

# FERNWÄRME WIEN

---

## VERBRENNUNGSVERSUCH MIT HEIZWERTREICHER FRAKTION AUS DER SPLITTINGANLAGE DER MA 48 IN DER MVA SPITTELAU

### Endbericht

erstellt durch die Fernwärme Wien GmbH

Thomas Angerer, Eberhard Reil, Hermann Schönagl, Herbert Heindl,  
Andreas Hochmayer und das gesamte Team der MVA Spittelau

als Subauftragnehmer des Instituts für nachhaltige Abfallwirtschaft und  
Entsorgungstechnik der Montanuniversität Leoben

im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und  
Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH

---




Wien, Oktober 2003

## **Inhaltsverzeichnis**

<b><u>1</u></b>	<b><u>HISTORISCHE ENTWICKLUNG BEIM UMGANG MIT DER THERMISCHEN ABFALLBEHANDLUNG IN WIEN .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>EINLEITUNG .....</u></b>	<b><u>4</u></b>
2.1	PROBLEMSTELLUNG .....	4
2.2	ZIELSETZUNG DES VERBRENNUNGSVERSUCHS .....	5
<b><u>3</u></b>	<b><u>MVA SPITTELAU.....</u></b>	<b><u>6</u></b>
3.1	HISTORISCHE ENTWICKLUNG .....	6
3.2	VERFAHRENSBESCHREIBUNG UND ANLAGENDATEN .....	8
<b><u>4</u></b>	<b><u>BESCHREIBUNG DER PLANUNG DES PROJEKTS .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
4.1	VERBRENNUNGSVERSUCH .....	12
4.2	ZUSÄTZLICHE MESSUNGEN .....	13
4.3	ZEITPLANUNG .....	13
<b><u>5</u></b>	<b><u>BESCHREIBUNG DER DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS .....</u></b>	<b><u>15</u></b>
5.1	ABWEICHUNG VON DER PROJEKTPLANUNG .....	15
5.2	ZEITLICHER ABLAUF DES VERBRENNUNGSVERSUCHS.....	16
5.3	PROBENAHMESTELLEN.....	17
5.4	PROBENAHMEPLAN.....	20
<b><u>6</u></b>	<b><u>DOKUMENTATION DES BETRIEBES DER MVA SPITTELAU.....</u></b>	<b><u>21</u></b>
6.1	MASSENBILANZ DER MVA SPITTELAU.....	21
6.2	BETRIEBZUSTAND DER MVA SPITTELAU .....	22
6.3	SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	25
<b><u>7</u></b>	<b><u>ERGEBNISSE DES VERBRENNUNGSVERSUCHS .....</u></b>	<b><u>25</u></b>
7.1	BEGRIFFE HINSICHTLICH PROBENAHME UND AUSWERTUNG .....	25
7.2	MESSUNGEN IM ROHGAS NACH DEM ELEKTROFILTER.....	26
7.2.1	KOHLENMONOXID-EMISSIONEN UND DAMPFMENGE.....	26
7.2.2	QUECKSILBER, CADMIUM, BLEI, ALUMINIUM IM ROHGAS .....	27
7.3	UNTERSUCHUNGEN IN DER SCHLACKE .....	30
7.3.1	PROBENAHME.....	30
7.3.2	ERGEBNISSE .....	30
7.4	UNTERSUCHUNGEN IN DER ASCHE .....	31

7.4.1	PROBENAHME.....	31
7.4.2	ERGEBNISSE .....	31
<b>7.5</b>	<b>UNTERSUCHUNGEN IM WÄSCHER 1 ABWASSER .....</b>	<b>32</b>
<b>7.6</b>	<b>MESSUNGEN IM REINGAS NACH ERFOLGTER ABGASREINIGUNG .....</b>	<b>36</b>
<b>7.7</b>	<b>UNTERSUCHUNGEN ZUM HEIZWERT DER UNTERSUCHTEN HEIZWERTREICHEN FRAKTION .....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b><u>ABSCHÄTZUNG DER INPUTZUSAMMENSETZUNG .....</u></b>	<b>40</b>
<b>8.1</b>	<b>ABSCHÄTZUNG DER EMISSIONSFRACHT IM ROHGAS .....</b>	<b>40</b>
<b>8.2</b>	<b>HG-, Pb-, Cd-, AL-ABSCHÄTZUNG IN DER VERBRANNTEN HEIZWERTREICHEN FRAKTION .....</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b><u>VERGLEICH DER TRANSFERKOEFFIZIENTEN .....</u></b>	<b>45</b>
<b>10</b>	<b><u>QUELLEN .....</u></b>	<b>46</b>

# 1 HISTORISCHE ENTWICKLUNG BEIM UMGANG MIT DER THERMISCHEN ABFALLBEHANDLUNG IN WIEN

Datum	Entwicklung
1650	14. November – erste Hausmistverordnung.
1679	Die Pest in Wien.
1713	Zweites Pestjahr - Krankenbaracken in der Spittelau (Spittel-Au).
1826	Das "Aschenlied" hat Aktualität – Wien heizt fast ausschließlich mit Holz.
1839	Organisierte Müllabfuhr durch Mistbauern.
1853	Josef Strauß konstruiert eine Straßenkehrmaschine.
1875	Erste große Müllverbrennungsanlage in der Meanwood Road in Leeds. 
1923	Einführung des "Colonia"-Systems mit der 90-l-Mülltonne.
1928	Erster kleiner Versuch zur Müllverbrennung in Wien Grinzing.
k.A. Vorgeschichte zur MVA Flötzersteig	Methodenentwicklung und Untersuchungen zum Heizwert des Mülls im Chemisch-Technischen Laboratoriums der Stadt Wien in Zusammenarbeit mit der TU-Wien. Standortsuche im Hinblick auf Transport und vorteilhafte Verwertung der erzeugten Energie. Entscheidung: Schwerpunkt Wärmeerzeugung, Versorgung von drei Krankenhauskomplexen und einer Zentralwäscherei.
1958	Wiener Gemeinderat entschloss sich die Fa. Von Roll mit der Ausarbeitung eines Projekts für die Errichtung einer MVA in Wien 16, Flötzersteig, zu beauftragen. Auslegung der Anlage nach den vorliegenden Heizwertanalysen und den angenommenen Müllmengen (60% des in Wien anfallenden Mülls). Abluftreinigung: Elektrofilter, Umkehrzellenentstauber.
1959	Beauftragung der Fa. Von Roll für die Herstellung einer schlüsselfertigen Anlage in Wien 16, Flötzersteig.
1960	Beginn mit den eigentlichen Bauarbeiten in Wien 16, Flötzersteig.
1962	Fertigstellung des Rohbaus der Anlage in Wien 16, Flötzersteig.
1963	Inbetriebnahme; am 25.04.1963 wurde am Flötzersteig erstmals Müll verbrannt. Die MVA Flötzersteig war die erste derartige Anlage in Österreich.
1969	Aufgrund eines Gemeinderatsbeschlusses vom 25.10.1968 wurde am 22.01.1969 die Heizbetriebe Wien Gesellschaft m.b.H. gegründet. Dabei wurden außer dem Werk Spittelau auch die Blockheizwerke Großfeldsiedlung, Hütteldorfer Straße, Dirmhiringasse, Mitterweg und das Fernwärmewerk Kagran samt zugehörigen Inselnetzen sowie 17 Heizzentralen den Heizbetrieben Wien (HBW) eingegliedert.
1970	Im Werk Spittelau konnte der Betrieb der beiden Heißwasserkessel aufgenommen werden.
1971	In diesem Jahr erfolgte die Fertigstellung des Werkes Spittelau, so dass auch die beiden Müllverbrennungskessel samt Dampfturbinenanlage in Betrieb genommen werden konnten. Abluftreinigung: Elektrofilter..

Datum	Entwicklung
1980	Dampfkessel-Emissionsgesetz (DKEG). Mit den Entsorgungsbetrieben Simmering (EBS) wurde ein Vertrag abgeschlossen, um von diesen die bei der Klärschlamm- und Sondermüllverbrennung anfallende Wärme übernehmen zu können.
1981	Inbetriebnahme der Abwärmenutzung der Entsorgungsbetriebe Simmering (EbS) für die Wiener Fernwärme..
1984	Die bislang nur gepachtete Müllverbrennungsanlage Spittelau wurde nunmehr käuflich erworben. Zweite Durchführungsverordnung zum DKEG.
1985	Die MVA Flötzersteig wurde durch die Heizbetriebe Wien (HBW) von der Gemeinde Wien gepachtet, die "Müllbeseitigungs Betriebsgesellschaft.m.b.H" (MBG), eine 100 prozentige Tochter der HBW, wurde als Betreiberin der MVA Flötzersteig gegründet. Unmittelbar nach Anpachtung der bis dahin von der Magistratsabteilung 48 betriebenen Müllverbrennungsanlage Flötzersteig erfolgte der Einbau einer zusätzlichen Rauchgasreinigungsanlage. Errichtung einer dreistufigen nassen Rauchgasreinigungsanlage und einer Abwasserreinigungsanlage zur Abscheidung von Schwermetallen, insbesondere Cadmium und Quecksilber, Chlorwasserstoff (HCl) und Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) sowie zur Feinstaubabscheidung.
1986	Nachrüstung der MVA Spittelau mit einer dreistufigen nassen Rauchgasreinigungsanlage und einer Abwasserreinigungsanlage zur Abscheidung von Schwermetallen, insbesondere Cadmium und Quecksilber, Chlorwasserstoff (HCl) und Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) sowie zur Feinstaubabscheidung.
1987	MVA Simmeringer Haide: Inbetriebnahme einer dreistufigen nassen Rauchgasreinigungsanlage und einer Abwasserreinigungsanlage zur Abscheidung von Schwermetallen, insbesondere Cadmium und Quecksilber, Chlorwasserstoff (HCl) und Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) sowie zur Feinstaubabscheidung.
1987	Trotz unzähliger Aktivitäten war dieses Jahr durch das Unglück vom 15. Mai überschattet. In der Nacht brannte ein Teil des Werkes Spittelau ab. Die neu errichtete Rauchgasreinigungsanlage, zwei Heißwasserkessel sowie große Teile des Gebäudes fielen dem Brand zum Opfer.
1988	Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen.
1989	Das Fernwärmewerk Spittelau nahm wieder seinen Betrieb mit neuer Rauchgasreinigungs- und Abwasserreinigungsanlage sowie Denox-Anlage auf. Luftreinhalteverordnung.
29.11.1989	MVA Flötzersteig: Einreichung des Sanierungsantrages an die zuständige Behörde für den Einbau eines Katalysators zur NO <sub>x</sub> -Abscheidung und eines Aktivkohlefilters zur Dioxinabscheidung. Etwa 11.000 Bürger machten von ihrem Einwendungsrecht gebrauch. Allein die ordnungsgemäße Protokollierung der Einwendungen nahm mehrere Monate in Anspruch.
1990	Abfallwirtschaftsgesetz
1991	MVA Spittelau: Einbau der 3. Katalysatorlage in die katalytische DeNO <sub>x</sub> -Anlage zur Zerstörung von Dioxinenn.
1991	MVA Flötzersteig: Durch Betriebserfahrungen der MVA Spittelau in Bezug auf die katalytische DeNO <sub>x</sub> -Anlage konnte der Rückschluss gezogen werden, dass der Katalysator ausreichend zur NO <sub>x</sub> -Abscheidung und zur Dioxinabscheidung geeignet war. Der Einbau eines Aktivkohlefilters erübrigte sich.
1990-1993	MVA Flötzersteig Erneuerung der Verbrennungsroste, der Brennkammern sowie der Elektrofilter.

<b>Datum</b>	<b>Entwicklung</b>
04.02.1992	MVA Flötzersteig: Verhandlung des am 29.11.1989 eingereichten Sanierungsantrages zur Verbesserung der Abgasreinigungsanlage. Es war eine Großveranstaltung im Austria Center, die seitens des Magistrates bis dahin noch nie abgehalten wurde. Bei der Verhandlung selbst waren ca. 1.300 Personen anwesend.
1992-1993	MVA Flötzersteig Bau der Entstickungs- und Dioxinzerstörungsanlage zur Minderung von Stickoxiden (NOx) und zur Dioxinzerstörung.
1999	Gründung der Wiener Stadtwerke Holding AG, das Unternehmen wird zu 100 % übernommen. Erwerb einer 54%igen Beteiligung an den Entsorgungsbetrieben Simmering.
2000	Rückwirkend mit 1. Jänner 2000 Abspaltung der Verbrennungsanlagen der Entsorgungsbetriebe Simmering und Eingliederung als Werk Simmeringer Haide in die Fernwärme Wien Ges.m.b.H.

## 2 EINLEITUNG

### 2.1 Problemstellung

Die Situation der Abfallwirtschaft in Österreich ist maßgeblich durch die Vorgabe der Deponieverordnung gekennzeichnet, wodurch unbehandelte Abfälle ab 2004 nicht mehr deponiert werden dürfen (DeponieVO). Aus diesem Grund kommt der Optimierung geeigneter Vorbehandlungsverfahren, im Hinblick auf mögliche nachfolgende Behandlungsschienen für die hergestellten Abfallfraktionen, eine immer größere Bedeutung zu.

In diesem Zusammenhang ist insbesondere eine Charakterisierung der heizwertreichen Abfallfraktionen aus der mechanischen bzw. mechanisch-biologischen Abfallbehandlung erforderlich.

Die Fernwärme Wien Ges.m.b.H. (FWW) führte im Auftrag des Instituts für Entsorgungs- und Deponietechnik der Montanuniversität Leoben einen Verbrennungsversuch mit heizwertreicher Fraktion (Korngröße: ca. 50 bis 250 mm) aus der Splittinganlage der MA48 (Rinterzelt) zur Ermittlung der Gehalte ausgewählter Parameter in diesem Abfall durch, um einen Beitrag zur Charakterisierung der Abfallfraktionen zu leisten.



Abbildung 1: Angelieferte heizwertreiche Fraktion (Korngröße: ca. 50 bis 250 mm) aus der Splittinganlage der MA48 (Rinterzelt)

Das Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik (IED) der Montanuniversität Leoben führt wiederum im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie der Umweltbundesamt GmbH das Projekt „*Heizwertreiche Abfallfraktionen aus der mechanischen Abfallbehandlung (MA) und mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA)*“ durch, das folgende Ziele und Ergebnisse verfolgt:

Das Ziel des Projektes liegt einerseits in der Charakterisierung der heizwertreichen Abfallfraktionen aus MA bzw. MBA und andererseits darin, eine Methodik und praktische Vorgehensweise zu erarbeiten, um bei vorgegebener Messunsicherheit die Probenahme- und Aufbereitungsstrategie ableiten zu können.



Dabei ist der Schwerpunkt auf die repräsentative Probenahme und Aufbereitung zu legen.

Daraus abgeleitet sind folgende Bereiche vom IED zu bearbeiten:

- Erarbeitung einer Methodik zur reproduzierbaren und vergleichbaren Probenahme sowie Aufbereitung der heizwertreichen Abfallfraktionen aus MA und MBA.
- Durchführung umfangreicher Beprobungen der heizwertreichen Abfallfraktionen aus MA und MBA an Hand der erarbeiteten Methodik. Der Anlageninput muss dabei zum Großteil aus Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen (Restmüll) bestehen.
- Charakterisierung der heizwertreichen Abfallfraktionen aus MA und MBA an Hand folgender Parameter:
- Brennwert ( $H_o$ ), Heizwert ( $H_u$ ), Wassergehalt, Glühverlust, TOC, Störstoffe (z.B. Metalle, Glas, Steine, etc.), Cl, F, S, Al, As, Sb, Be, Pb, Cd, Co, Cr<sub>gesamt</sub>, Cu, Mn, Ni, Hg, Tl, V, Zn, Sn, PCB.

