterial. Grobteile werden mittels Vibrationsieb, Eisenmetalle mittels Überbandmagnetabscheider aus dem abgezogenen Bettmaterial abgetrennt. Das gereinigte Bettmaterial wird in einem eigenen Silo zwischengelagert und in die Wirbelschichtfeuerung zurückgeführt.

Aufgrund der hohen Gasgeschwindigkeiten im Reaktor kommt es in der zirkulierenden Wirbelschicht zum Austrag von Bettmaterial mit den Rauchgasen. Das mitgerissene Bettmaterial wird im nachfolgenden Zyklon aus den Rauchgasen abgeschieden und in den Feuerraum zurückgeführt. Die Rückführung des Bettmaterials in den Feuerraum erfolgt zum einen Teil über den siphonartigen Tauchtopf. Zum anderen Teil wird parallel dazu eine geregelte Menge des Bettmaterials über einen Fließbettkühler zurückgeführt, in dem neben Verdampferheizflächen auch die Wärmetauscherbündel zur Endüberhitzung des erzeugten Dampfes angeordnet sind.

Die aus dem Zyklon austretenden Rauchgase gelangen in die in Form eines Bogens bzw. Halbkreises ausgeführte Nachbrennkammer und werden dort vollständig ausgebrannt. Am Anfang des Bogens befindet sich ein Stützbrenner auf Basis von Erdgas. Wird die vorgeschriebene Verweilzeit der Rauchgase bei Temperaturen oberhalb von 850 °C von zwei Sekunden, bezogen auf die Stelle der letzten Eindüsung von Verbrennungsluft, nicht eingehalten, wird die Abfallzufuhr in den Feuerraum automatisch gestoppt und dieser Stützbrenner händisch gezündet.

Als Verbrennungsluft wird hauptsächlich Abluft der benachbarten Viskosefaserproduktion verwendet, die Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) und Schwefelkohlenstoff (CS<sub>2</sub>) enthält. Abluft aus der Abfallaufbereitung und Lagerung wird in Gewebefiltern entstaubt und abgeleitet.



Die Verbrennungsluft wird über den Düsenboden, über zwei Sekundärluftebenen und einige prozessbedingte Stellen wie pneumatische Förderer und Fluidisierungsböden im Aschekreislauf in den Feuerraum eingeblasen.

Die Dosierung der einzelnen Abfälle, der zugefeuerten Brennstoffe und der Verbrennungsluft wird über eine Feuerungsleistungsregelung gesteuert. Der Luft- und Brennstoffbedarf wird online errechnet. Die wichtigsten Größen wie Heizwert und Luftbedarf werden automatisch aus den Prozessdaten errechnet und den verfeuerten Abfällen angepasst.

### **Abhitzeessel und Energienutzung**

Die aus der Nachbrennkammer austretenden Rauchgase durchströmen einen vertikalen Leerzug und einen vertikalen Kesselzug mit Verdampferheizflächen. Anschließend gelangen sie in einen Dackelzug (Kesselquerzug), in dem Verdampfer- und Überhitzerheizflächen angebracht sind. Nach Passieren der Multizyklone dienen die Rauchgase im Economizer-Zug der Speisewasservorwärmung.

Dampfseitig ist der Kessel zur Abfallverbrennung (interne Bezeichnung: 1K8) in das Energiesystem der Lenzing AG eingebunden. Speisewasser wird aus dem bestehenden Speisewassersystem der Lenzing AG bezogen. Beim Abhitzeessel handelt es sich um einen Naturumlaufkessel. Die Endüberhitzung des erzeugten Dampfes erfolgt im Fließbettkühler. Aufgrund der Erosionswirkung des kontinuierlich an ihnen vorbeigeführten heißen Bettmaterials sowie aufgrund des auch dampfseitig vorherrschenden hohen Temperaturniveaus im Endüberhitzer sind die Wärmetauscherflächen des Fließbettkühlers starker Abzehrung ausgesetzt und müssen in regelmäßigen Abständen erneuert werden.

Der in der Abfallverbrennungsanlage erzeugte Frischdampf hat ungefähr 74 bar und 485 °C und wird über Turbinen der Lenzing AG verstromt. Der überwiegende Anteil des Dampfes wird bei 4 bar entnommen und als Prozessdampf in der Lenzing AG eingesetzt. Der Bedarf an Prozessdampf beträgt ein Mehrfaches des Abfallkessels und besteht ganzjährig, sodass zur Sicherstellung des Prozessdampfbedarfes der Lenzing AG an diesem Standort auch ein weiterer Wirbelschichtkessel, zwei Ablaagekessel und ein öl- und gasgefeuerter Reservekessel betrieben werden.

### **Rauchgasreinigung**

*Multizyklone:* Dem Economizer vorgeschaltet sind Multizyklone, in denen ein Großteil der Flugasche in einem ersten Entstaubungsschritt aus dem Rauchgas abgeschieden wird. Ein Teilstrom der in den Zyklonen abgeschiedenen Flugasche wird in die Brennkammer rezirkuliert, um den Gehalt flüchtiger Bestandteile in der Asche weiter zu verringern und einen größeren Anteil des Aluminiums, das zum Teil in metallischer Form in der Zyklonasche vorliegt, zu oxidieren.

*Gewebefilter mit Trockensorption:* Die trockene Rauchgasreinigungsanlage ist als Flugstromadsorber mit nachfolgendem Gewebefilter ausgeführt. Kalk, Kalkstein und Aktivkoks können in die Anströmleitung des Gewebefilters dosiert werden. Abgeschiedene Gewebefilterasche wird teilweise rezirkuliert. Die Abgastemperaturen werden durch den Kessel auf eine konstante Temperatur von ca. 160 °C geregelt. Die trockene Rauchgasreinigung dient zur Entstaubung, Schwermetallabscheidung und Vorabscheidung saurer Bestandteile des Abgases wie HCl, HF und SO<sub>2</sub>.



**Nasse Rauchgasreinigung:** Die nasse Rauchgasreinigung besteht aus einem Gleichstromwäscher mit saurem Umlaufwasser, einem Gegenstromwäscher mit Gips suspension sowie jeweils einem Tropfenabscheider nach jedem Wäscher. Die erste Stufe dient zur Abscheidung saurer Bestandteile des Abgases wie HCl, HF und SO<sub>3</sub> und flüchtiger Schwermetalle, die zweite zur Abscheidung von SO<sub>2</sub>. Die Gips suspension wird im Teilstrom entwässert. Die Abwässer aus beiden Wäschern werden in die Abwasserbehandlungsanlage ausgeschleust. Gereinigtes Abwasser wird in die erste Stufe teilweise rückgeführt. Als Neutralisationsmittel wird Kalkstein trocken eingeblasen.

**Katalytische Rauchgasreinigung:** Die katalytische Rauchgasreinigung ist in Reingas schaltung ausgeführt und dient zur Reduktion von NO<sub>x</sub> und zur Oxidation von organischen Luftschadstoffen wie Dioxinen und Furanen. Nach Verlassen des zweiten Wäschers wird das Rauchgas mittels eines Hochdruckdampf-Vorwärmers und eines Gas-Gas-Wärmetauschers wiederaufgeheizt. Vor Eintritt in den katalytischen Reaktor wird dem Rauchgasstrom wässrige Ammoniaklösung zugeführt.