## **2.2 Zielsetzung des Verbrennungsversuchs**

Die Ergebnisse des Verbrennungsversuchs an der MVA Spittelau werden mit den Untersuchungsergebnissen – welche im Rahmen der Bearbeitung des oben genannten Projekts des IED „*Heizwertreiche Abfallfraktionen aus der mechanischen Abfallbehandlung (MA) und mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA)*“ ermittelt werden – verglichen. Dieser Vergleich wird zur Absicherung der Ergebnisse der Versuche des IED dienen.



## **3 MVA SPITTELAU**

### **3.1 Historische Entwicklung**

Im Jahr 1969 erhielt die neu gegründete Fernwärme Wien GmbH (ehemalige Heizbetriebe Wien) seitens der Stadt Wien den Auftrag, die städtische Fernwärmeversorgung zu gewährleisten und durch den Betrieb der zum damaligen Zeitpunkt in Bau befindlichen thermischen Abfallbehandlungsanlage Spittelau die ordnungsgemäße Entsorgung der kommunalen Abfälle zu übernehmen.

Das Fernwärmewerk Spittelau wurde an seinem heutigen Standort errichtet, um Wärme für das ca. 2 km entfernte neue Allgemeine Krankenhaus bereitzustellen. Die installierte Gesamtleistung betrug nach der Errichtung 160 MW (60 MW Müllkessel und 2 Heißwasserkessel mit jeweils 50 MW). Bei diesen Angaben nicht berücksichtigt ist eine Gasturbinenanlage mit 55 MW installierter Leistung, die wieder demontiert wurde. 1975 wurden 3 Dreizugkessel zu je 20 MW installierter Leistung errichtet.

Seit der Erstinbetriebnahme im Jahr 1971 verfügt die thermische Abfallbehandlungsanlage Spittelau über eine hochwirksame Staubabscheidung (Elektrofilter).

Die fortlaufende Anpassung an den letzten Stand der Rauchgasreinigungstechnik führte zur Nachrüstung der thermischen Abfallbehandlungsanlage Spittelau mit einer dreistufigen Rauchgas-Nasswäsche und einer Abwasserreinigungsanlage (1986).

Bei Revisionsarbeiten kam es am 15. Mai 1987 im Bereich der Rauchgaswäsche der Müllverbrennungsanlage zu einem Brand, der zu einem Ausfall der gesamten Müllverbrennung führte. Diese Notsituation führte zu einer völligen Erneuerung der Rauchgasreinigungsanlage (RRA) – aufbauend auf den Erfahrungen der drei vorher gebauten RRA der MVA Flötzersteig, Spittelau und Simmeringer Haide – und zu einer Errichtung einer katalytischen DeNO<sub>x</sub>-Anlage. Somit wurde die Spittelauer Anlage im Jahr 1989 auf dem Gebiet der thermischen Abfallbehandlung zum internationalen Wegweiser für Rauchgasreinigung und Emissionsminderung. Die ein Jahr zuvor im österreichischen Luftreinhaltegesetz festgelegten Emissionsgrenzwerte für mit Hausmüll betriebene Dampfkesselanlagen konnten mit dem bestehenden Verfahrenskonzept (ausgenommen Dioxin) bereits von Beginn an deutlich unterschritten werden. Zur gleichen Zeit der völligen Erneuerung der Rauchgasreinigungsanlage wurden die beiden 50 MW Heißwasserkessel durch 2 neue Heißwasserkessel mit einer installierten Leistung von je 170 MW ersetzt sowie die äußere Fassade des gesamten Fernwärmewerks durch den berühmten Maler und Architekten Friedensreich Hundertwasser neu gestaltet (vgl. Abbildung 2).

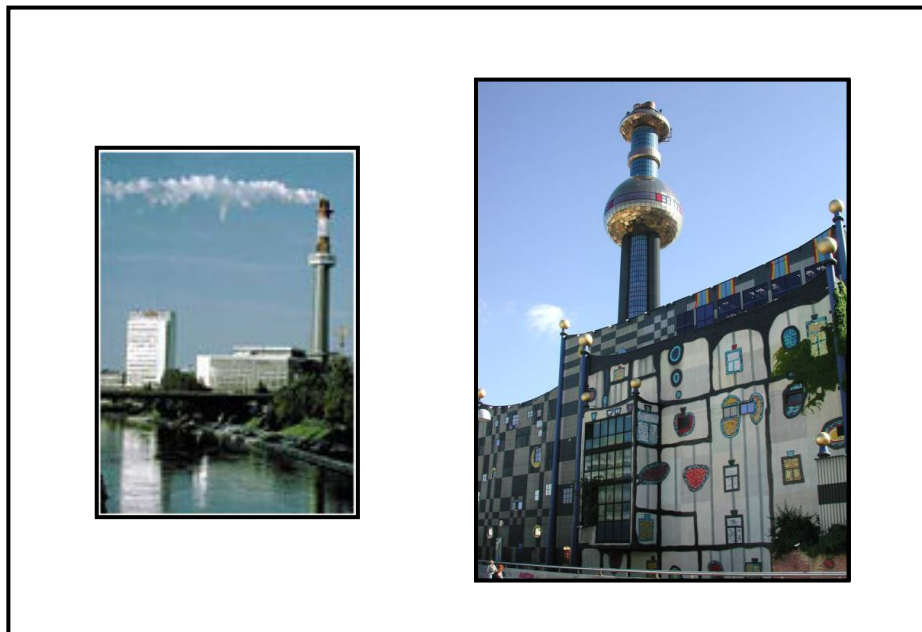


Abbildung 2: MVA Spittelau (Entwicklung)

Aus dem zuvor nüchternen Zweckbau wurde ein weltweit einzigartiges, spektakuläres Kunstwerk, das nicht nur ein gelungenes Beispiel für eine harmonische Symbiose zwischen Technik, Ökologie und Kunst darstellt, sondern darüber hinaus einen immensen Beitrag zur Verringerung der "optischen Umweltverschmutzung" im städtischen Lebensraum leistet.

1991 wurde an der katalytische Denox-Anlage eine 3. Katalysatorlage zur Zerstörung von Dioxinen eingebaut. Somit konnten alle im Luftreinhaltegesetz festgelegten Emissionsgrenzwerte für mit Hausmüll betriebene Dampfkesselanlagen gesichert eingehalten werden.

Mit einer installierten Gesamtleistung von 460 MW stellt die Anlage den zweitgrößten Erzeuger im Fernwärmeverbundnetz der Stadt Wien dar. Die im Werk untergebrachte thermische Abfallbehandlungsanlage mit einer Durchsatzleistung von über 250.000 Jahrestonnen ist in das Verbundnetz integriert und speist im Jahresdurchschnitt 60 MW ein (Grundlastabdeckung). Zusätzlich können wie bereits oben beschrieben in 5 weiteren gas- bzw. gas-ölbefeuerten Heißwasserkesseln zur Spitzenbedarfsabdeckung 400 MW an thermischer Leistung produziert werden.

### 3.2 Verfahrensbeschreibung und Anlagendaten

Der Aufbau der Verfahrenstechnik einer der beiden Verbrennungslinien ist in Abbildung 3 wiedergegeben. Sie besteht im Wesentlichen aus folgenden Bereichen:

- Müllbunker
- Rostfeuerung, Rückschubrost
- Abhitzekessel
- Dreifeldriger Elektrofilter, dreistufige Rauchgas-Nasswäsche, katalytische Entstickungs- und Dioxinzerstörungs-Anlage, Mehrstufige Abwasser-Behandlungsanlage
- Gegendruckturbine und Generator, Fernwärmeauskopplung
- Direkte Wärmerückgewinnung aus Rauchgas für Fernwärme

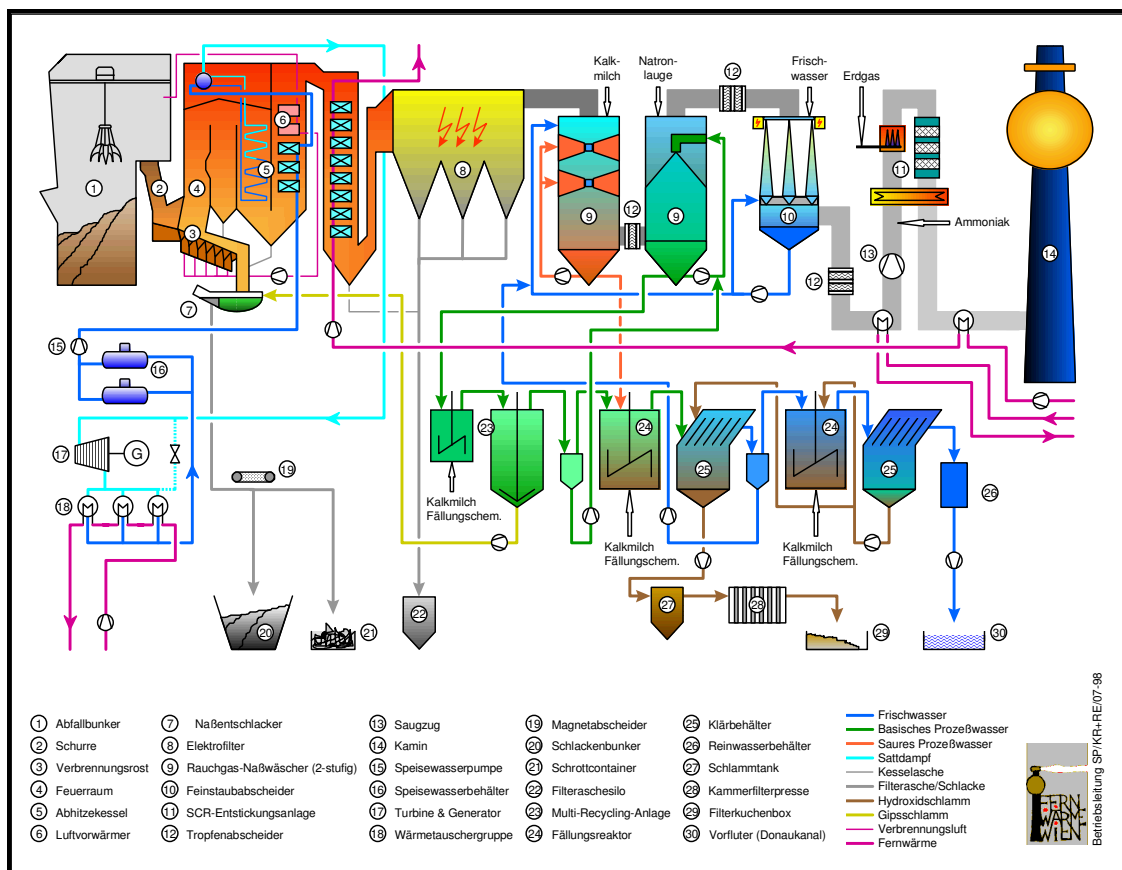


Abbildung 3: Verfahrensschema der MVA Spittelau

In Tabelle 1 sind Anlagendaten der MVA Spittelau ersichtlic.

Tabelle 1: Anlagendaten (2002)

Betreiber	Fernwärme Wien Gesellschaft m.b.H.
Verfahren	Rostfeuerung
Inbetriebnahme	1971
Abfalldurchsatz (Hausmüll der Stadt Wien)	268.369,74 kg
Durchschnittlicher Heizwert (2001)	8.822 kJ/kg
Theoretische Brennstoffwärmeleistung	85 MW
Anzahl der Linien	2
Betriebsstunden Verbrennungslinie 1	7.751 h/a
Betriebsstunden Verbrennungslinie 2	7.718 h/a

In Tabelle 2 ist eine Bilanz der Input- und Outputströme der MVA Spittelau dargestellt. Der Eigenbedarf an Strom- und Wärme kann zur Gänze durch die Eigenproduktion abgedeckt werden. Schlacke, Filterasche, Filterkuchen, und Eisenschrott fallen als feste Reststoffe an. Filterasche und Schlacke werden zu einer Aufbereitungsanlage transportiert, in der die Schlacke gesiebt und von restlichem Eisenschrott befreit wird. Nachfolgend wird die aufbereitete Schlacke mit Filterasche, Splitt aus der Straßenreinigung, Zement und Wasser versetzt und als Schlackenbeton auf einer Deponie zur Randwallbildung eingesetzt. Der Filterkuchen wird in Big-Bags in einem stillgelegten, deutschen Salzbergwerk zur Hohlraumverfüllung verwendet. Der abgetrennte Eisenschrott gelangt über den Rohstoffhandel wieder in die Verhüttung.

Tabelle 2: Input- und Outputströme der MVA-Spittelau (2002)

Input-Ströme in Bezug auf 1 t Abfall		Output-Ströme in Bezug auf 1 t Abfall	
Wärmebedarf	50,67 kWh	Wärmeerzeugung	1.876 kWh
Strombedarf	74,95 kWh	Stromerzeugung	139,2 kWh
Erdgasbedarf	20,67 Nm <sup>3</sup>	Dampferzeugung	2,57 t
Verbrauch Kalk	2,37 kg	Schlacke und Gips	203,52 kg
Verbrauch Natronlauge, 30%	2,38 kg	Eisenschrott	22,18 kg
Verbrauch Ammoniak, 25%	2,91 kg	Filterasche	18,44 kg
Verbrauch Fällungsschem., etc.	0,18 kg	Filterkuchen	0,9 kg
		Gereinigtes Abwasser	424,69 l
		Gereinigtes Abgas (trocken)	4529,45 Nm <sup>3</sup>

**Anlieferung:** Bis zu 250 Anlieferfahrzeugen beladen mit Wiener Kommunalabfall (Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle) passieren täglich zur Gewichtsbestimmung zunächst eine der beiden Brückenwaagen, bevor sie ihren Inhalt über die insgesamt 8 Kippstellen in den rund 7000 m<sup>3</sup> fassenden Abfallbunker entleeren.

Zwei Brückenkräne, deren Polypgreifer ein Fassungsvermögen von je 4 m<sup>3</sup> besitzen, durchmischen den Abfall (zur Vergleichmäßigung des Heizwertes) und führen ihn den beiden Verbrennungslinien zu.

**Thermische Abfallbehandlung:** Über den Einfüllschacht (Schurre) und hydraulischen Zuteiler gelangt der Abfall aus dem Bunker auf den am unteren Ende des Feuerraums befindlichen Rost. Auf dem schräg geneigten, 35 m<sup>2</sup> großen Zweibahn-Rückschubrost können bis zu 18 Tonnen Abfall pro Stunde thermisch behandelt werden. Während des instationären Anfahr- und Abfahrbetriebs eines Kessels garantieren zwei 9 MW-Gasbrenner eine geeignete erforderliche Feuerraumtemperatur. Im Normalbetrieb ist der Einsatz der Gasbrenner nicht erforderlich, da der durchschnittliche Abfallheizwert einen selbstständigen Verbrennungsprozess gewährleistet. Der Einsatz einer computergestützten Feuerleistungsregelung garantiert eine optimale Feuerführung am Rost und somit den maximalen Ausbrand von Schlacke und Rauchgas.

Der Austrag der am Ende des Verbrennungsrostes ankommenden, unbrennbaren Abfallbestandteile (Schlacke) erfolgt durch Abwurf in den wassergefüllten Nassentschlacker. Von dort wird die abgekühlte Schlacke über ein Förderband zum Schlackenbunker transportiert, wobei zuvor noch durch Überband-Elektromagneten Eisenschrott abgetrennt wird.

**Fernwärme- und Stromerzeugung:** Bei der Verbrennung entstehen bis zu 1.000°C heiße Rauchgase. Sie geben ihren Wärmeinhalt an die Kesselheizflächen ab, wobei für beide Linien in Summe 90 Tonnen Satteldampf (33 bar) pro Stunde erzeugt werden. Zur Stromgewinnung wird diese Dampfmenge zunächst in einer Gegendruckturbine auf 4,5 bar abgearbeitet, bevor durch Kondensation in der nachfolgenden Wärmetauschergruppe die Wärmeabgabe an das Rücklaufwasser des Fernwärmenetzes vor sich geht. Auf diese Weise werden einerseits mehr als 5 MW Strom zur Eigenbedarfsabdeckung und Einspeisung ins öffentliche Stromnetz, sowie andererseits 60 MW Fernwärme gewonnen.

**Rauchgasreinigung Staubabscheidung:** Das Rauchgas verlässt den Abhitzeessel nachgeschalteten ersten Wärmetauscher mit einer Temperatur von 180 °C und wird im 3-feldrigen Elektrofilter auf einen Staubgehalt < 5 mg/Nm<sup>3</sup> gereinigt, wobei die abgeschiedene Filterasche über ein mechanisch-pneumatisches Fördersystem einem Silo zugeführt wird.

**Rauchgasreinigung Nasswäsche:** Das nahezu vollständig entstaubte Rauchgas tritt in die Quenche des ersten Nasswäschers ein, in der durch Frischwassereindüsung die Abkühlung auf Sättigungstemperatur (60-65 °C) erfolgt. Der bei einem pH-Wert von 1 betriebene erste Nasswäscher sorgt durch intensiven Gas-Flüssig-Kontakt im Kreuzstrom für die Abscheidung von HCl, HF, Staub sowie von partikelgebundenen und gasförmigen Schwermetallen.

Die zweite Nasswäschestufe, die als Gegenstromwäscher ausgeführt ist und bei einem pH-Wert von 7 gefahren wird, bewirkt die Entfrachtung des Rauchgases von SO<sub>2</sub>.

In der nächsten Reinigungsstufe, dem elektrodynamischen Venturi, kommt es durch adiabatische Entspannung des Rauchgases und anschließende Abscheidung der befeuchteten und zusätzlich durch eine Mittelelektrode aufgeladenen Feinstaubpartikel zur Absenkung des Reststaubgehaltes auf Werte < 1 mg/Nm<sup>3</sup>. Im zweiten Wärmetauscher wird das Rauchgas

wieder auf 105 °C aufgeheizt und über ein Saugzuggebläse der Entstickungs- und Dioxinzerstörungsanlage zugeführt.

**Rauchgasreinigung Entstickung und Dioxinzerstörung:** Die Entstickungsanlage arbeitet nach dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion (SCR) und stellt den letzten Schritt des Rauchgasreinigungsprozesses dar. Die Rauchgasströme beider Reinigungslinien werden zunächst vereint, mit verdampftem Ammoniakwasser (NH<sub>3</sub>) vermischt und mittels Wärmerohr und Gasflächenbrenner auf eine Reaktionstemperatur von 260 °C gebracht.

Beim Durchströmen der 3 Katalysatorlagen kommt es dann einerseits zur Umsetzung der Stickoxide (NO<sub>x</sub>) mit dem eingebrachten Ammoniak und dem im Rauchgas enthaltenen Sauerstoff zu Stickstoff und Wasserdampf, sowie andererseits zur Dioxin- und Furanzerstörung. Die auf diese Weise gereinigten Rauchgase werden im dritten Wärmetauscher abgekühlt und schließlich über einen 126 m hohen Kamin in die Atmosphäre abgeleitet.

**Abwasserreinigung:** Sämtliche in der Rauchgas-Nasswäsche anfallenden Abwässer werden in einer mehrstufigen Reinigungsanlage aufbereitet und anschließend dem Vorfluter (Donaukanal) zugeführt.

Die im Ausschleuswasser der ersten Nasswäschestufe gelöst vorliegenden Schwermetallverbindungen werden zunächst in einem Fällungsreaktor durch Zudosierung von Kalkmilch sowie spezieller Fällungs- und Flockungschemikalien in eine unlösliche Form gebracht, bevor im nachgeschalteten Lamellenklärer die Auftrennung der gebildeten Suspension in Überlaufwasser und Schwermetallhydroxid-Schlamm erfolgt. Nach wiederholtem Durchlauf von Fällungs- und Trennstufe wird der Hydroxidschlamm in einer Kammerfilterpresse auf eine Restfeuchte von ca. 30 % entwässert und als Filterkuchen in Big-Bags abgefüllt. Das gereinigte Abwasser wird in den Vorfluter eingeleitet.

Das mit Natriumsulfat beladene Ausschleuswasser der zweiten Nasswäschestufe wird in der Multi-Recycling-Anlage aufgearbeitet. Durch Kalkmilchzugabe wird das zunächst gelöste Natriumsulfat als Calciumsulfat (Gips) ausgefällt, im Klärbehälter sedimentiert und als Gipschlamm in den Nassentschlacker gepumpt. Die im Zuge des Fällungsprozesses wiedergewonnene Natronlauge wird in den Wasserkreislauf des zweiten Nasswäschers zurückgeschleust.



## 4 BESCHREIBUNG DER PLANUNG DES PROJEKTS

In diesem Kapitel ist in Stichworten die Planungsgrundlage des Verbrennungsversuches vor seiner Durchführung dargestellt.

Wesentliche Bereiche sind im Folgenden hervorgehoben:

- Verbrennungsversuch von Dienstag, 24.06.2003, 16:00h bis Donnerstag, 26.06.2003, 16:00h vor dem jährlichen Generalstillstand 2003 an der Verbrennungslinie 2 der MVA Spittelau.
- Dauer **48 Stunden**.
- Um einen optimalen Betriebszustand zu erreichen, erfolgt **vor** dem eigentlichen Versuchsbetrieb eine ca. 36-stündigen Einfahrphase der – für die Versuchszwecke herangezogenen – Verbrennungslinie mit beigemischten heizwertreicher Abfallfraktion.

### 4.1 Verbrennungsversuch

- Betrieb der MVA Spittelau mit nur einer Verbrennungslinie während des Verbrennungsversuchs.
- Verbrennung von ausschließlich heizwertreicher Fraktion über einen Zeitraum von ca. 48 Stunden an einer Verbrennungslinie. Bei einem angenommenen Durchsatz von ca. 13 bis 15 t/h (in Abhängigkeit des Heizwerts) wird hierbei ca. 720 t heizwertreiche Fraktion verbrannt. Der eigentliche Versuchszeitraum beträgt 46 Stunden, um die zeitliche Bilanzgrenze eindeutig zu definieren und dadurch die Massenermittlung (Input, Schlacke, Fe-Schrott, Asche) zu vereinfachen.
- Einfahrphase von ca. 36 Stunden. Die Einfahrzeit ist erforderlich, um den Rost vollständig mit heizwertreicher Fraktion zu beschicken bzw. langsam den Anteil der heizwertreichen Fraktion zu steigern.
- Beginn mit den Messungen im Rohgas nach dem Elektrofilter.  
Folgende Parameter werden im Rohgas bestimmt: Hg, Al, Cd, Pb.  
Folgende Betriebsparameter werden im Rohgas bestimmt: Volumenstrom, Feuchte, Temperatur, Druck.  
Es werden 8 Rohgasproben für die Schwermetalle gezogen. Die Feuchte wird diskontinuierlich beprobt (6x).
- Während des ca. 48-stündigen Versuchsbetriebs werden der Asche etwa jede Stunde und der Schlacke in einem bestimmten Zeitfenster Proben (Asche ca. 1 kg, Schlacke ca. 30 kg) entnommen.  
Folgende Parameter werden in Schlacke und Asche bestimmt: Hg, Al, Cd, Pb.  
Es werden je 10 Proben gezogen.
- Aufzeichnen der Betriebsparameter der MVA und allfälliger Auffälligkeiten während des Versuchsbetriebs (Trends, Dampfmenge, Massenströme, Temperatur, Unterdruck, Volumenstrom, Reingasemissionen, Rohgasemissionen, Hg im Wäscher-1-Abwasser, Cl im Reinwasser, ... ).
- Ermittlung des Heizwerts ( $H_u$ ) der verbrannten heizwertreichen Fraktion mit Hilfe der Betriebsdaten der MVA Spittelau.



- Getrennte Erfassung der Massen an Schlacke, Asche und Eisenschrott, welche direkt dem Versuch zugeordnet werden können.

#### 4.2 Zusätzliche Messungen

- Kontinuierliche Messung von Quecksilber im Abwasser des ersten Wäschers der Rauchgasreinigung.

#### 4.3 Zeitplanung

In Tabelle 3 und 4 ist der vorläufige Zeitplan vor der Durchführung des Verbrennungsversuchs dargestellt.

Tabelle 3: Zeitplan des Verbrennungsversuchs

Arbeitsschritt	Datum	Uhrzeit
Projektleitung	bis Projektfertigstellung	--
Abklären der Mülllogistik und Durchführung	05.05.2003 bis 26.06.2003	--
Beginn heizwertreiche Fraktion zuzumischen	23.06.2003	04:00h
Beginn der Beschickung mit reiner heizwertreiche Fraktion	24.06.2003	16:00h
Beginn des Versuchs	24.06.2003	18:00h
Massenermittlung (Asche) über Bandwaage 2	24.06. bis 26.06.2003	18:00h bis 16:00h
Massenermittlung heizwertreicher Fraktion	24.06. bis 26.06.2003	18:00h bis 16:00h
Erfassung, Lagerung, etc. der Schlacke, die dem Versuch zugeordnet werden kann	24.06. bis 26.06.2003	18:00h bis 16:00h
Erfassung, Lagerung, etc. des Fe-Schrotts (grob und fein), die dem Versuch zugeordnet werden kann	24.06. bis 26.06.2003	18:00h bis 16:00h
Probenahme Schlacke (Transport zu MA 48 am 27.06.2003); Ermittlung der Probenmengen	25.06. bis 26.06.2003	25.06.03 (7:00h bis 15:30h) 26.06.03 (7:00h bis 15:30h)
Probenahme Asche (Transport zu MA 48 am 27.06.2003); Ermittlung der Probenmengen	25.06. bis 26.06.2003	25.06.03 (7:00h bis 15:30h) 26.06.03 (7:00h bis 15:30h)

Tabelle 4: Zeitplan (Fortsetzung)

Arbeitsschritt	Datum	Uhrzeit
Aufbau Probenahme Rohgas	24.06.2003	--
Probenahme Rohgas	25.06. bis 26.06.2003	25.06.03 (9:00h bis 14:00h) 26.06.03 (9:00h bis 14:00h)
Ende der Beschickung mit <b>reiner</b> heizwertreicher Fraktion	26.06.2003	<b>16:00h</b>
Ende des Versuchs	26.06.2003	<b>16:00h</b>
Massenermittlung (Schlacke)	24.06. bis 26.06.2003	18:00h bis 16:00h
Massenermittlung (Fe-Schrott)	24.06. bis 26.06.2003	18:00h bis 16:00h
Analysen und Bericht (Schlacke und Asche)	1 Monat nach Probenahme	--
Analysen und Bericht (Rohgas)	1 Monat nach Probenahme	--
Datenaufnahme zum Betrieb der Anlage (Dampfmenge, Temperaturen, Reingasmessungen, etc.)	23.06.2003 bis 26.06.2003	12:00h (23.06.03) bis 19:00h (26.06.03)
Dokumentation von Auffälligkeiten während des Versuchsbetriebs	23.06.2003 bis 26.06.2003	12:00h (23.06.03) bis 19:00h (26.06.03)
Endbericht	August 2003	--

## **5 BESCHREIBUNG DER DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS**

Am 23.06.2003 um 4:00h wurde pünktlich mit der Einfahrphase des Verbrennungsversuchs begonnen. Der aufgegebene kommunale Hausmüll wurde im Verhältnis 1:1 mit der angelieferten heizwertreichen Fraktion gemischt.

Kurz nach 22:00h begannen erste Probleme bei der Behandlung der heizwertreichen Fraktion da diese über den Schurrenhals und den Beschickertisch direkt auf den Verbrennungsrost rutschte. Um ein zu schnelles und unkontrolliertes Abrutschen zu verhindern wurde als Gegenmaßnahme die Schurrenklappe leicht geschlossen (ca. 22:23h). Da das Problem nicht behoben werden konnte, wurde die Schurrenklappe um 22:57h weiter geschlossen.

Nach anschließender „Beruhigung“ des Müllkessels wurde um 3:05h die Verbrennungsluft erhöht, um eine optimale Verbrennung sicher zu stellen.

Am 24.06.2003, ab 4:00h, wurde bei der Aufgabe in den Müllkessel der aufgegebene kommunale Hausmüll planmäßig im Verhältnis 1:2 mit heizwertreicher Fraktion gemischt.

Die folgenden Einstellungen wurden vom Bedienpersonal des Müllkessels verändert:

- Beschickergeschwindigkeit,
- Rostgeschwindigkeit,
- Schlackewalze,
- Pressung der Primärluft.

Ab 10:00h wurde bei der Aufgabe in den Müllkessel der aufgegebene kommunale Hausmüll planmäßig im Verhältnis 1:3 mit heizwertreicher Fraktion gemischt.

Aufgrund einer Betriebsstörung am Müllkessel musste der Verbrennungsversuch abgebrochen werden. Die Betriebsanlage wurde am 24.06.2003 in der Zeit von 13:00h bis 14:00h außer Betrieb genommen.

### **5.1 Abweichung von der Projektplanung**

Mit der Einfahrphase des Verbrennungsversuches (Zumischung von heizwertreicher Fraktion zu kommunalem Hausmüll) wurde planmäßig am Montag, den 23.06.2003, 4:00h, begonnen.

Am 23.06.2003 trat im Laufe des späten Vormittags in der Müllbrennkammer eine Störung auf, wodurch der Betrieb der Anlage am frühen Nachmittag eingestellt werden sowie der Verbrennungsversuch abgebrochen werden musste.

Nach der Reparatur des Müllkessels wurde am 25.06.03 um 11:00h wieder mit der Müllbeschickung begonnen. Um die verbleibende Zeit zu nutzen sowie den Verbrennungsversuch doch noch durchzuführen, wurde der Müllkessel mit der heizwertreichen Fraktion ohne Beimischung zu kommunalem Hausmüll beschickt. Dies erwies sich als richtige Entscheidung, da der Müllkessel infolge der geringen Heizwertschwankungen der aufgegebenen Fraktion sehr stabil betrieben werden konnte. Die Beschickung mit der heizwertreichen Fraktion dauerte bis 26.06.03 um 16:00h.

## 5.2 Zeitlicher Ablauf des Verbrennungsversuchs

In Tabelle 5 ist die zeitliche Abfolge der wesentlichsten Projektschritte dargestellt.

Tabelle 5: Zeitlicher Ablauf des Verbrennungsversuchs

Arbeitsschritt	Datum	Uhrzeit [h]
Beginn der Aufgabe mit heizwertreicher Fraktion	25.06.2003	11:00
Beginn des Versuchs	25.06.2003	11:00
Massenermittlung heizwertreicher Fraktion – Beginn	25.06.2003	11:00
Massenermittlung (Asche) über Bandwaage 2 – Beginn	25.06.2003	11:00
Massenermittlung (Asche) über Brückenwaage	27.06.2003	--
Massenermittlung (Schlacke) über Brückenwaage	27.06.2003	--
Massenermittlung (Fe-Schrott) über Brückenwaage	27.06.2003	--
Probenahme Schlacke, Ermittlung der Probenmengen	25. bis 26.06.2003	--
Probenahme Asche, Ermittlung der Probenmengen	25. bis 26.06.2003	--
Aufbau Probenahme Rohgas	24.06.2003	--
Probenahme Rohgas	25. bis 26.06.2003	--
Ende der Beschickung mit <b>reiner</b> heizwertreicher Fraktion = Ende des Versuchs	26.06.2003	16:00h
Datenaufnahme zum Betrieb der Anlage (Dampfmenge, Temperaturen, Reingasmessungen, etc.)	23.06.2003 bis 26.06.2003	--
Dokumentation von Auffälligkeiten während des Versuchsbetriebs	23.06.2003 bis 26.06.2003	--

### 5.3 Probenahmestellen

In der folgenden Abbildung 4 sind die Probenahmestellen an der MVA Spittelau ersichtlich.