Die gesamte Anlage ist im Sinne des vorbeugenden Umweltschutzes ausgelegt, das heißt die einzelnen Anlagenteile sind so dimensioniert und aufeinander abgestimmt, dass bei Auftreten der höchsten bekannten Schadstofffrachten der eingesetzten Abfälle die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden können.

Die Rauchgase aus dem Abfallverbrennungskessel (1K8) werden gemeinsam mit den Rauchgasen aus zwei weiteren Kesseln (1K6 und 1K7) über einen gemeinsamen, 160 m hohen Kamin in die Umgebung entlassen. Die Emissionsmessstellen für Luftschadstoffe im Rauchgas des Abfallverbrennungskessels befinden sich vor der Stelle der Vermischung mit den Rauchgasen der anderen Kessel.

Emissionsmesswerte der AVE RVL sind in Tabelle 82 dargestellt.

Tabelle 82: Emissionen in die Atmosphäre der RV-Lenzing (WIEDEMANN 2000).

Parameter	Einheit	Betriebswerte (HMW) im Durchschnitt <sup>1)</sup>
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	0,07
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	1
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	0,02
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	10
Σ KW	mg/Nm <sup>3</sup>	1
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	2
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	35
Σ Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,005
Cd+Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,0006
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,004
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	0,55
PCDD+PCDF (I-TEQ)	ng/Nm <sup>3</sup>	0,05

<sup>1)</sup> Halbstundenmittelwerte bezogen auf trockenes Rauchgas bei Normbedingungen (0 °C und 1,013 bar) und einem Bezugssauerstoffgehalt von 11 Volumsprozent O<sub>2</sub>.

## Abwasseraufbereitung

Die Abwasserbehandlungsanlage besteht aus Neutralisation, Fällung, Flockung, Sedimentation und einer Nachbehandlung durch Kiesfilter, Ionenaustauscher sowie Aktivkohlefilter. Zur Neutralisation wird Kalkmilch eingesetzt.

## Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung

Die Anlage verfügt über einen Drehrohrofen zur thermischen Nachbehandlung der Gewebefilterasche mit nachfolgendem Rauchgaswäscher. Diese Rückstandsbehandlungsanlage für Gewebefilterasche befindet sich jedoch nicht in Betrieb.

Nach STUBENVOLL et al. (2002) fallen folgende Abfälle beim Gesamtprozess an:

- Bettasche: Grobkörnige Asche und im Wirbelbett absinkende Störstoffe (z. B. Eisenteile und Steine), die über ein Grobsieb und einen Magnetabscheider abgetrennt werden;
- Grobasche: Überlauf des Grobsiebes der Bettasche;
- Eisenschrott: mit Magnetabscheidern aus der Bettasche abgeschiedene Stoffe;
- Vorentstauberasche: Feinasche mit einer Korngröße zwischen 40 und 100 µm, die in der Zyklonbatterie im Temperaturbereich zwischen 900 und 400 °C abgeschieden wird. Zusätzlich kann Feinasche über den Sichter im Aschekreis der Feuerung abgezogen werden;
- Eco- und Gewebefilterasche: Feinstasche (Korngröße < 40 µm), welche im Rauchgaszug nach der Vorentstaubung im Temperaturbereich zwischen 400 und 160 °C und in der trockenen Rauchgasreinigung anfällt. Der Masseanteil der Feinstasche macht weniger als 30 % der Gesamtasche aus, sie enthält aber den überwiegenden Teil der flüchtigen Schwermetalle und der PCDD/F-Fracht.
- Neutralisationsschlamm aus der Abwasserbehandlungsanlage: in Kammerfilterpressen entwässerter anorganischer Schlamm;
- Gips: im Suspensionswäscher anfallender und in einer Zentrifuge entwässerter Gips.

Die Bett-, Grob- und Vorentstauberaschen werden ausgestuft und auf einer Massenabfalldeponie abgelagert. Eco- und Gewebefilterasche bzw. Neutralisationsschlamm werden seit 1998 in den Untertageversatz nach Deutschland gebracht.

## Anlagenverfügbarkeit

Betriebsstunden ca. 7.800 bis 7.900 Stunden pro Jahr.

## 5.10 In Bau bzw. in Planung befindliche Anlagen

### 5.10.1 Anlage MVA Pfaffenua

Derzeit wird in Wien-Simmering die Müllverbrennungsanlage Pfaffenua mit einer Kapazität von 250.000 t/a an nicht gefährlichen Abfällen errichtet. Inbetriebnahme und Probetrieb sind für Anfang 2008 geplant, der Vollbetrieb soll im September 2008 aufgenommen werden. Die Anlage wird im Auftrag der Wiener Kommunal-Umweltschutzprojektgesellschaft (WKU) errichtet und voraussichtlich von der Fernwärme Wien (FWW) betrieben werden.



Das Anlagenkonzept der MVA Pfaffenau sieht im Wesentlichen folgende Aggregate vor:

- **Sperrmüllbunker** mit Rotorschere zur Zerkleinerung des Sperrmülls, Fassungsvermögen 3.000 m<sup>3</sup>;
- Gemeinsamer **Müllbunker** für beide Linien, Fassungsvermögen 15.000 m<sup>3</sup>;
- **Rostfeuerung** (zwei Linien);
- **Abhitzeessel** zur Erzeugung von überhitztem Dampf (Parameter: 40 bar, 400 °C);
- **KWK-Anlage** zur Erzeugung von Strom und Fernwärme;
- mehrstufige **Rauchgasreinigungsanlage**, für beide Linien getrennt, jeweils bestehend aus Elektrofilter, zwei Rauchgaswäschern, Aktivkoksfilter, SCR in Reingasschaltung;
- mehrstufige **Abwasserreinigungsanlage (ARA)**.

Wesentliche projektierte Eckdaten der Abfallverbrennungsanlage Pfaffenau sind in Tabelle 83 dargestellt.

Tabelle 83: *Projektierte Daten der MVA Pfaffenau (UVP-Datenbank; KAISER 2007).*

<b>Müllverbrennungsanlage Pfaffenau</b>	
<b>Allgemeine Angaben</b>	
Voraussichtlicher Betreiber	Fernwärme Wien
Baubeginn	2005
Voraussichtliche Inbetriebnahme	2008
Technologien	Rostfeuerung
Anzahl Linien	2
Betriebsstunden pro Linie	ca. 7.800 h/a
<b>Input</b>	
Abfalldurchsatz pro Stunde	2 x 16 t/h
Abfalldurchsatz pro Jahr	ca. 250.000 t/a
Durchschnittlicher Heizwert des Abfalls	9 MJ/kg
<b>Energie</b>	
Brennstoffwärmeleistung	2 x 40 MW
Frischdampfproduktion	2 x 47,8 t/h
Frischdampfparameter	400 °C, 40 bar
Stromerzeugung (Lieferung ins Netz)	ca. 65 GWh/a
Fernwärmeerzeugung (Lieferung ins Netz)	ca. 410 GWh/a
<b>Output</b>	
max. Rauchgasmenge am Kamin (feucht)	2 x 90.000 Nm <sup>3</sup> /h
Schlacke	ca. 60.000 t/a
Eisenschrott	ca. 6.000 t/a
Rückstände (Summe aus Kessel- und Filterasche, Gips, Filterkuchen, Altkoks)	ca. 8.000 t/a

Mittels LKW werden die Abfälle angeliefert. Siedlungsabfall wird direkt in den Müllbunker entladen, während Sperrmüll in einen separaten Sperrmüllbunker angeliefert und erst nach Zerkleinerung mittels Rotorschere in den Müllbunker eingebracht wird. Zwei Greiferkräne dienen der Vorvermischung der Abfälle im Müllbunker und geben die Abfälle in die Aufgabeschuppen der beiden Verbrennungslinien auf.