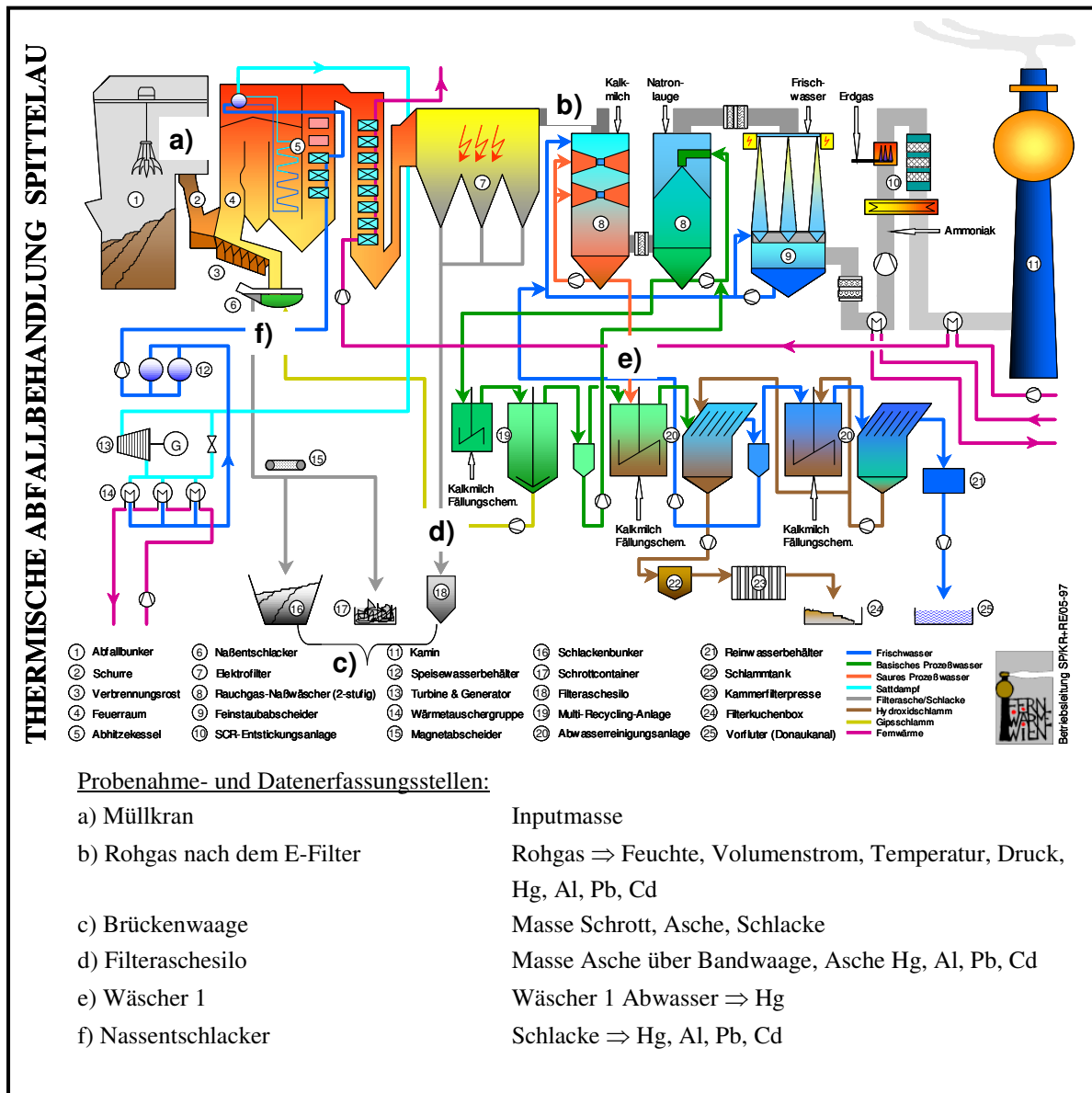


Abbildung 4: Probenahme- und Datenerfassung

Zur Veranschaulichung sind in den folgenden Abbildungen 5 bis 8 ausgewählte Probenahme- und Datenerfassungsbereiche für den Verbrennungsversuch an der MVA Spittelau dargestellt.



*Abbildung 5: Müllkran (Ermittlung der Inputmasse)*



*Abbildung 6: Nassentschlacker (Probenahmestelle für Schlacke)*



*Abbildung 7: Asche-Bandwaage (Ermittlung der Aschemasse, Probenahmestelle für Asche)*



*Abbildung 8: Schlackenbunker (Schlackenabwurf)*



## 5.4 Probenahmeplan

Im Rahmen des Verbrennungsversuchs wurden die folgenden Stoffströme beprobt und untersucht:

- Schlacke,
- Asche,
- Rohgas nach dem Elektrofilter,
- Eisenschrott (Grob- und Feinschrott),
- Abwasser aus dem 1. Wäscher der Rauchgasreinigung.

In Tabelle 6 sind die Details der Probenahme dargestellt.

Tabelle 6: Probenahmeplan

Parameter	Schlacke	Asche	Rohgas nach E-Filter	Fe-Schrott (Grob- und Feinschrott)	Wäscher 1 Abwasser
Probenahme	X	X	X		X
Masse	X	X		X	
Volumenstrom			X		X
Feuchte			X		
Temperatur			X		
Hg	X	X	X		X
Pb	X	X	X		
Cd	X	X	X		
Al	X	X	X		

Anmerkung: Die gezogenen Asche- und Schlackeproben werden gewogen und bei der Massenbilanz berücksichtigt.

## 6 DOKUMENTATION DES BETRIEBES DER MVA SPITTELAU

In diesem Kapitel wird der Versuchsbetrieb während der Verbrennungsversuche beschrieben.

### 6.1 Massenbilanz der MVA Spittelau

Die Massenbilanz der MVA Spittelau im Rahmen des Verbrennungsversuchs ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Massenbilanz von 25.06.2003, 11:00h bis 26.06.2003, 16:00h (29 Stunden)

Stoffstrom	Menge [t]	Output-Ströme in Bezug auf 1 t Abfall
Input heizwertreiche Fraktion	315,5	1.000 kg
Schlacke	24	76 kg
Asche	4,5	14 kg
Grobschrott	0	0
Feinschrott	0,107 – 0,232	0,3 – 0,7 kg
Filterkuchen	Nicht zuordenbar ⇒ nicht bestimmt	-- <sup>1)</sup>
1) Anmerkung: Bei der Verbrennung von kommunalem Hausmüll beträgt der Filterkuchen in Bezug auf 1 t verbranntem Abfall < 1 kg		

Aufgrund der vorgeschalteten mechanischen Abfallbehandlungsanlage befand sich in der Schlacke ein sehr geringer Eisenschrott-Anteil. Aufgrund des höheren Heizwertes der heizwertreichen Fraktion – in Bezug auf die beispielsweise im Jahr 2002 verbrannten Abfällen – verminderte sich der Durchsatz auf ca. 35 %.

Im Vergleich mit den beispielsweise im Jahr 2002 verbrannten Abfällen konnte bei der Verbrennung der heizwertreichen Fraktion ein verringerter Schlackeanfall beobachtet werden. Demgegenüber ist die Masse der angefallenen Asche etwa vergleichbar.

## 6.2 Betriebszustand der MVA Spittelau

Der eigentliche Verbrennungsversuch an der MVA Spittelau wurde im Zeitraum vom 25.06.03, 11:00h bis 26.06.03, 16:00h durchgeführt, wobei ca. 315,5t heizwertreiche Fraktion (Korngröße: 50 bis 250 mm) bei einem stündlichen Durchsatz von < 11 t verbrannt wurden. Wie bereits oben angeführt, wurde der Müllkessel beim Anfahren nach der Reparatur mit der heizwertreichen Fraktion ohne Beimischung zu Restmüll beschickt.

Im gesamten Zeitraum des Versuches musste das Bedienpersonal des Müllkrans darauf achten, dass sich nicht zuviel Abfall in der Müllschurre befindet. Dies begründet sich auf der Tatsache, dass es sich bei der heizwertreichen Fraktion um zerkleinerten Abfall handelt, welcher bei zu großem Gewicht dazu neigt, über den Schurrenhals und den Beschickertisch direkt auf den Verbrennungsrost zu fallen. Als zusätzliche Maßnahme wurde die Schurrenklappe leicht geschlossen.

Damit die Masse an heizwertreicher Fraktion auf dem Verbrennungsrost gering gehalten wurde, stellte man den Vorschub des Beschickers und die Geschwindigkeit des Rostes auf sehr niedrige Werte. Über längere Zeiträume wurden Rost und Schlackenwalze außer Betrieb genommen, da die Schichtstärke an heizwertreicher Fraktion auf dem Rost ansonsten zu klein wurde.

Während der gesamten Versuchsdauer kam es vereinzelt zu Dampfmengen- und daraus resultierend zu CO Spitzen.

Die folgenden Abbildungen 9 bis 13 sind Auszugsweise der Leittechnik entnommen und zeigen zur Veranschaulichung den Betriebszustand des Müllkessels zur Zeit des Verbrennungsversuchs.

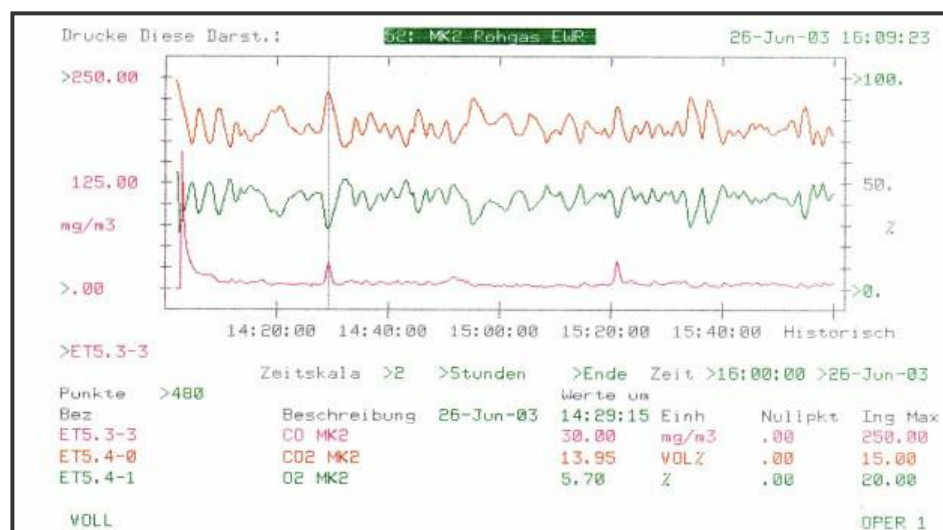


Abbildung 9: CO-, CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Konzentrationen im Rohgas des Müllkessel 2 der MVA Spittelau

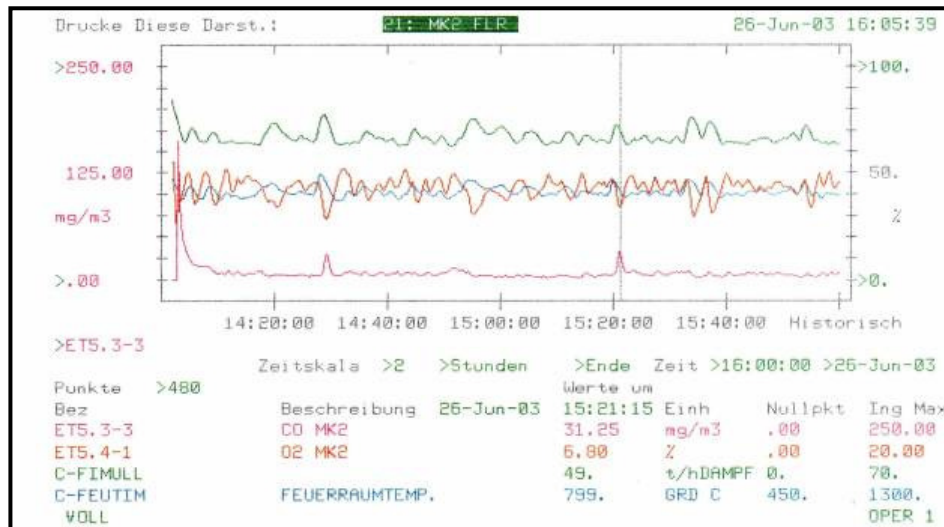


Abbildung 10: CO-, CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Konzentrationen im Rohgas sowie Dampfmenge und Feuerraumtemperatur (gemessen mittels Pyrometer nach der Brennkammer) des Müllkessel 2 der MVA Spittelau

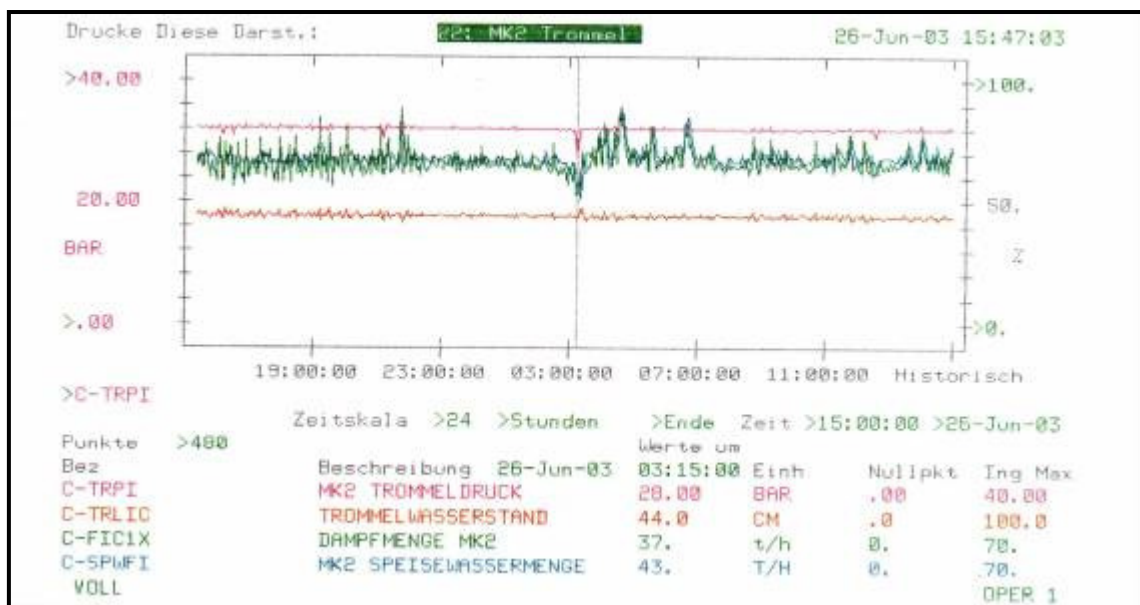


Abbildung 11: Trommeldruck, Trommelwasserstand, Dampf- und zugeführte Speisewassermenge des Müllkessel 2 der MVA Spittelau



### 6.3 Schlussfolgerungen

Im Folgenden sind die wesentlichsten Schlussfolgerungen des Verbrennungsversuchs beschrieben:

- Vor dem eigentlichen Verbrennungsversuch wurde im Rahmen einer Einfahrphase die heizwertreiche Fraktion anteilig dem kommunalem Hausmüll beigemischt. Aufgrund der dadurch auftretenden Heizwertschwankungen bzw. immer wieder veränderten Zusammensetzung des Inputs ergab sich eine anspruchsvolle Steuerung des Müllkessels. Erst nach der Aufgabe von heizwertreicher Fraktion ohne Zumischung von kommunalem Hausmüll war ein einfacher und optimierter Betrieb des Müllkessels möglich.
- Aufgrund des höheren Heizwertes der heizwertreichen Fraktion – in Bezug auf die im Jahr 2002 verbrannten Abfällen – verminderte sich der Durchsatz auf ca. 35 %.
- Im Vergleich mit den im Jahr 2002 verbrannten Abfällen konnte bei der Verbrennung der heizwertreichen Fraktion ein verringerter Schlackeanfall beobachtet werden.
- Aufgrund der vorgeschalteten mechanischen Abfallbehandlungsanlage befand sich in der Schlacke ein sehr geringer Eisenschrott-Anteil.
- Während der Einfahrphase gab es Probleme, da die zugemischte heizwertreiche Fraktion bei der Aufgabe in die Müllschurre direkt auf den Verbrennungsrost rutschte und dadurch Probleme bei der Verbrennungsregelung verursachte.