Die Abfälle werden in zwei parallelen, identischen MVA-Linien mit Rostfeuerung verbrannt. Aus der über Nassentschlacker ausgetragenen Schlacke werden Eisenmetalle per Magnetabscheider abgetrennt und der stofflichen Verwertung zugeführt. Die Schlacke wird im Schlackebunker zwischengelagert.

Den Rostfeuerungen sind jeweils Abhitzekessel nachgeschaltet, die in Volllast je 16 t/h an überhitztem Wasserdampf (Parameter: 40 bar, 400 °C) erzeugen. Der Dampf wird verstromt und zur Erzeugung von Fernwärme genutzt. Die aus dem Kessel abgeschiedene Asche wird in einem Aschesilo zwischengelagert.

Jede Verbrennungslinie verfügt über eine eigene Rauchgasreinigungsanlage, in der die Rauchgase zuerst mittels Elektrofilter entstaubt werden. Die im Elektrofilter abgeschiedene Filterasche kann – falls erforderlich – getrennt von der Kesselasche in einem separaten Aschesilo zwischengelagert werden. Anschließend werden in einem ersten Wäscher saure Schadgase und Schwermetalle abgetrennt, im zweiten Wäscher wird SO<sub>2</sub> in Form von Gips abgeschieden. In weiterer Folge passieren die Rauchgase einen Aktivkohlefilter, in dem flüchtige Schwermetalle und organische Schadstoffe wie etwa PCDD/PCDF abgeschieden werden. Nach Zudosierung von wässriger Ammoniaklösung werden Stickoxide in der SCR-Anlage abgebaut, bevor die gereinigten Rauchgase in die Umgebung entlassen werden.

Die einzuhaltenden Grenzwerte gemäß behördlichem Bescheid bzw. gemäß AVV sind in Tabelle 84 und Tabelle 85 dargestellt.

Tabelle 84: Emissionsgrenzwerte der Abfallverbrennungsanlage Pfaffenau für Luftschadstoffe (nach Bescheid) – Teil 1 von 2.

	Halbstundenmittelwert	Tagesmittelwerte
	mg/Nm <sup>3</sup> (trocken, 11 % O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup> (trocken, 11 % O <sub>2</sub> )
HCl	7	10 <sup>1)</sup>
HF	0,3	0,5 <sup>1)</sup>
SO <sub>2</sub>	20	50 <sup>1)</sup>
NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	70	70 <sup>1)</sup>
C <sub>org</sub>	8	10 <sup>1)</sup>
Staub	8	10 <sup>1)</sup>
Hg	0,05 <sup>1)</sup>	0,05 <sup>1)</sup>
CO	100 <sup>1)</sup>	50 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> gemäß AVV



Tabelle 85: Emissionsgrenzwerte der Abfallverbrennungsanlage Pfaffenau für Luftschadstoffe (nach Bescheid) – Teil 2 von 2.

<b>Mittelwerte über 0,5–8 h</b>	
CO (8 h-Mittelwert)	50 mg/Nm <sup>3</sup>
Staub (8 h-Mittelwert)	5 mg/Nm <sup>3</sup>
Cd + TI	0,02 mg/Nm <sup>3</sup>
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	0,5 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>1)</sup>
NH <sub>3</sub>	5 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>1)</sup>
<b>Mittelwerte über 6–8 h</b>	
PCDD/PCDF	0,1 ng/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>
<b>Mittelwerte über 3–16 h</b>	
PAK	0,01 mg/Nm <sup>3</sup>
Benzo(a)pyren	0,1 µg/Nm <sup>3</sup>
PCB	0,1 ng/Nm <sup>3</sup>

<sup>1)</sup> gemäß AVV

Die Abwässer aus der zweistufigen Nasswäsche werden in einer internen Abwasserbehandlungsanlage gereinigt und in die nahe gelegene Hauptkläranlage der Stadt Wien eingeleitet. Der in der Schlammmentwässerung anfallende Filterkuchen wird in Transportmulden abgeworfen und zur Endlagerung in Untertagedeponien verbracht.

### 5.10.2 Anlage AVN Dürnrrohr Linie 3

Die Kapazität der thermischen Abfallbehandlungsanlage AVN Dürnrrohr soll um eine weitere, dritte Linie erweitert werden. Im Unterschied zu den zwei bestehenden Linien à 60 MW Brennstoffwärmeleistung soll die dritte Linie eine Kapazität von 90 MW Brennstoffwärmeleistung aufweisen. Damit würde sich der gesamte Abfalldurchsatz des Standortes von derzeit 300.000 t/a auf 525.000 t/a erhöhen. Abgesehen vom größeren Abfalldurchsatz entspricht die geplante dritte Linie in technologischer Hinsicht den bereits bestehenden Linien 1 und 2.

Das Anlagenkonzept sieht folgende wesentlichen Aggregate für Linie 3 der Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnrrohr vor:

- gemeinsamer **Müllbunker** mit den Linien 1 und 2;
- **Rostfeuerung** mit Vorschubrost;
- **Abhitzeessel** ausgelegt für die Erzeugung von überhitztem Wasserdampf (400 °C, 50 bar) und eine maximale Dampfproduktion von 106 t/h;
- **Rauchgasreinigungsanlage** bestehend aus Gewebefilter mit Trockensorption, zweistufiger Rauchgaswäsche und katalytischer Rauchgasreinigungsanlage (SCR) in Reingasschaltung;
- gemeinsame mehrstufige **Abwasserbehandlungsanlage** mit den Linien 1 und 2;
- gemeinsame Nutzung des bestehenden **Dampfverteilsystems**.

Verfahrenstechnische Details zu den Aggregaten können Kapitel 5.4 entnommen werden.

Die geplante Anlagenerweiterung bedingt einen Umbau des Anlieferungsbereiches und des Müllbunkers samt Krananlage, die von allen drei MVA-Linien gemeinsam genutzt werden sollen.

Das bestehende Dampfverteilsystem zwischen AVN Dürnrohr und dem benachbarten Kraftwerk Dürnrohr (Block 2) soll durch eine weitere Turbine, die „Energieverwertungszentrale 2 (EVZ 2)“, ergänzt werden. Bei Stillstand des Kraftwerksblocks 2 kann der in der Abfallverbrennungsanlage erzeugte Dampf in der EVZ 2 verstromt werden.

Das Vorhaben befindet sich derzeit im UVP-Verfahren. Allgemeine Daten der Linie 3 sind Tabelle 86, jene der Energieverwertungszentrale 2 sind Tabelle 87 zu entnehmen.