## 7 ERGEBNISSE DES VERBRENNUNGSVERSUCHS

### 7.1 Begriffe hinsichtlich Probenahme und Auswertung

Zum besseren Verständnis sind in den folgenden Ausführungen die Begriffe Rohgas, Asche und Schlacke hinsichtlich der Ausführungen zur **Probenahme** erläutert:

- Rohgas: Abgas nach dem Elektrofilter der Verbrennungslinie 2
- Asche: Elektrofilterstaub der Verbrennungslinie 2
- Schlacke: Schlacke, Rostasche und Kesselasche der Verbrennungslinie 2

## 7.2 Messungen im Rohgas nach dem Elektrofilter

### 7.2.1 Kohlenmonoxid-Emissionen und Dampfmenge

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die Betriebsparameter Kohlenmonoxid und Dampfmenge für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs dargestellt.

Tabelle 8: Kohlenmonoxid und Dampfmenge für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs

Zeit	Dampf t/h	CO mg/Nm <sup>3</sup>	Zeit	Dampf t/h	CO mg/Nm <sup>3</sup>
<b>7.2.1.1.1 MK2-Rohgas 25.06.2003</b>			<b>MK2-Rohgas 26.06.2003</b>		
11:00	7,3	57,0	01:30	45,9	9,2
11:30	9,0	31,7	02:00	46,0	3,6
12:00	27,0	45,9	02:30	46,1	3,2
12:30	31,4	40,8	03:00	44,8	6,4
13:00	40,6	38,2	03:30	42,8	9,7
13:30	44,9	21,8	04:00	48,4	9,7
14:00	45,8	24,9	04:30	50,3	6,6
14:30	45,9	29,3	05:00	52,3	12,9
15:00	45,5	15,6	05:30	47,6	5,8
15:30	47,0	26,0	06:00	49,0	14,1
16:00	46,6	30,1	06:30	47,8	9,0
16:30	45,6	25,8	07:00	50,8	23,4
17:00	44,2	15,8	07:30	47,5	4,6
17:30	45,5	15,5	08:00	45,6	5,5
18:00	44,9	12,5	08:30	45,7	3,9
18:30	46,1	13,4	09:00	46,5	4,9
19:00	45,4	8,4	09:30	47,9	12,0
19:30	46,7	22,4	10:00	46,8	5,4
20:00	46,4	15,8	10:30	45,7	5,3
20:30	46,5	19,5	11:00	46,4	7,3
21:00	45,8	10,8	11:30	47,6	10,6
21:30	46,7	32,1	12:00	47,7	5,9
22:00	48,4	22,8	12:30	46,8	6,8
22:30	46,2	12,3	13:00	46,0	11,0
23:00	45,7	3,9	13:30	46,0	7,7
23:30	46,4	4,6	14:00	47,4	9,9
00:00	45,3	4,5	14:30	48,3	10,6
<b>MK2-Rohgas 26.06.2003</b>			15:00	46,8	7,5
00:30	46,0	9,1	16:00	46,7	6,8
01:00	45,8	4,8			



In der nachfolgenden Abbildung 14 sind die Betriebsparameter Kohlenmonoxid und Dampfmenge für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs dargestellt.

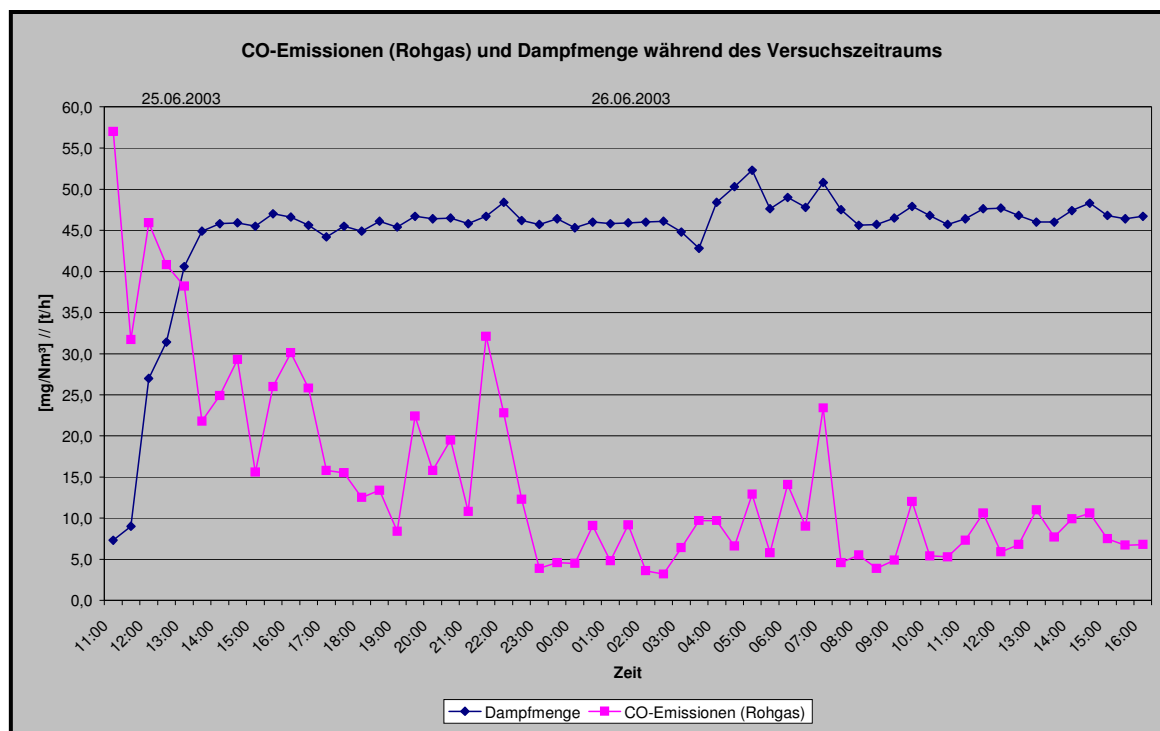


Abbildung 14: Kohlenmonoxid und Dampfmenge für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs (25. bis 26.06.2003)

### 7.2.2 Quecksilber, Cadmium, Blei, Aluminium im Rohgas

Die Bestimmung der Metalle erfolgte getrennt nach partikelgebundener und filtergängiger Fraktion, sodass neben der Gesamtsumme für jeden Parameter bei jeder Messung ein Wertepaar ermittelt wurde.

Weiters wurden die Abgasströmgeschwindigkeit und der Feuchtegehalt des Abgases diskontinuierlich ermittelt und die Abgastemperatur registriert.

Die Probenahme erfolgte durch die isokinetische Entnahme eines Teilgasvolumens aus dem Rohgas nach dem Elektrofilter, wobei der Staub auf einem außerhalb des Abgaskanals gelegenen Flachfilterhalter abgeschieden wurde (Pallflex Products Cop. Quarzfilter, Type 2500QAT-UP, 49,2 mm).

Das Absorptionssystem besteht aus zwei hintereinandergeschalteten gekühlten Impingern, wobei der erste zur Kondensatabscheidung diente (Vorlage  $\text{HNO}_3$ ), der zweite mit 4,5%iger Salpetersäure (BOOS 2003). Im dritten Impinger wurde 2% m/m  $\text{KMnO}_4$ /20 % m/M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  für die Quecksilberabscheidung vorgelegt [prEN 13211 Luftqualität – Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Gesamtquecksilber-Konzentration und VDI 3868, Blatt 1 Messen der Gesamtemission von Metallen, Halbmetallen und ihren Verbindungen. Manuelle Messung in strömenden, emittierten Gasen. Probenahmesystem für partikelgebundene und filtergängige Stoffe. Oktober 1992].

Die Bestimmung der Metallkonzentration erfolgte mittels ICP/MS (PE SCIEX Elan 6100) bzw. AAS-Kaltdampftechnik nach Aufschluss in Anlehnung an VDI 2268, Blatt 1-4 (Stoffbestimmung an Partikeln).

Die Strömungsgeschwindigkeit und die Abgastemperatur wurden stichprobenartig mit einem Flügelradanemometer Test 0635-6045 (Fa. Test GmbH, Messbereich 0,6-20 m/s) ermittelt. Für die Messung des atmosphärischen Druckes wurde eine Barometer Altitronic Professionell verwendet (Fa. Revue Thommen AG) und die Bestimmung des Feuchtegehaltes des Abgases erfolgte gravimetrisch mit Kieselgel.

Die nachstehend angeführten relativen Nachweisgrenzen und Wiederholbarkeiten (Tabelle 9) wurden bei einer vergleichbaren Fragestellung an einer anderen Betriebsanlage ermittelt. Und stellen aufgrund des geringen Messwertkollektivs Orientierungswerte dar (BOOS 2003a). Des weiteren wird in diesem Zusammenhang auf die in den genannten Normen angeführten Verfahrenskenndaten verwiesen.

Tabelle 9: Nachweisgrenzen und Wiederholbarkeiten für die gemessenen Schadstoff-Parameter

Parameter	relative Nachweisgrenze		Wiederholbarkeit
	partikelgebunden	filtergängig	
	[ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ]	[%]
Quecksilber	0,1	0,5	20
Blei	0,12	0,1	17
Cadmium	0,02	0,01	22
Aluminium	0,5	0,3	k.A.

In den nachfolgenden Tabellen 10 und 11 sind Daten zur Probenahme und Messergebnisse im Rohgas nach dem Elektrofilter dargestellt.

Tabelle 10: Probenahmedaten (BOOS 2003)

Datum	Probe Nr.	Probenahmeintervall [hh:mm]	Sammelvolumen[ $\text{Nm}^3$ ]
25. Juni 2003	1	13:15 – 14:45	3,0096
25. Juni 2003	2	14:54 – 16:25	2,9527
25. Juni 2003	3	16:30 – 17:56	2,8221
25. Juni 2003	4	17:59 – 19:26	2,7128
26. Juni 2003	5	08:55 – 10:22	3,185
26. Juni 2003	6	10:26 – 11:49	2,8779
26. Juni 2003	7	11:53 – 13:23	3,2631
26. Juni 2003	8	13:27 – 14:57	3,0683

Tabelle 11: Messergebnisse im Rohgas nach dem Elektrofilter, bez. 11 % O<sub>2</sub> (BOOS 2003)

Datum	Quecksilber (filtergänglich und partikulär) [mg/Nm <sup>3</sup> <sub>tr</sub> ]	Aluminium (filtergänglich und partikulär) [mg/Nm <sup>3</sup> <sub>tr</sub> ]	Blei (filtergänglich und partikulär) [mg/Nm <sup>3</sup> <sub>tr</sub> ]	Cadmium (filtergänglich und partikulär) [mg/Nm <sup>3</sup> <sub>tr</sub> ]
25.6.03 (Probe 1)	0,0115	0,0102	0,046	0,0020
25.6.03 (Probe 2)	0,0099	0,0077	0,069	0,0029
25.6.03 (Probe 3)	0,0127	0,0055	0,05	0,0019
25.6.03 (Probe 4)	0,0143	0,0069	0,065	0,0031
26.6.03 (Probe 1)	0,0167	0,0067	0,038	0,0018
26.6.03 (Probe 2)	0,0206	0,0049	0,071	0,0026
26.6.03 (Probe 3)	0,0189	0,0042	0,049	0,0016
26.6.03 (Probe 4)	0,0266	0,0036	0,047	0,0018
<b>Mittelwert</b>	<b>0,0164</b>	<b>0,0062</b>	<b>0,0544</b>	<b>0,0022</b>

In der nachfolgenden Abbildung 15 ist der Verlauf der Schadstoff-Konzentrationen Hg, Pb, Cd und Al während des Verbrennungsversuchs dargestellt.

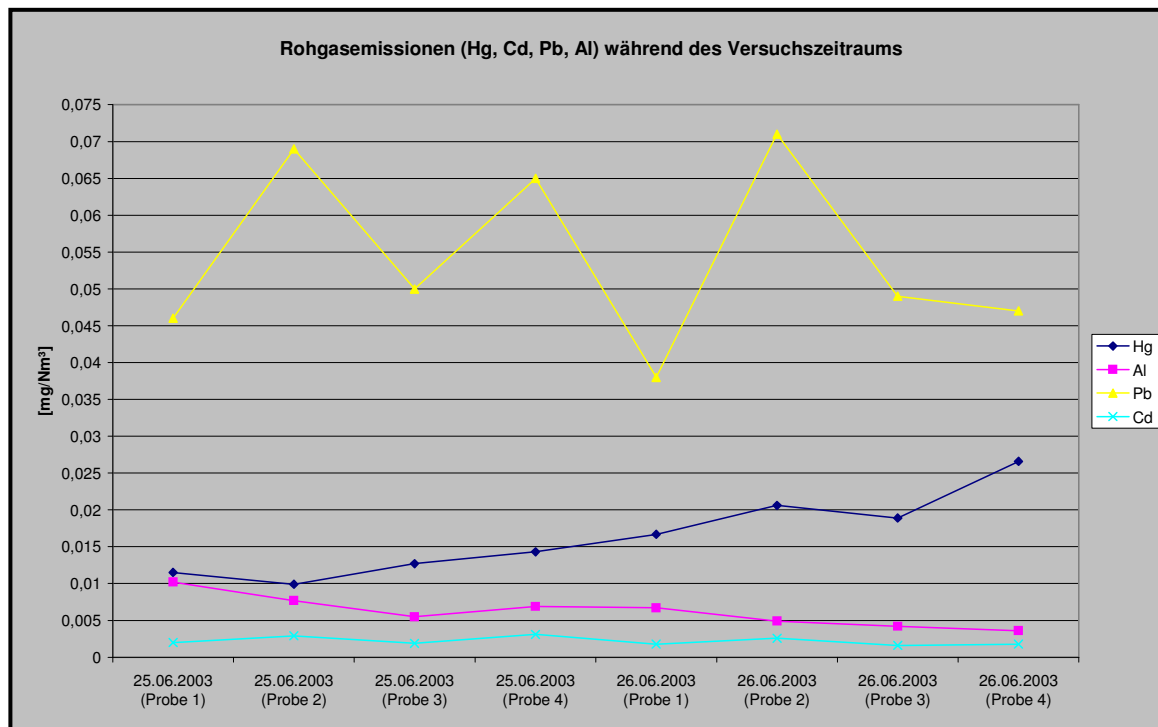


Abbildung 15: Verlauf der Konzentrationen der Schadstoff-Parameter Hg, Pb, Cd, Al im Rohgas nach dem Elektrofilter, bez. 11 % O<sub>2</sub>

## 7.3 Untersuchungen in der Schlacke

### 7.3.1 Probenahme

- Proben 1 bis 5

Am 25.06.2003 wurden etwa jede halbe Stunde ca. 10 kg Probenmaterial dem Nassentschlacker entnommen und in die Proben-Behälter 1 bis 5 verbracht (Anmerkung: Die 10 kg-Probenahme erfolgte mittels Schaufel über die gesamte Breite des Nassentschlackers.).

Nach Abschluss der Probenahme enthielt jeder Behälter ca. 30 bis 35 kg Schlacke.

- Proben 6 bis 10

Am 26.06.2003 wurden alle 20 Minuten ca. 6 – 11 kg Probenmaterial dem Nassentschlacker entnommen und in die Proben-Behälter 6 bis 10 verbracht (Anmerkung: Die 10 kg-Probenahme erfolgte mittels Schaufel über die gesamte Breite des Nassentschlackers.).

Nach Abschluss der Probenahme enthielt jeder Behälter ca. 30 bis 35 kg Schlacke.

Nach jeder Probenahme wurde der Behälter mit einem Deckel zugedeckt, um ein Eindringen von Fremdkörpern zu verhindern.

### 7.3.2 Ergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle 12 sind die Ergebnisse der Untersuchungen in der Schlacke dargestellt (Anmerkung: Untersuchungsmethode nach Deponieverordnung).

Tabelle 12: Hg-, Pb-, Cd-, Al- Gesamtgehalte in der Schlacke nach BÖKER (2003)

Probe	Datum	Uhrzeit	Gesamtgehalte													
			TS %	Cadmium mg/kg	MW	Blei mg/kg	MW	Kupfer mg/kg	MW	Zink mg/kg	MW	Quecksilber mg/kg	MW	Aluminium mg/kg	MW	
1/1	25.06.2003	19.45-21.32	82,31	27,37		2.089,58		3.359,33		4.141,17		0,256		81.703,66		
1/2	25.06.2003	19.45-21.33		27,30	27,34	2.179,13	2.134,36	3.348,66	3.353,99	4.654,14	4.397,66	0,195	0,225	73.010,80	77.357,23	
2/1	25.06.2003	22.00-23.30	83,58	24,16		1.859,44		4.078,78		4.432,67		0,104		78.176,55		
2/2	25.06.2003	22.00-23.30		24,51	24,34	1.848,71	1.854,07	4.716,70	4.397,74	4.266,51	4.349,59	0,116	0,110	83.301,69	80.739,12	
3/1	26.06.2003	00.00-01.30	83,61	29,05		2.109,58		4.679,06		4.838,53		0,092		79.464,11		
3/2	26.06.2003	00.00-01.30		30,85	29,95	1.978,22	2.043,90	4.815,67	4.747,37	4.197,22	4.517,88	0,104	0,098	65.700,87	72.582,49	
4/1	26.06.2003	2.00-3.30	74,53	22,26		1.699,32		6.247,50		3.493,10		0,103		75.169,93		
4/2	26.06.2003	2.00-3.30		21,03	21,64	1.639,67	1.669,50	4.889,02	5.568,26	3.538,29	3.515,70	0,125	0,114	72.745,45	73.957,69	
5/1	26.06.2003	4.00-5.30	79,17	41,65		2.328,37		4.456,88		3.145,80		0,074		83.521,53		
5/2	26.06.2003	4.00-5.30		54,23	47,94	2.180,00	2.254,19	4.280,00	4.368,44	3.188,00	3.166,90	0,065	0,069	82.280,00	82.900,77	
6/1	26.06.2003	8.55-9.50	83,54	9,43		889,91		5.729,43		3.414,66		0,168		99.150,08		
6/2	26.06.2003	8.55-9.50		8,19	8,81	789,61	839,76	6.146,93	5.938,18	3.419,79	3.417,22	0,151	0,159	98.730,63	98.940,36	
7/1	26.06.2003	10.15-11.20	85,3	6,00		689,45		5.825,34		3.397,28		1,174		89.988,01		
7/2	26.06.2003	10.15-11.20		6,44	6,22	739,85	714,65	4.939,01	5.382,18	2.549,49	2.973,39	1,145	1,159	101.199,76	95.593,88	
8/1	26.06.2003	11.40-12.50	85,24	16,21		1.080,00		3.210,00		2.802,00		2,370		100.200,00		
8/2	26.06.2003	11.40-12.50		13,51	14,86	1.079,89	1.079,95	4.089,59	3.649,80	2.700,23	2.751,11	2,120	2,245	94.390,56	97.295,28	
9/1	26.06.2003	13.08-14.00	88,36	3,74		659,60		4.427,34		1.952,83		2,004		103.477,91		
9/2	26.06.2003	13.08-14.00		4,25	3,99	759,62	709,61	5.167,42	4.797,38	2.016,49	1.984,66	2,004	2,004	91.674,16	97.576,04	
10/1	26.06.2003	14.20-15.27	84,89	4,76		659,47		5.465,63		2.003,90		4,621		92.925,66		
10/2	26.06.2003	14.20-15.27		4,54	4,65	639,62	649,54	4.177,49	4.821,56	1.731,46	1.867,68	4,642	4,632	80.931,44	86.928,55	

## 7.4 Untersuchungen in der Asche

### 7.4.1 Probenahme

- Proben 1 bis 5

Am 25.06.2003 wurde etwa alle 20 bis 30 Minuten ca. 300 bis 350 g Probenmaterial mittels Schaufel nach der Asche-Bandwaage entnommen und in die Proben-Behälter 1 bis 5 verbracht.

- Proben 6 bis 10

Am 26.06.2003 wurde etwa alle 20 Minuten ca. 220 bis 270 g Probenmaterial mittels Schaufel nach der Asche-Bandwaage entnommen und in die Proben-Behälter 1 bis 5 verbracht.

Nach jeder Probenahme wurde der Behälter mit einem Deckel zugedeckt, um ein Eindringen von Fremdkörpern zu verhindern.

### 7.4.2 Ergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle 13 sind die Ergebnisse der Untersuchungen in der Asche dargestellt (Anmerkung: Untersuchungsmethode nach Deponieverordnung).

Tabelle 13: Hg-, Pb-, Cd-, Al- Gesamtgehalte in der Asche nach BÖKER (2003)

Probe	Datum	Uhrzeit	Gesamtgehalte												
			TS %	Cadmium mg/kg	MW	Blei mg/kg	MW	Kupfer mg/kg	MW	Zink mg/kg	MW	Quecksilber mg/kg	MW	Aluminium mg/kg	MW
1/1	25.06.2003	14.10-15.12	99,76	272,76		5.997,00		835,58		12.995,50		4,888		60.649,68	
1/2	25.06.2003	14.10-15.12		267,86	270,31	5.994,60	5.995,80	852,23	843,91	13.527,82	13.261,66	5,195	5,041	57.448,30	59.048,99
2/1	25.06.2003	15.36-16.25	99,5	240,63		6.245,63		870,39		14.218,05		4,597		61.896,67	
2/2	25.06.2003	15.36-16.25		236,55	238,59	6.278,74	6.262,19	844,83	857,61	13.971,21	14.094,63	4,429	4,513	63.107,38	62.502,03
3/1	25.06.2003	16.45-17.35	99,42	196,66		5.426,20		820,43		12.948,94		4,557		68.871,79	
3/2	25.06.2003	16.45-17.35		192,04	194,35	5.398,38	5.412,29	814,76	817,59	13.158,05	13.053,49	4,359	4,458	68.459,46	68.665,63
4/1	25.06.2003	18.00-18.45	99,41	211,66		6.188,76		815,84		14.545,09		3,919		53.449,31	
4/2	25.06.2003	18.00-18.45		211,62	211,64	6.097,56	6.143,16	789,68	802,76	14.498,20	14.521,65	3,269	3,594	57.197,12	55.323,22
5/1	25.06.2003	19.10-19.57	99,24	278,14		6.758,65		890,82		16.968,61		8,138		42.711,46	
5/2	25.06.2003	19.10-19.57		273,99	276,07	6.707,32	6.732,98	877,65	884,24	16.725,31	16.846,96	7,407	7,773	46.781,29	44.746,37
6/1	26.06.2003	9.00-9.55	99,53	299,96		7.014,39		970,22		11.432,85		6,185		38.109,51	
6/2	26.06.2003	9.00-9.55		314,50	307,23	7.400,00	7.207,19	973,00	971,61	11.776,00	11.604,43	6,020	6,103	48.300,00	43.204,76
7/1	26.06.2003	10.07-11.30	99,51	479,46		11.634,18		1.489,26		15.970,01		10,605		36.401,80	
7/2	26.06.2003	10.07-11.30		489,46	484,46	12.231,44	11.932,81	1.488,96	1.489,11	16.322,57	16.146,29	10,573	10,589	38.013,39	37.207,59
8/1	26.06.2003	11.45-12.53	99,51	360,69		8.977,31		1.189,64		12.714,19		9,717		49.105,27	
8/2	26.06.2003	11.45-12.53		358,43	359,56	9.058,19	9.017,75	1.159,77	1.174,71	12.999,40	12.856,79	9,348	9,533	48.450,31	48.777,79
9/1	26.06.2003	13.05-13.55	99,38	340,33		9.072,74		1.229,02		12.825,74		10,681		45.823,34	
9/2	26.06.2003	13.05-13.55		322,64	331,48	8.635,68	8.854,21	1.154,42	1.191,72	12.117,94	12.471,84	10,605	10,643	45.877,06	45.850,20
10/1	26.06.2003	14.17-15.20	99,41	341,49		8.842,04		1.223,90		13.062,24		11,769		46.518,13	
10/2	26.06.2003	14.17-15.20		338,27	339,88	8.799,12	8.820,58	1.204,88	1.214,39	12.732,73	12.897,49	15,038	13,404	45.635,44	46.076,79

## 7.5 Untersuchungen im Wäscher 1 Abwasser

Im Abwasser der Wäscher 1 wird Quecksilber kontinuierlich gemessen. Die Ergebnisse der Messungen sind in den nachfolgenden Tabellen 14 und 15 dargestellt. Die Verläufe während des Verbrennungsversuchs sind in den Abbildungen 16 und 17 dargestellt.

Tabelle 14: Gemessene Quecksilberkonzentrationen im Abwasser des 1. Wäscher der Rauchgasreinigung am 25.06.2003

Zeit	mg/l	Zeit	mg/l	Zeit	mg/l
11:00:00	0,00	15:24:00	0,02	19:48:00	0,18
11:12:00	0,00	15:36:00	0,02	20:00:00	0,18
11:24:00	0,00	15:48:00	0,02	20:12:00	0,18
11:36:00	0,00	16:00:00	0,02	20:24:00	0,18
11:48:00	0,00	16:12:00	0,02	20:36:00	0,18
12:00:00	0,00	16:24:00	0,02	20:48:00	0,10
12:12:00	0,00	16:36:00	0,00	21:00:00	0,04
12:24:00	0,00	16:48:00	0,00	21:12:00	0,02
12:36:00	0,00	17:00:00	0,02	21:24:00	0,02
12:48:00	0,00	17:12:00	0,00	21:36:00	0,00
13:00:00	0,00	17:24:00	0,00	21:48:00	0,00
13:12:00	0,00	17:36:00	0,00	22:00:00	0,00
13:24:00	0,10	17:48:00	0,00	22:12:00	0,00
13:36:00	0,12	18:00:00	0,00	22:24:00	0,00
13:48:00	0,06	18:12:00	0,00	22:36:00	0,00
14:00:00	0,04	18:24:00	0,00	22:48:00	0,00
14:12:00	0,02	18:36:00	0,02	23:00:00	0,00
14:24:00	0,02	18:48:00	0,00	23:12:00	0,00
14:36:00	0,02	19:00:00	0,02	23:24:00	0,00
14:48:00	0,02	19:12:00	0,00	23:36:00	0,00
15:00:00	0,02	19:24:00	0,12	23:48:00	0,00
15:12:00	0,02	19:36:00	0,18	00:00:00	0,00

Tabelle 15: Gemessene Quecksilberkonzentrationen im Abwasser des 1. Wäscher der Rauchgasreinigung am 26.06.2003

Zeit	mg/l	Zeit	mg/l	Zeit	mg/l
00:12:00	0,00	05:36:00	0,00	11:00:00	0,22
00:24:00	0,00	05:48:00	0,00	11:12:00	0,02
00:36:00	0,00	06:00:00	0,00	11:24:00	0,14
00:48:00	0,00	06:12:00	0,00	11:36:00	0,22
01:00:00	0,00	06:24:00	0,00	11:48:00	0,26
01:12:00	0,00	06:36:00	0,00	12:00:00	0,26
01:24:00	0,00	06:48:00	0,00	12:12:00	0,26
01:36:00	0,00	07:00:00	0,00	12:24:00	0,26
01:48:00	0,00	07:12:00	0,00	12:36:00	0,24
02:00:00	0,00	07:24:00	0,00	12:48:00	0,16
02:12:00	0,00	07:36:00	0,12	13:00:00	0,10
02:24:00	0,00	07:48:00	0,14	13:12:00	0,08
02:36:00	0,00	08:00:00	0,14	13:24:00	0,04
02:48:00	0,00	08:12:00	0,16	13:36:00	0,04
03:00:00	0,00	08:24:00	0,18	13:48:00	0,04
03:12:00	0,00	08:36:00	0,12	14:00:00	0,02
03:24:00	0,08	08:48:00	0,06	14:12:00	0,02
03:36:00	0,14	09:00:00	0,02	14:24:00	0,02
03:48:00	0,14	09:12:00	0,02	14:36:00	0,02
04:00:00	0,14	09:24:00	0,00	14:48:00	0,02
04:12:00	0,12	09:36:00	0,06	15:00:00	0,02
04:24:00	0,06	09:48:00	0,20	15:12:00	0,02
04:36:00	0,02	10:00:00	0,22	15:24:00	0,02
04:48:00	0,02	10:12:00	0,22	15:36:00	0,02
05:00:00	0,00	10:24:00	0,22	15:48:00	0,02
05:12:00	0,00	10:36:00	0,24	16:00:00	0,02
05:24:00	0,00	10:48:00	0,24		



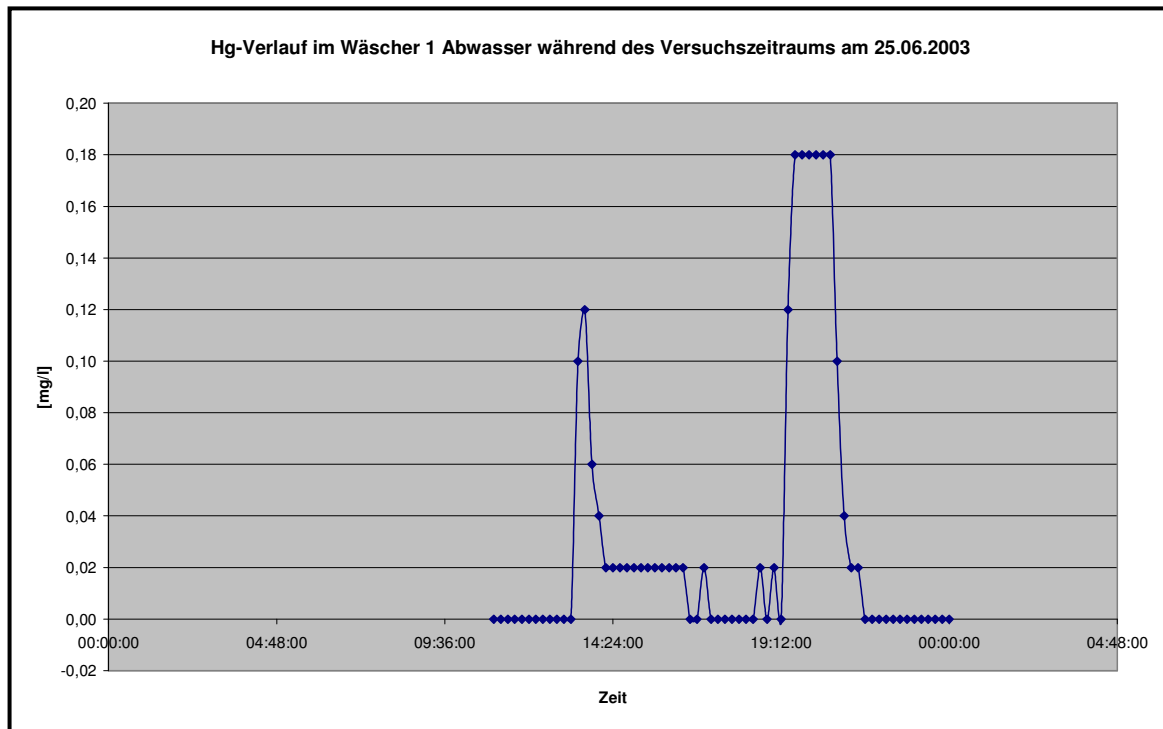


Abbildung 16: Verlauf der gemessenen Quecksilberkonzentrationen im Abwasser des 1. Wäscher der Rauchgasreinigung am 25.06.2003