*Tabelle 86: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage AVN, Dürnrohr Linie 3 (Anlagenbetreiber).*

<b>Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnrohr Linie 3</b>	
<b>Allgemeine Angaben</b>	
Betreiber	AVN
Aktueller Status	UVP-Verfahren
Technologien	Rostfeuerung
Betriebsstunden der Linie 3	ca. 8.000 h/a
<b>Input</b>	
Abfalldurchsatz pro Stunde	38 t/h
Abfalldurchsatz pro Jahr	ca. 225.000 t/a
Durchschnittlicher Heizwert des Abfalls	10 MJ/kg
<b>Output</b>	
max. Rauchgasmenge am Kamin (trocken)	190.000 Nm <sup>3</sup> /h
Schlacke	ca. 54.450 t/a
Kesselasche	ca. 5.738 t/a
Filterasche	ca. 6.638 t/a
Filterkuchen	ca. 303 t/a
Eisenschrott	ca. 6.075 t/a
Gips	ca. 529 t/a
<b>Energie</b>	
Brennstoffwärmeleistung	90 MW
max. Frischdampfproduktion	106 t/h
Frischdampfparameter	380 °C, 50 bar



Tabelle 87: *Projektierte Daten der Energieverwertungszentrale (EVZ) 2 (Einreichunterlagen zur UVP).*

<b>Energieverwertungszentrale 2 (EVZ 2)</b>	
	<b>Output</b>
max. Schluckvermögen der Turbine	150 t/h
max. Generatorleistung	35,5 MW
max. Dampfantnahme	70 t/h

### 5.10.3 Anlage A.S.A. Zistersdorf

Für die von der Firma A.S.A. geplante Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf liegt seit dem Jahr 2000 ein gültiger Genehmigungsbescheid vor. Durch den geplanten Eigentümerwechsel aber auch beeinflusst von dem Umstand, dass etwa zeitgleich die in geringer Entfernung von Zistersdorf geplante Abfallverbrennungsanlage der AVN in Dürnrohr einen positiven Genehmigungsbescheid erhielt, wurde das Bauvorhaben Zistersdorf nicht in Angriff genommen. Nach erfolgtem Eigentümerwechsel und angesichts der Tatsache, dass der erteilte Genehmigungsbescheid nur noch bis Ende des Jahres Gültigkeit besitzt, wurde beschlossen, die Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf nun zu errichten (VEÖ Journal 10/2006). Der Antrag der A.S.A. im Jahre 2003 auf Änderung der Anlage wurde im Jahre 2004 genehmigt. Der neue Eigentümer beschloss im Jahre 2006 die Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf zu errichten.

Die Abfallverbrennungsanlage soll rund 120.000 t/a Siedlungsabfälle und etwa 10.000 t/a Klärschlamm verbrennen. Die allgemeinen Daten des Projektes Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf können Tabelle 88 entnommen werden.

Tabelle 88: *Projektierte Daten der Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf (WURIAN, 2007).*

<b>Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf</b>	
Betreiber	A.S.A. Abfallservice Zistersdorf GmbH
Technologie	Rostfeuerung
Anzahl der Linien	1
Abfalldurchsatz	130.000 t/a
Brennstoffwärmeleistung	46 MW
Vollastbetriebsstunden	7.500 h/a
Baubeginn	Jänner 2007
geplante Inbetriebnahme	Beginn 2009

Das Anlagenkonzept der Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf sieht im Wesentlichen folgende Anlagenkomponenten vor:

- **Müllbunker**;
- **Rostfeuerung** (eine Linie) mit wassergekühltem, geneigtem Vorschubrost;
- **Abhitzeessel** zur Dampferzeugung mit drei vertikalen und einem horizontalen Kesselzug und **Verstromung** des Dampfes;



- **Rauchgasreinigungsanlage**, bestehend aus einem turbulenten Wirbelschichtreaktor mit Additiveindüsung (Natriumbicarbonat, Aktivkoks), Mehrkammer-Gewebe- filter und einer SCR-Anlage (Ammoniakindüsung, statischer Mischer);

Rauchgasreinigungsrückstände aus dem Gewebefilter werden getrennt erfasst und in eine Untertagedeponie verbracht, die Rostschlacke wird obertägig deponiert.

In Tabelle 89 sind die per Bescheid festgesetzten Grenzwerte für Luftschadstoffe angeführt und den Grenzwerten gemäß LRV-K und AVV gegenübergestellt.

Tabelle 89: Grenzwerte der Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf – Angaben bezogen auf trockenes Rauchgas und 11 Volumsprozent O<sub>2</sub> (WURIAN, 2007).

Parameter	Einheit	Grenzwert lt. Bescheid <sup>60</sup>	Ehemaliger Grenzwert laut LRV-K <sup>61</sup>	Grenzwert gemäß AVV <sup>62, 63</sup>
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	8	15	10
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	7	10	10
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	0,3	0,7	0,7
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	20	50	50
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	50	50	100
NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	70	100	100 <sup>64</sup>
Zn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,5	2	–
∑ As+Co+Ni	mg/Nm <sup>3</sup>	–	0,5	–
∑ Sb+As+Pb+Cr+Co+ Cu+Mn+Ni+V+Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	0,5	–	0,5 <sup>65</sup>
Cd	mg/Nm <sup>3</sup>	0,01	0,05	0,05 <sup>66</sup>
Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0,025	–	0,05 <sup>67</sup>
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,05	0,05	0,05
C <sub>org</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	8	20	10
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	5	–	5 <sup>68</sup>
PCDD + PCDF	ng/Nm <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1 <sup>69</sup>

<sup>60</sup> Grenzwerte gemäß Genehmigungsbescheid der MVA Zistersdorf aus dem Jahre 2004

<sup>61</sup> Ehemals gültige Grenzwerte gemäß LRV-K § 18 für Anlagen mit einem Durchsatz > 15.000 kg/h [mg/Nm<sup>3</sup>]

<sup>62</sup> Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen gemäß Abfallverbrennungsverordnung (AVV), Anlage 1

<sup>63</sup> Wenn nicht anders vermerkt, handelt es sich bei den angegebenen Grenzwerten gemäß AVV um Halbstundenmittelwerte (HMW).

<sup>64</sup> NO<sub>x</sub>-Grenzwert für Neuanlagen mit einem Durchsatz von > 6 t/h Abfall

<sup>65</sup> Mittelwert über 0,5–8 Stunden

<sup>66</sup> Mittelwert über 0,5–8 Stunden

<sup>67</sup> Mittelwert über 0,5–8 Stunden

<sup>68</sup> Mittelwert über 0,5–8 Stunden

<sup>69</sup> Mittelwert über 6–8 Stunden



Der Kesselwirkungsgrad gemäß Auslegungsrechnung wird mit 86,6 % zu Beginn bzw. mit 85,3 % am Ende der Reisezeit erwartet. Der erzeugte Dampf wird zur Stromerzeugung genützt, eine Wärmeauskopplung findet laut Angaben der Betreiber nicht statt (WURIAN 2007). Aufgrund der mangelnden Infrastruktur und der geringen Besiedlungsdichte in der Umgebung des Anlagenstandortes stehen Abnehmer für Prozessdampf oder Fernwärme nicht in ausreichender Menge zur Verfügung. Dadurch erreicht die Anlage einen sehr geringen Gesamtwirkungsgrad. Bis zu zwei Drittel der über die Abfälle in die Anlage eingebrachten Energie können nicht genutzt werden und werden als Abwärme an die Umgebung abgegeben.

#### 5.10.4 Anlage BEGAS Heiligenkreuz

Die Burgenländische Erdgasversorgungsgesellschaft m.b.H. (BEGAS) beabsichtigt im Industriegebiet Heiligenkreuz, Bezirk Jennersdorf, eine Anlage zur thermischen Reststoffverwertung zu errichten (VEÖ Journal 10/2006). Die Konzeption dieser Anlage erfolgte in Abstimmung mit der im Heiligenkreuzer Wirtschaftspark ansässigen Lenzing Fibers GmbH. Die Anlage soll rund 200.000 t/a an Abfällen, entsprechend einer Brennstoffwärmeleistung von 80 MW, verbrennen. Die Inbetriebnahme ist für 2010 geplant, das UVE-Verfahren wurde noch nicht eingeleitet.

Projektierte Angaben zur Anlage BEGAS Heiligenkreuz sind in Tabelle 90 dargestellt.

Tabelle 90: *Projektierte Daten der Abfallverbrennungsanlage BEGAS Heiligenkreuz (VEÖ Journal 10/2006, NEUBACHER 2006).*

<b>R1-H Reststoffverwertung Heiligenkreuz</b>	
Betreiber	BEGAS – Kraftwerk GmbH
Anlagenstandort	Heiligenkreuz
Technologie	Wirbelschicht
Anzahl der Linien	1
Brennstoffwärmeleistung	90 MW
Abfalldurchsatz	ca. 28 t/h
Verwendung des Dampfes	KWK Prozessdampf für Lenzing Fibers
Betriebsstunden je Linie	7.884 h/a
Abgasreinigung	Fliehkraftentstauber, Sorption, Gewebefilter, Katalysator (abwasserfrei)
beabsichtigte Inbetriebnahme	2010

#### 5.10.5 Anlage MMK Frohnleiten

Die Mayr-Melnhof Karton Gesellschaft m.b.H (MMK) plant die Errichtung einer Abfallverbrennungsanlage (Neue Energiezentrale 2009) mit Kraft-Wärme-Kopplung an ihrem Firmensitz in Frohnleiten, Steiermark (VEÖ Journal 10/2006). Ziel ist es, die Energieversorgung dieses Standortes weitgehend mit Abfällen abzudecken. Die Anlage soll betriebseigene Reststoffe aus der Altpapieraufbereitung und Abwasserreinigung sowie extern aufbereitete Ersatzbrennstoffe von regionalen Vertragspartnern verbrennen und damit den derzeitigen fossilen Brennstoff Erdgas ersetzen. Die Brennstoffwärmeleistung der Abfallverbrennungsanlage soll 2 x 80 MW, ihre elektrische Leistung 32 MW betragen. Die Inbetriebnahme ist für 2010 geplant, das UVE-Verfahren wurde noch nicht eingeleitet.

Projektierte Daten zur Anlage MMK Frohnleiten sind in Tabelle 91 dargestellt.

*Tabelle 91: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage MMK Frohnleiten (VEÖ Journal 10/2006, NEUBACHER 2006).*

<b>EZ MMK Energiezentrale Mayr-Melnhof Karton</b>	
Betreiber	Mayr-Melnhof Karton GmbH
Anlagenstandort	Frohnleiten
Technologie	Zirkulierende Wirbelschicht
Anzahl der Linien	2
Brennstoffwärmeleistung	2 x 80 MW
Abfalldurchsatz	ca. 50 t/h
Verwendung des Dampfes	KWK Prozessdampf für Kartonfabrik und Fernwärmeauskopplung
Betriebsstunden je Linie	8.000 h/a
Abgasreinigung	Fliehkraftentstauber, Flugstromadsorber, Gewebefilter, zwei Wäscher samt Abwasserbehandlung, Katalysator
beabsichtigte Inbetriebnahme	2009/2010

### 5.10.6 Anlage Linz Strom GmbH

Die Linz AG plant die Errichtung einer Abfallverbrennungsanlage am Standort Linz, in der regional anfallende heizwertreiche Abfälle und Klärschlamm in einer Wirbelschichtanlage verbrannt werden. Die Abwärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung wird in das Linzer Fernwärmenetz eingespeist werden. In den Sommermonaten soll, wenn nicht die gesamte Wärme ins Fernwärmenetz eingespeist werden kann, die Turbine im Kondensationsbetrieb betrieben werden. Die nicht genutzte Wärme wird mit dem Kühlwasser abgeführt werden, wobei auch die Installation eines Kühlturmes geplant ist. Das UVP-Verfahren wurde eingeleitet.

*Tabelle 92: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage der Linz Strom GmbH (WACHTER 2007).*

<b>RHKW Reststoffheizkraftwerk Linz</b>	
Betreiber	Linz Strom GmbH
Anlagenstandort	Linz
Technologie	Wirbelschicht
Anzahl der Linien	1
Brennstoffwärmeleistung	66 MW
Abfalldurchsatz	ca. 21 t/h
Verwendung des Dampfes	KWK Stromerzeugung und Einspeisung in das Fernwärmenetz Linz
Betriebsstunden je Linie	7.884 h/a
Abgasreinigung	Fliehkraftentstauber, Flugstromadsorber, Gewebefilter, zwei Wäscher samt Abwasserbehandlung, Katalysator
beabsichtigte Inbetriebnahme	2011



## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a .....	ahr
Ad.....	air dried basis (lufttrocken)
bar(a) .....	Bar absolut
BAT .....	Best Available Technique (beste verfügbare Technik)
Big Bag.....	Doppelwandiger Kunststoff- oder Stahlbehälter zur Lagerung von Abfällen
BTXE.....	Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe: Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol
CKW.....	Chlorierte Kohlenwasserstoffe
d .....	Tag
DeNO <sub>x</sub> .....	Entstickung
DOC .....	Dissolved Organic Compound; gelöster organischer Kohlenstoff
EOX .....	Extractable organic bound halogens (extrahierbare organische Halogenverbindungen)
Gesamt-	
wirkungsgrad .....	Verhältnis von nutzbarer abgeführter Energie zu zugeführter Energie; der Gesamtwirkungsgrad einer Abfallverbrennungsanlage ist weniger von der Art der Feuerung als von den Auslegungsparametern des Kessels abhängig.
h .....	Stunde
HC .....	Hydrocarbon (Kohlenwasserstoffe)
HMW .....	Halbstundenmittelwert
k. A. ....	keine Angabe
MA.....	Mechanische Abfallbehandlung
MA 48.....	Magistratsabteilung 48 der Stadt Wien, zuständig für die Wiener Abfallwirtschaft
MBA .....	Mechanisch-biologische Abfallbehandlung
MW 0,5–8 h.....	Mittelwert einer 0,5–8 Stunden dauernden Messung
MW 6–8 h.....	Mittelwert einer 6–8 Stunden dauernden Messung
NE .....	Nichteisen-
Nm <sup>3</sup> .....	Normkubikmeter, bezogen auf 0 °C und Druck von 1,013 bar(a)
PAH/PAK.....	Polycyclic aromatic hydrocarbons (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)
PCB.....	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F.....	Polychlorierte Dibenzo-Dioxine/Furane; Gruppe von 75 bzw. 135 Isomeren
PE .....	Polyethylen
PP .....	Polypropylen
SCR .....	Selektive Katalytische Reduktion von Stickoxiden



SNCR.....	Selektive nicht-katalytische Reduktion von Stickoxiden
TEQ.....	Toxizitätsäquivalente
TMW .....	Tagesmittelwert
TOC .....	Total organic carbon (gesamter organischer Kohlenstoff)
TS .....	Trockensubstanz
VOC .....	Volatile Organic Carbon (flüchtige organische Kohlenwasserstoffe)
Σ .....	Summe