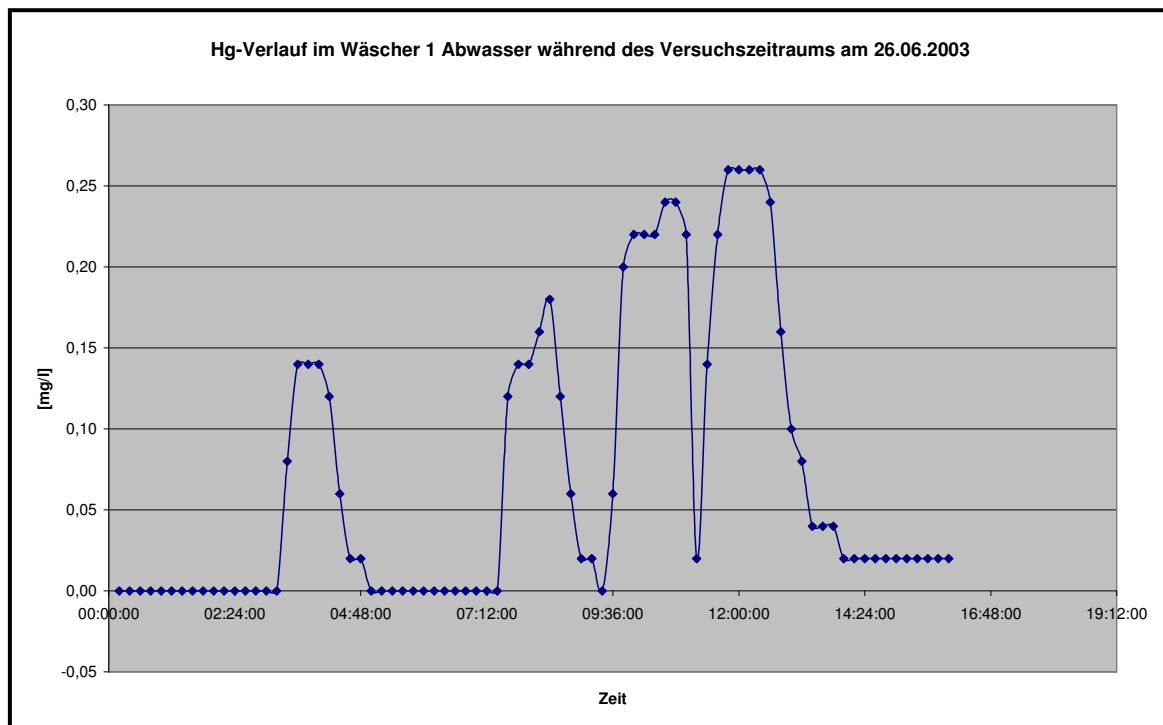


Abbildung 17: Verlauf der gemessenen Quecksilberkonzentrationen im Abwasser des 1. Wäscher der Rauchgasreinigung am 26.06.2003

Die Untersuchungen im Abwasser des 1. Wäschers der Rauchgasreinigung ergab insbesondere die folgenden Ergebnisse:

- Tagesmittelwert Hg im Versuchszeitraum am 25.06.2003: 0,03 mg/l (entspricht 30 mg/m<sup>3</sup>).
- Tagesmittelwert Hg im Versuchszeitraum am 26.06.2003: 0,07 mg/l (entspricht 70 mg/m<sup>3</sup>).
- Tagesmittelwert Volumenstrom im Versuchszeitraum am 25.06.2003: 110,4 m<sup>3</sup>/d (Wäscher 1 Abwasser); daraus entspricht in 13h 54,6 m<sup>3</sup>.
- Tagesmittelwert Volumenstrom im Versuchszeitraum am 26.06.2003: 135,1 m<sup>3</sup>/d (Wäscher 1 Abwasser); daraus entspricht in 16h 89,6 m<sup>3</sup>.
- Im Versuchszeitraum am 25.06.2003 wurden in 13h 1.638 mg an Hg freigesetzt; daraus entspricht 126 mg/h.
- Im Versuchszeitraum am 26.06.2003 wurden in 16h 6.272 mg an Hg freigesetzt, daraus entspricht 392 mg/h.
- Im Versuchszeitraum am 25.06.2003 wurden bei einem durchschnittlichen stündlichen Durchsatz von 10,88 t 11,6 mg an Hg je Tonne Abfallinput freigesetzt.
- Im Versuchszeitraum am 26.06.2003 wurden bei einem durchschnittlichen stündlichen Durchsatz von 10,88 t 36 mg an Hg je Tonne Abfallinput freigesetzt.

## 7.6 Messungen im Reingas nach erfolgter Abgasreinigung

In der nachfolgenden Tabelle 16 sind die Konzentrationen der Schadstoff-Parameter SO<sub>2</sub>, HCl, NO<sub>2</sub>, C<sub>org</sub> und Staub für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs dargestellt.

Tabelle 16: Konzentrationen der Schadstoff-Parameter SO<sub>2</sub>, HCl, NO<sub>2</sub>, C<sub>org</sub> und Staub für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs

Datum: 25.06.2003 (alle Einheiten mg/Nm <sup>3</sup> )						Datum: 26.06.2003 (alle Einheiten mg/Nm <sup>3</sup> )					
Zeit	SO <sub>2</sub>	HCl	NO <sub>2</sub>	Corg	Staub	Zeit	SO <sub>2</sub>	HCl	NO <sub>2</sub>	Corg	Staub
12:00	1,1	2,1	3,2	2,5	3,2	00:30	1,3	1,5	2,4	5,2	3,5
12:30	1,2	2,1	3,3	2,0	0,8	01:00	0,9	1,5	2,7	0,7	0,4
13:00	0,9	1,7	2,6	3,4	0,6	01:30	0,9	1,5	2,5	1,2	1,2
13:30	0,7	1,6	2,7	1,5	0,6	02:00	0,9	1,5	2,4	0,9	0,7
14:00	0,8	1,6	2,7	1,6	0,6	02:30	0,8	1,5	2,4	1,7	1,6
14:30	1,1	1,6	2,5	2,2	0,7	03:00	0,8	1,7	2,5	2,0	1,4
15:00	0,9	1,5	2,6	2,1	1,3	03:30	1,0	2,0	2,7	0,8	0,3
15:30	1,1	1,5	2,5	6,4	3,0	04:00	0,5	1,4	2,4	1,0	0,3
16:00	1,2	1,5	2,5	5,6	3,1	04:30	0,5	1,3	2,1	0,8	0,4
16:30	0,0	1,6	2,6	1,7	0,6	05:00	1,5	1,4	2,1	2,7	0,4
17:00	1,2	1,7	2,7	1,3	0,3	05:30	0,5	1,4	2,4	1,1	0,4
17:30	1,3	1,6	2,8	0,8	0,4	06:00	0,6	1,5	2,3	2,7	0,5
18:00	1,4	2,5	2,7	1,0	0,4	06:30	0,4	1,4	2,3	0,9	0,7
18:30	1,5	2,3	2,7	1,2	0,4	07:00	0,3	1,4	2,2	1,0	0,5
19:00	1,6	1,7	2,9	1,0	0,4	07:30	0,5	1,5	2,4	0,7	0,4
19:30	1,6	1,6	2,6	2,3	0,8	08:00	0,6	1,6	2,6	0,9	0,5
20:00	1,7	1,7	2,6	1,4	0,7	08:30	0,6	1,5	2,5	1,3	0,4
20:30	1,5	1,9	2,6	2,2	0,4	09:00	0,5	1,6	2,4	0,9	0,4
21:00	1,4	1,6	2,5	0,6	0,3	09:30	0,6	1,6	2,5	1,4	0,3
21:30	2,6	1,6	2,5	1,6	0,4	10:00	0,6	5,0	2,5	0,8	0,4
22:00	1,4	1,4	2,4	2,3	1,1	10:30	0,6	3,9	2,6	0,8	0,4
22:30	1,1	1,4	2,6	0,9	1,0	11:00	0,8	3,1	2,5	2,0	0,6
23:00	1,1	1,8	2,4	1,3	1,3	11:30	0,8	3,1	2,4	1,7	0,7
23:30	1,1	1,6	2,3	1,9	1,9	12:00	0,7	3,1	2,5	1,6	0,5
00:00	1,1	1,5	2,5	2,6	2,4	12:30	0,7	3,2	2,5	1,2	0,5
						13:00	0,7	3,2	2,6	1,1	0,4
						13:30	0,7	3,2	2,4	1,0	0,4
						14:00	0,7	3,2	2,4	1,4	0,6
						14:30	0,9	3,2	2,5	2,9	0,4
						15:00	0,8	3,2	2,5	1,2	0,4
						15:30	0,8	2,6	2,4	1,1	0,4
						16:00	0,8	5,9	2,4	0,9	0,4

In der nachfolgenden Abbildung 18 ist der Verlauf der Konzentrationen der Schadstoff-Parameter  $SO_2$ , HCl,  $NO_2$ ,  $C_{org}$  und Staub für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs dargestellt.

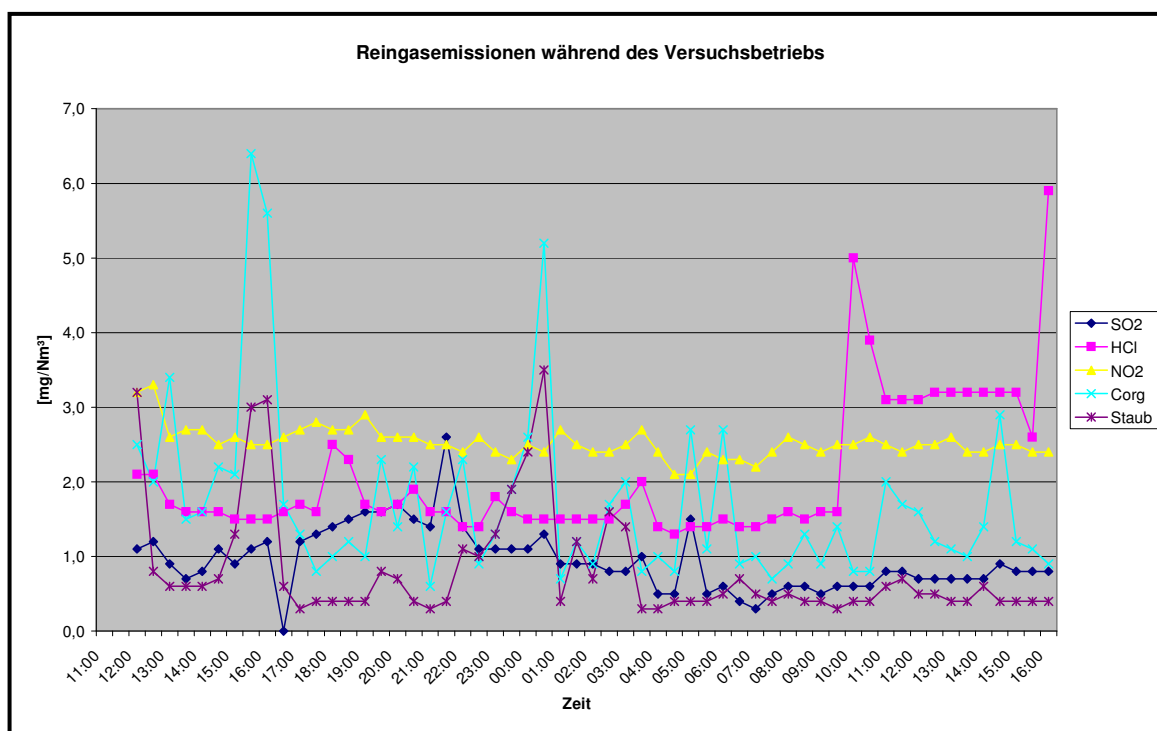


Abbildung 18: Verlauf der Konzentrationen der Schadstoff-Parameter  $SO_2$ , HCl,  $NO_2$ ,  $C_{org}$  und Staub für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs

## 7.7 Untersuchungen zum Heizwert der untersuchten heizwertreichen Fraktion

Für die Bestimmung des Heizwertes wurden die Daten für Volumenstrom und Feuchte von der punktuellen Rohgasmessung nach E-Filter, sowie die  $CO_2$ ,  $NO_x$  und  $O_2$  Messung im Rohgas und  $SO_2$  Messung im Reingas herangezogen. Der Input Massenstrom wurde über die Kranwaage ermittelt.

Für die Ermittlung des Heizwertes ( $H_u$ ) wurde die Gleichung nach Boie angewandt (RECKNAGEL, SPRENGER, SCHRAMEK, 1994/95):

$$H_u = 34,8xC + 93,8xH + 10,46xS + 62,8xN - 10,8xO - 2,5xW \text{ [MJ/kg]} \quad (1)$$

C in kg/kg Abfall

H in kg/kg Abfall

S in kg/kg Abfall

N in kg/kg Abfall

O in kg/kg Abfall

W (Wasseranteil) in kg/kg Abfall

- Für die Bilanzierung des Kohlenstoffs wurde der Kohlenstoffanteil, eingetragen vom Stützbrenner während der Anfahrphase, abgezogen

$$m_{\text{CAbfall}} = m_{\text{CReingas}} - m_{\text{CStützbrenner}}$$

- Der Sauerstoffanteil im Abfall wurde um den eingetragenen Sauerstoff über die Verbrennungsluft vermindert

$$m_{\text{OAbfall}} = m_{\text{ORohgas}} - m_{\text{Overbrennungsluft Rost}} - m_{\text{Overbrennungsluft Stützbrenner}}$$

- Die Bestimmung des Wasserstoffanteiles wurde ausgehend von den gemessenen Volumensanteilen im Rohgas nach folgender Gleichung bilanziert

$$m_{\text{H}_2\text{OAbfall}} = m_{\text{H}_2\text{ORauchgas}} - m_{\text{H}_2\text{OStützbrenner}} - m_{\text{H}_2\text{OVerbrennungsluft}}$$

Der brennbare Anteil an Wasserstoff im Abfall wurde mit 5 Gew.% Anteilen nach THOME-KOZMIENSKY (1994) angenommen.

In der nachfolgenden Tabelle 17 sind die gemäß obiger Beschreibung ermittelten Heizwerte für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs dargestellt.

Tabelle 17: Heizwerte für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs, berechnet nach der Gleichung nach Boie

Bestimmungszeitraum			[t/h]	C [%]	S [%]	N [%]	W [%]	O [%]	H [%]	Inertes [%]	H <sub>u</sub> [MJ/kg]
Dat.	Uhrzeit	[t]									
25.06.	13:15-14:45	19.183	12.789	31,86	0,001	0,07	30,07	16,30	5,00	16,70	13,31
25.06.	14:54-16:25	20.301	13.385	31,03	0,001	0,10	22,26	17,80	5,00	23,80	13,07
25.06.	16:30-17:56	17.106	11.934	33,34	0,001	0,12	35,12	15,71	5,00	10,70	13,79
25.06.	17:59-19:26	18.023	12.430	30,59	0,001	0,11	39,86	14,79	5,00	9,65	12,81
26.06.	11:53-13:23	17.890	11.927	24,94	0,001	0,10	21,29	17,81	5,00	30,86	10,98
26.06.	23:27-14:57	16.366	10.911	30,91	0,001	0,11	33,94	15,26	5,00	14,77	13,02
<b>Mittelwert</b>											<b>12,83</b>

Ein Vergleich mit dem ermittelten Heizwert aus der zeitlich punktuellen Messung gemäß Tabelle 17, der statistischen Auswertung und den online Messungen für das Stoffflussmanagement, führte zum Ergebnis in Tabelle 18.