## LITERATURVERZEICHNIS

- Abfallverbrennung-Sammelverordnung (BGBl. II Nr. 389/2002 i. d. g. F.) Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit umfassend eine Verordnung über die Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung – AVV), eine Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Verordnung über die Verbrennung von gefährlichen Abfällen geändert wird, eine Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der die Verordnung über die Verbrennung gefährlicher Abfälle in gewerblichen Betriebsanlagen geändert wird, eine Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, mit der die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 geändert wird und eine Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über Altöle (Altölverordnung 2002).
- Abfallverbrennungs-Richtlinie (RL 2000/76/EG): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über die Verbrennung von Abfällen.
- Abfallwirtschaftsgesetz (AWG; BGBl. 325/1990): Bundesgesetz über die Vermeidung und Behandlung von Abfällen, mit dem das Chemikaliengesetz, BGBl. Nr. 326/1987, das Bundesstatistikgesetz, BGBl. Nr. 91/1965, die Gewerbeordnung 1973, BGBl. Nr. 50/1974, das Altlastensanierungsgesetz, BGBl. Nr. 299/1989, das Umwelt- und Wasserwirtschaftsfondsgesetz, BGBl. Nr. 79/1987, und das Umweltfondsgesetz, BGBl. Nr. 567/1983, geändert werden.
- Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002; BGBl. I Nr. 102/2002 i. d. F. BGBl. I Nr. 34/2006): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft erlassen und das Kraftfahrzeuggesetz 1967 und das Immissionsschutzgesetz – Luft geändert werden.
- Altölverordnung (BGBl. 383/1987 i. d. g. F.): Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 17. Juli 1987 über die Durchführung des Altölggesetzes 1986.
- AVE (2007): AVE-Anrainerzeitung Nr. 1/2007 vom 19. Jänner 2007, abrufbar auf der Internetseite. Stand vom 11.05.2007.  
[www.ave.at/ave/resources/315200390213632229\\_368524855328545207.pdf](http://www.ave.at/ave/resources/315200390213632229_368524855328545207.pdf).
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (2001): Bundesabfallwirtschaftsplan und Bundesabfallbericht. Umweltbundesamt, Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (2006): Bundesabfallwirtschaftsplan und Bundesabfallbericht. Umweltbundesamt, Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (1998): Bundesabfallwirtschaftsplan und Bundesabfallbericht. Umweltbundesamt, Wien.
- BÖHMER & GÖSSL (2007): Böhmer, S. & Gössl, M.: Optimierung und Ausbaumöglichkeiten von Fernwärmesystemen unter bestehenden emissionsrechtlichen Rahmenbedingungen. Umweltbundesamt, Wien. (Veröffentlichung in Vorbereitung).
- Deponieverordnung (BGBl. II Nr. 164/1996 i. d. g. F.): Verordnung über die Ablagerung von Abfällen.

- DOMENIG & PERZ (2005): Domenig, M.; Perz, K.: Emissionsprognose für Österreich. Teilprojekt „Bestandsaufnahme, Prognose und Fortschreibung des Aufkommens und der Behandlung ausgewählter Abfälle in Österreich für die Jahre 2005–2010–2015–2020“. Umweltbundesamt, Klagenfurt. (nicht veröffentlicht).
- Gewerbeordnung 1994 (GewO 1994; BGBl. 194/1994 i. d. g. F.): Kundmachung des Bundeskanzlers und des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten, mit der die Gewerbeordnung 1973 wiederverlautbart wird.
- IPPC-Richtlinie (RL 96/61/EG): Richtlinie des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung.
- JOHNKE, B. (2003): Abfallverbrennung – Ein Beitrag zum Klimaschutz in Deutschland. In: *Optimierungspotential der Abfallverbrennung*. TK Verlag Karl Thomé- Kozmiensky, Neuruppin. S. 307–316.
- KAISER, H. (2007): Information via E-Mail vom 16. März 2007.
- KOSSINA, I. (2003): Optimierte Müllverbrennung als Baustein ökologischer und ökonomischer Abfallwirtschaftskonzepte. In: *Optimierungspotential der Abfallverbrennung*. TK Verlag Karl Thomé- Kozmiensky, Neuruppin. S. 15–58.
- LÖFFLER, H. (2003): Ökologische Abfallbehandlung in Wien – Thermische Abfallbehandlung und Fernwärme. In: *Optimierungspotential der Abfallverbrennung*. TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, Neuruppin. S. 379–401.
- NEUBACHER, F. (2006): Übersicht über den offiziellen Planungsstand neuer thermischer Abfallbehandlungsanlagen in Österreich. Schriftliche Mitteilung von Dipl.-Ing. Franz Neubacher, UV&P Umweltmanagement Verfahrenstechnik Neubacher und Partner Ges.m.b.H., vom 02.12.2006.
- NEUBAUER & ÖHLINGER (2006): Neubauer, Ch. & Öhlinger, A.: Ist-Stand der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in Österreich. Umweltbundesamt, Wien.
- REIL, E. (2001): Schriftliche Mitteilung vom 17. Juli 2001.
- RESCH, M. (2006): Schriftliche Mitteilung vom 20. September 2006.
- SCHNOPP, K. (2007): Information via E-Mail vom 19. April 2007.
- SCHNOPP, K. (2007): Information via E-Mail vom 19. März 2007.
- STRAUSS et al. (2006): Strauss, Th.; Locher, E.; Krobath, Ph.; Pröll, T. & Hofbauer, H.: Start-up and operation optimization of a 39 MWth bubbling fluidized bed incinerator for domestic waste and sewage sludge.
- STUBENVOLL et al. (2002): Stubenvoll, J.; Böhmer, S. & Szednyi, I.: Stand der Technik bei Abfallverbrennungsanlagen. Bd 24/2002. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- THOME-KOZMIENSKY, K. J. (2005): Problemfelder in der Abfallwirtschaft bis 2020. In: *Müllmagazin*. Jg. 16, Heft Nr. 3. Rhombos-Verlag, Berlin.
- UMWELTBUNDESAMT DESSAU (2003): Verbücheln, M.; Hansen, W. & Neubauer A. et al.: Strategie für die Zukunft der Siedlungsabfallentsorgung (Ziel 2020). Umweltbundesamt, Dessau.
- UVP-Datenbank des Umweltbundesamtes, online unter:  
[www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/uvpsupemas/uvpoesterreich1/uvpdatenbank/](http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/uvpsupemas/uvpoesterreich1/uvpdatenbank/).



VEÖ-JOURNAL 10/2006: Zeitschrift des VEÖ Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs ([www.veoe.at](http://www.veoe.at)) vom Oktober 2006.

VO BGBl. II Nr. 22/1999 i. d. g. F.: Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Verbrennung von gefährlichen Abfällen.

VO BGBl. II Nr. 32/1999 i. d. g. F.: Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Verbrennung gefährlicher Abfälle in gewerblichen Betriebsanlagen.

WACHTER, R. (2007): Information via E-Mail vom 19. März 2007.

WERNER, Th. (2007): Information via E-Mail vom 03. April 2007.

WERNER, Th.. (2002): Schriftliche Mitteilung vom 06. Februar 2002.

WURIAN, H. (2007): Information via E-Mail vom 21. August 2007.

ZEHETNER, G. (2006): Information via E-Mail vom 05. Oktober 2006.





## 6 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 1 von 2). .....	32
Tabelle 2:	Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 2 von 2). .....	32
Tabelle 3:	Emissionsgrenzwerte für Mitverbrennungsanlagen gemäß AVV, ausgenommen Anlagen zur Zementerzeugung und Feuerungsanlagen (Tabelle 1 von 2). .....	33
Tabelle 4:	Emissionsgrenzwerte für Mitverbrennungsanlagen gemäß AVV, ausgenommen Anlagen zur Zementerzeugung und Feuerungsanlagen (Tabelle 2 von 2). .....	34
Tabelle 5:	Emissionsgrenzwerte für Anlagen zur Zementerzeugung gemäß AVV (Tabelle 1 von 2). .....	35
Tabelle 6:	Emissionsgrenzwerte für Anlagen zur Zementerzeugung gemäß AVV (Tabelle 2 von 2). .....	35
Tabelle 7:	Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) für Feuerungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 1 von 3); Bezugssauerstoffgehalt: 6 %.....	36
Tabelle 8:	Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) für Feuerungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 2 von 3); Bezugssauerstoffgehalt: nicht angegeben. ...	36
Tabelle 9:	Gesamtemissionsgrenzwerte (GM) für Feuerungsanlagen gemäß AVV (Tabelle 3 von 3); Bezugssauerstoffgehalt: gemäß Mischungsregel (siehe Formel 1). .....	36
Tabelle 10:	Emissionsgrenzwerte (GBRst) für Feuerungsanlagen gemäß AVV für feste Brennstoffe, ausgenommen Biomasse; Bezugssauerstoffgehalt: Anwendung der Mischungsregel (siehe Formel 1). .....	37
Tabelle 11:	Anlieferungen des Abfall zu österreichischen Abfallverbrennungsanlagen, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006). .....	39
Tabelle 12:	Externe Abfallvorbehandlung in Anlagen mit Rostfeuerung, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006) .....	40
Tabelle 13:	Eingesetzte Abfallmengen 2002–2005, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen). .....	41
Tabelle 14:	Verbleib des Abfälle und Reststoffe aus der Verbrennung, Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006). .....	45
Tabelle 15:	Art der Energieauskopplung (Quelle: Anlagenbetreiber 2006). .....	60
Tabelle 16:	Allgemeine Angaben – Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig, Referenzjahr: 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006). .....	64
Tabelle 17:	In der Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig behandelte Abfallmengen (Quelle: Fernwärme Wien 2006). .....	67
Tabelle 18:	Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig, Referenzjahr 2005 (Fernwärme Wien 2006). .....	69



Tabelle 19: Emissionen ins Wasser der Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	70
Tabelle 20: Anfall an Schlacken, Flugaschen und Filterkuchen der thermischen Behandlungsanlage Flötzersteig (Quelle: Fernwärme Wien 2006)...	71
Tabelle 21: Analysenergebnisse von Schlacke, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Flötzersteig, Analyse PCDD/F und TOC vom 25.9.2006 sowie weitere Analysen vom 26.9.2006 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	71
Tabelle 22: Ergebnisse der Eluatanalysen vom 26.9.2006 der thermischen Abfallbehandlungsanlage Flötzersteig (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	72
Tabelle 23: Allgemeine Angaben – Abfallverbrennungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2005 (Fernwärme Wien 2006). ....	73
Tabelle 24: In der Abfallverbrennungsanlage Spittelau verbrannte Abfälle (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	76
Tabelle 25: Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlage Spittelau (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	77
Tabelle 26: Emissionen ins Wasser der Abfallverbrennungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2000 (Reil 2001).....	78
Tabelle 27: Anfall an festen Abfällen und Rückständen aus der Abfallverbrennungsanlage Spittelau (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	80
Tabelle 28: Analysenergebnisse von Schlacke, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2000 (Reil 2001).....	80
Tabelle 29: Ergebnisse der Eluatanalysen von Schlacke, Flugasche und Gips der thermischen Abfallbehandlungsanlage Spittelau, Referenzjahr 2000 (Reil 2001).....	81
Tabelle 30: Allgemeine Angaben der Abfallverbrennungsanlage Wels Linie 1 und Linie 2 (Quelle: Schnopp 2007). ....	82
Tabelle 31: In der Abfallverbrennungsanlage Wels I und II verbrannte Abfälle (Quelle: Schnopp 2007).....	84
Tabelle 32: Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlagen WAV Wels, Referenzjahr 2005 (Quelle: www.wav.at, Stand vom 12.12.2006).....	87
Tabelle 33: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnrohr (Betreiberangaben 2006). ....	90
Tabelle 34: In der Abfallverbrennungsanlage Dürnrohr verbrannte Abfälle (Zehetner 2006). ....	92
Tabelle 35: Luftemissionen der Abfallverbrennungsanlage AVN Dürnrohr (Quelle: www.avn.at, Stand vom 12.12.2006).....	94
Tabelle 36: Anfall an festen Abfällen und Rückständen aus der Abfallverbrennungsanlage Dürnrohr (Zehetner 2006).....	96



Tabelle 37: Analysenergebnisse von Schlacke und Kesselasche der thermischen Abfallbehandlungsanlage Dürnrohr, Referenzjahr 2005 (Zehetner 2006). .....	96
Tabelle 38: Ergebnisse der Eluatanalysen von Schlacke und Kesselasche der thermischen Abfallbehandlungsanlage Dürnrohr, Referenzjahr 2005 (Zehetner 2006). .....	97
Tabelle 39: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage KRV Arnoldstein (Betreiberangaben 2006; www.krv.co.at, Stand vom November 2006). .....	98
Tabelle 40: In der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (KRV) verbrannte Abfälle (Zellinger 2006). .....	100
Tabelle 41: Emissionen in die Atmosphäre der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein (KRV) (Zellinger 2006). .....	103
Tabelle 42: Anfall an festen Abfällen und Rückständen aus der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (KRV) (Zellinger 2006). .....	104
Tabelle 43: Ergebnisse der Schlackeanalyse der thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein (KRV) (Zellinger 2006). .....	104
Tabelle 44: Ergebnisse der Schlackeneluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein (KRV) (Zellinger 2006). .....	104
Tabelle 45: Allgemeine Angaben zur Abfallverbrennungsanlage TRV Niklasdorf (Quelle: Anlagenbetreiber 2006). .....	106
Tabelle 46: In der thermischen Behandlungsanlage Niklasdorf (ENAGES) verbrannte Abfälle (Resch 2006). .....	109
Tabelle 47: Ergebnisse der Flugascheanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Niklasdorf (ENAGES), Referenzjahr 2005 (Resch 2006). ...	112
Tabelle 48: Ergebnisse der Flugascheeluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Niklasdorf (ENAGES), Referenzjahr 2005 (Resch 2006). .....	112
Tabelle 49: Zusammensetzung des Abwassers (Mischprobe) nach der Abwasserreinigung der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein, Referenzjahr 2001. (Werner 2002). .....	116
Tabelle 50: Allgemeine Angaben des Wirbelschichtofens der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (Quellen: Anlagenbetreiber 2002 und 2006; Umwelterklärung 1999). .....	119
Tabelle 51: In der Wirbelschichtanlage der ABRG eingesetzte Abfälle (Quelle: Anlagenbetreiber 2006). .....	119
Tabelle 52: Messwerte der Wirbelschichtverbrennungsanlage für Abfälle der ABRG in Arnoldstein (Quelle: www.abrg.at). .....	122
Tabelle 53: Anfall von Abfällen und Rückständen aus der Verbrennung (Quelle: Anlagenbetreiber 2006). .....	122
Tabelle 54: Ergebnisse der Schlackeanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Wirbelschicht (ABRG), Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006). .....	122



Tabelle 55: Ergebnisse der Schlackeneluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Wirbelschicht (ABRG), Referenzjahr 2005 (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).....	123
Tabelle 56: Allgemeine Angaben über den Drehrohrofen der Abfallverbrennungsanlage Arnoldstein (Quelle: Anlagenbetreiber 2006).....	125
Tabelle 57: Im Drehrohrofen der ABRG verbrannte Abfälle (Werner 2007).....	125
Tabelle 58: Messwerte des Drehrohrofens der ABRG in Arnoldstein (Quelle: www.abrg.at). ....	127
Tabelle 59: Abfälle und Rückstände aus der Verbrennung in einem Drehrohrofen (Werner 2007).....	128
Tabelle 60: Ergebnisse der Schlackeanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Drehrohrofen (ABRG), Referenzjahr 2005 (Werner 2006). ....	128
Tabelle 61: Ergebnisse der Schlackeneluatanalyse der Thermischen Behandlungsanlage Arnoldstein, Drehrohrofen (ABRG), Referenzjahr: 2005 (Werner 2006). ....	128
Tabelle 62: Allgemeine Daten der beiden Drehrohrlinien (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	130
Tabelle 63: Behandelte Abfallarten und –mengen in den Drehrohrofen der Abfallverbrennungsanlage Simmeringer Haide (Quelle: Fernwärme Wien 2006). ....	131
Tabelle 64: Luftemissionen der fünf Verbrennungslinien (WSO 1–3; DRO 1, 2), Referenzjahr 2005 (Anm.: Das entspricht dem Status vor Inbetriebnahme der Sammel-DeNOx-Anlage) (Quelle: Fernwärme Wien 2006). ....	133
Tabelle 65: Wasserseitige Emissionen aller Verbrennungslinien, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	134
Tabelle 66: Feste Abfälle der thermischen Behandlungsanlage Simmering, Drehrohrofen 1 und 2 (Quelle: Fernwärme Wien 2006). ....	135
Tabelle 67: Analysenergebnisse (Gesamtgehalte) der festen Rückstände der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Drehrohrofen 1 und 2 (falls nicht anders angegeben in mg/kg TS), Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	135
Tabelle 68: Eluatanalysen von Schlacke, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Drehrohrofen 1 und 2, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	136
Tabelle 69: Allgemeine Angaben der Wirbelschichtkessel 1–3 (Quelle: Fernwärme Wien 2006). ....	137
Tabelle 70: Übersicht über die in den WSO 1–3 behandelten Abfälle (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	138
Tabelle 71: Bei der thermischen Abfallbehandlung entstehende Abfälle, WSO 1–3 (Quelle: Fernwärme Wien 2006). ....	140



Tabelle 72: Analysenergebnisse von Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 1–3 (falls nicht anders angegeben in mg/kg TS), Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006). ....	140
Tabelle 73: Eluatanalysen der Flugasche und des Filterkuchens der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 1–3 (falls nicht anders angegeben in mg/kg TS), Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	141
Tabelle 74: Allgemeine Daten des Wirbelschichtofens 4 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	142
Tabelle 75: Im Wirbelschichtofen 4 verbrannte Abfälle (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	143
Tabelle 76: Luftemissionen des WSO 4, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	145
Tabelle 77: Anfall von Abfällen und Rückständen aus der Verbrennung, WSO 4 (Quelle: Fernwärme Wien 2006). ....	146
Tabelle 78: Analysenergebnisse von Bettasche, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 4, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	146
Tabelle 79: Eluatanalysen von Bettasche, Flugasche und Filterkuchen der thermischen Abfallbehandlungsanlage Simmering, Wirbelschichtofen 4, Referenzjahr 2005 (Quelle: Fernwärme Wien 2006).....	147
Tabelle 80: Allgemeine Angaben der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL (Schnopp 2002).....	148
Tabelle 81: In der Abfallverbrennungsanlage Lenzing verbrannte Abfälle (Quelle: Schnopp 2007). ....	151
Tabelle 82: Emissionen in die Atmosphäre der RV-Lenzing (Wiedemann 2000).....	154
Tabelle 83: Projektierte Daten der MVA Pfaffenau (UVP-Datenbank; Kaiser 2007). ....	156
Tabelle 84: Emissionsgrenzwerte der Abfallverbrennungsanlage Pfaffenau für Luftschadstoffe (nach Bescheid) – Teil 1 von 2.....	157
Tabelle 85: Emissionsgrenzwerte der Abfallverbrennungsanlage Pfaffenau für Luftschadstoffe (nach Bescheid) – Teil 2 von 2.....	158
Tabelle 86: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage AVN, Dürnrrohr Linie 3 (Anlagenbetreiber).....	159
Tabelle 87: Projektierte Daten der Energieverwertungszentrale (EVZ) 2 (Einreichunterlagen zur UVP). ....	160
Tabelle 88: Projektierte Daten der Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf (Wurian, 2007). ....	160



Tabelle 89: Grenzwerte der Abfallverbrennungsanlage Zistersdorf – Angaben bezogen auf trockenes Rauchgas und 11 Volumsprozent O <sub>2</sub> (Wurian, 2007). .....	161
Tabelle 90: Projektierte Daten der Abfallverbrennungsanlage BEGAS Heiligenkreuz (VEÖ Journal 10/2006, Neubacher 2006).....	162
Tabelle 91: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage MMK Frohnleiten (VEÖ Journal 10/2006, Neubacher 2006). .....	163
Tabelle 92: Allgemeine Daten der Abfallverbrennungsanlage der Linz Strom GmbH (Wachter 2007).....	163



## 7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Eingesetzte Abfälle österreichischer Abfallverbrennungsanlagen 2002–2005 in t/a (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen). .....	42
Abbildung 2:	Eingesetzte Abfälle in Abfallverbrennungsanlagen mit Rostfeuerung 2002–2005 in t/a (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen). .....	43
Abbildung 3:	Eingesetzte Abfälle in Abfallverbrennungsanlagen mit Wirbelschichtfeuerung 2002–2005 in t/a (Quelle: Anlagenbetreiber 2006 und Emissionserklärungen). .....	44
Abbildung 4:	Verfahrensschema der Müllverbrennungsanlage Flötzersteig. ....	66
Abbildung 5:	Fließbild der Müllverbrennungsanlage Spittelau. ....	75
Abbildung 6:	Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage Wels, Linie 2. ...	83
Abbildung 7:	Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage Dürnrohr. ....	91
Abbildung 8:	Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage KRV Arnoldstein. ....	99
Abbildung 9:	Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage Niklasdorf. ...	107
Abbildung 10:	Verfahrensschema des Wirbelschichtofens der Abfallverbrennungsanlage ABRG Arnoldstein. ....	118
Abbildung 11:	Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage ABRG Arnoldstein (Drehrohrofen). ....	124
Abbildung 12:	Verfahrensschema der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL (Quelle: Schnopp 2007). ....	150