Tabelle 18: Heizwerte für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs

Heizwertbestimmung:	25.06.2003	26.06.2003	Bemerkung
Stoffflussmanagement [MJ/kg]	13,99	12,01	Berechnet insbesondere mit der Feuchte- und CO <sub>2</sub> -Messung im Reingas
Statistische Auswertung [MJ/kg]	10,31	13,97	Berechnet insbesondere mit der Dampfmenge
Nach Tabelle 17 in [MJ/kg]	13,25	12,0	Berechnet mit der Gleichung nach Boie

Die Abweichung der statistisch erfassten Daten können auf das rasches Anfahren der Anlage nach dem kurzen Stillstand zu Reparaturzwecken zurückgeführt werden. Der Stillstand führte zu einer Verzerrung der Tagesmittelwerte speziell hinsichtlich der Qenchwassermenge, sowie Feuchtemessung.

Die exaktere Bilanzierung – insbesondere hinsichtlich der genaueren Messung der für die Berechnung wesentlichen Betriebsdaten – stellt die Methode nach Boie dar.

In der nachfolgenden Abbildung 19 ist der Verlauf der ermittelten Heizwerte gemäß Tabelle 17 für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs dargestellt.

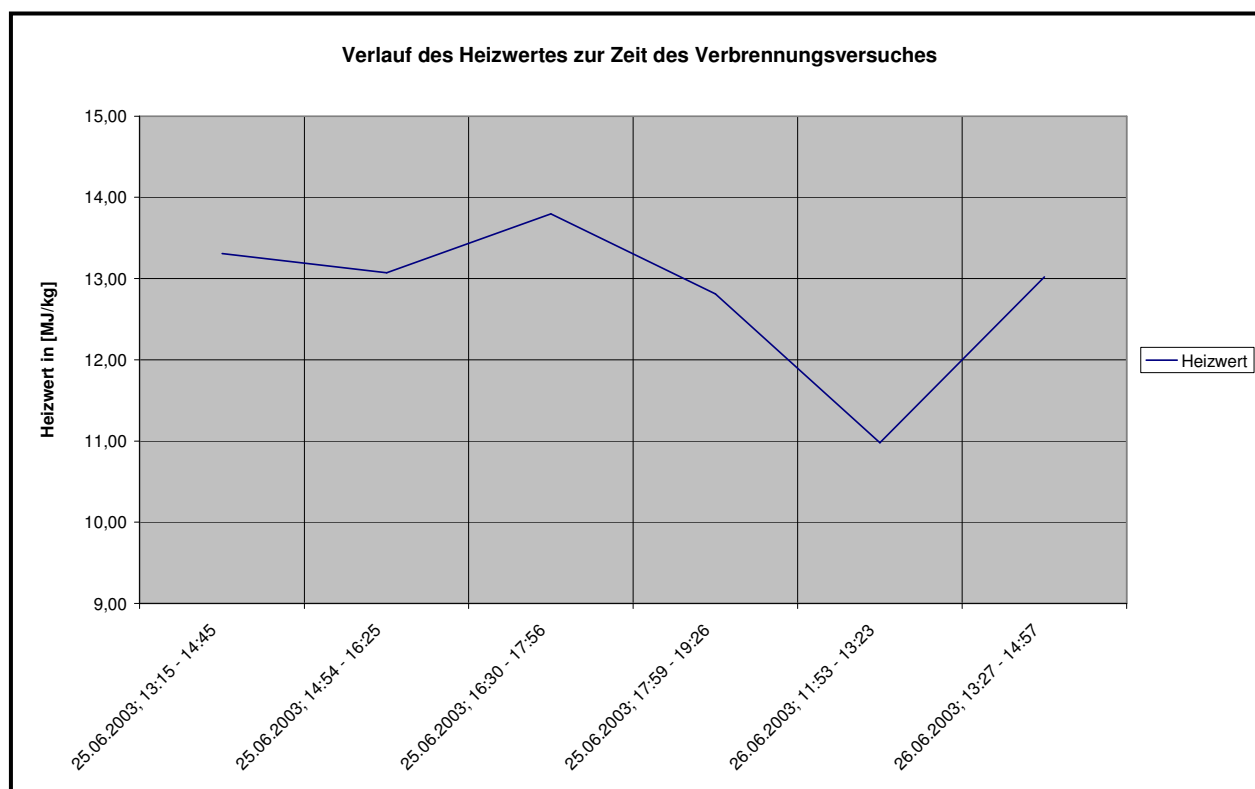


Abbildung 19: Verlauf der Heizwerte für den Zeitraum des Verbrennungsversuchs

## 8 ABSCHÄTZUNG DER INPUTZUSAMMENSETZUNG

### 8.1 Abschätzung der Emissionsfracht im Rohgas

In den nachfolgenden Tabellen 19, 20 und 21 sind die berechneten Rohgasfrachten für Hg, Pb, Cd und Al als Mittelwert, kleinster Wert und größter Wert dargestellt.

Den Berechnungen zur spezifischen Emissionsfracht [g/t Abfallinput FS] wurden ein gemittelter Volumenstrom und Durchsatz über den gesamten Versuchszeitraum zugrunde gelegt.

- Mittelwert Volumenstrom über den gesamten Versuchszeitraum: 71.692 Nm<sup>3</sup>/h
- Mittelwert Abfall-Durchsatz über den gesamten Versuchszeitraum: 10,88 t/h

*Tabelle 19: Rohgasfrachten – Mittelwerte über den gesamten Versuchszeitraum*

Parameter	Mittelwert mg/Nm <sup>3</sup>	Mittelwert mg/h	Mittelwert g/t Abfallinput (FS)
Hg	0,0164	1176	0,1081
Pb	0,054	3871	0,3558
Al	0,0062	444	0,0409
Cd	0,0022	158	0,0145

*Tabelle 20: Rohgasfrachten – Maximalwerte über den gesamten Versuchszeitraum*

Parameter	Maximalwert mg/Nm <sup>3</sup>	Maximalwert mg/h	Maximalwert g/t Abfallinput (FS)
Hg	0,0266	1907	0,1753
Pb	0,071	5090	0,4678
Al	0,0102	731	0,0672
Cd	0,0031	222	0,0204

*Tabelle 21: Rohgasfrachten – Minimalwerte über den gesamten Versuchszeitraum*

Parameter	Minimalwert mg/Nm <sup>3</sup>	Minimalwert mg/h	Minimalwert g/t Abfallinput (FS)
Hg	0,0099	710	0,0652
Pb	0,038	2724	0,2504
Al	0,0036	258	0,0237
Cd	0,0016	115	0,0105



## **8.2 Hg-, Pb-, Cd-, Al-Abschätzung in der verbrannten heizwertreichen Fraktion**

Bei den nachfolgend dargestellten Berechnungsergebnissen ist jeweils der Mittelwert, der niedrigste und der höchste Wert der eingebrachten spezifischen Schadstofffracht im Abfall (in g/t Abfallinput FS) dargestellt (Abbildung 20, 21, und 22). Der niedrigste Wert (in g/t Abfallinput FS) wurde mit den jeweils geringsten Konzentrationen je Stoffstrom (Schlacke, Asche, Rohgas) und Schadstoffparameter (Hg, Pb, Cd, Al), die während des Verbrennungsversuchs gemessen wurden, berechnet. Der höchste Wert (in g/t Abfallinput FS) wurde mit den jeweils größten Emissionen berechnet. Dabei wurde vernachlässigt, ob die jeweils größten oder geringsten Konzentrationen je Stoffstrom und Schadstoff-Parameter zeitgleich auftreten.

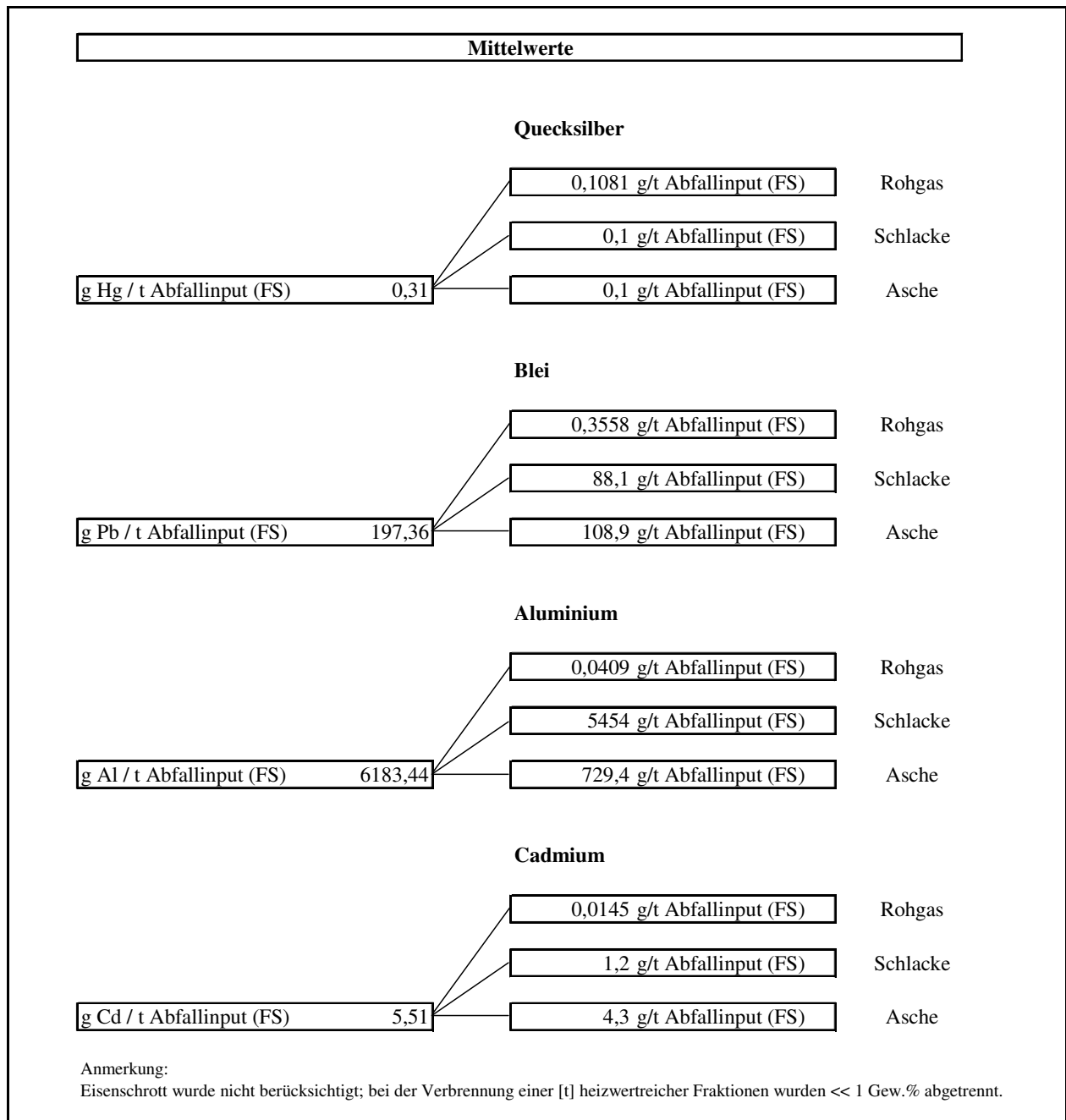


Abbildung 20: Eingebrachten Schadstofffracht in der heizwertreichen Fraktion (in g/t Abfallinput FS) – Mittelwert

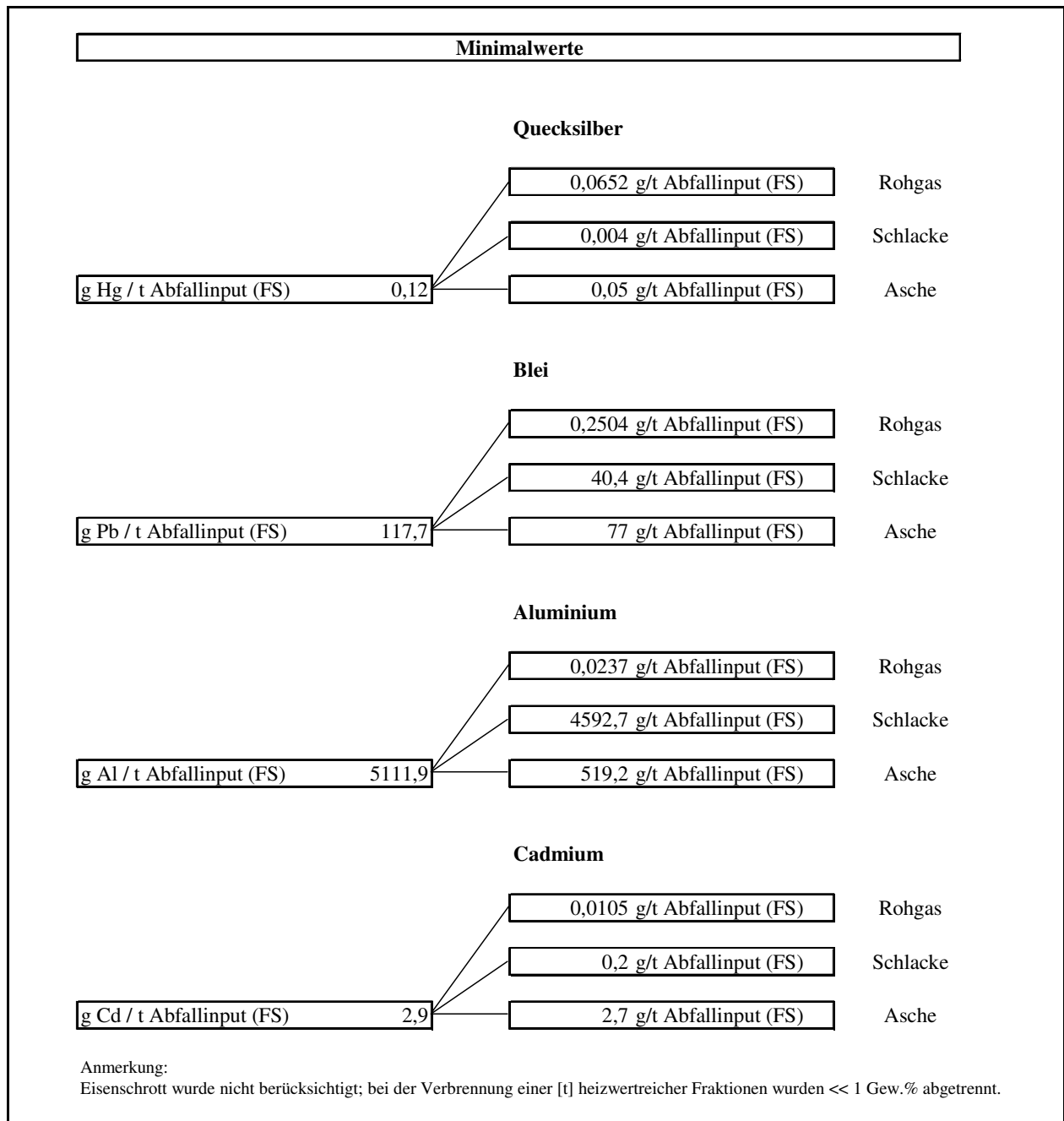


Abbildung 21: Eingebachten Schadstofffracht in der heizwertreichen Fraktion (in g/t Abfallinput FS) – Minimum

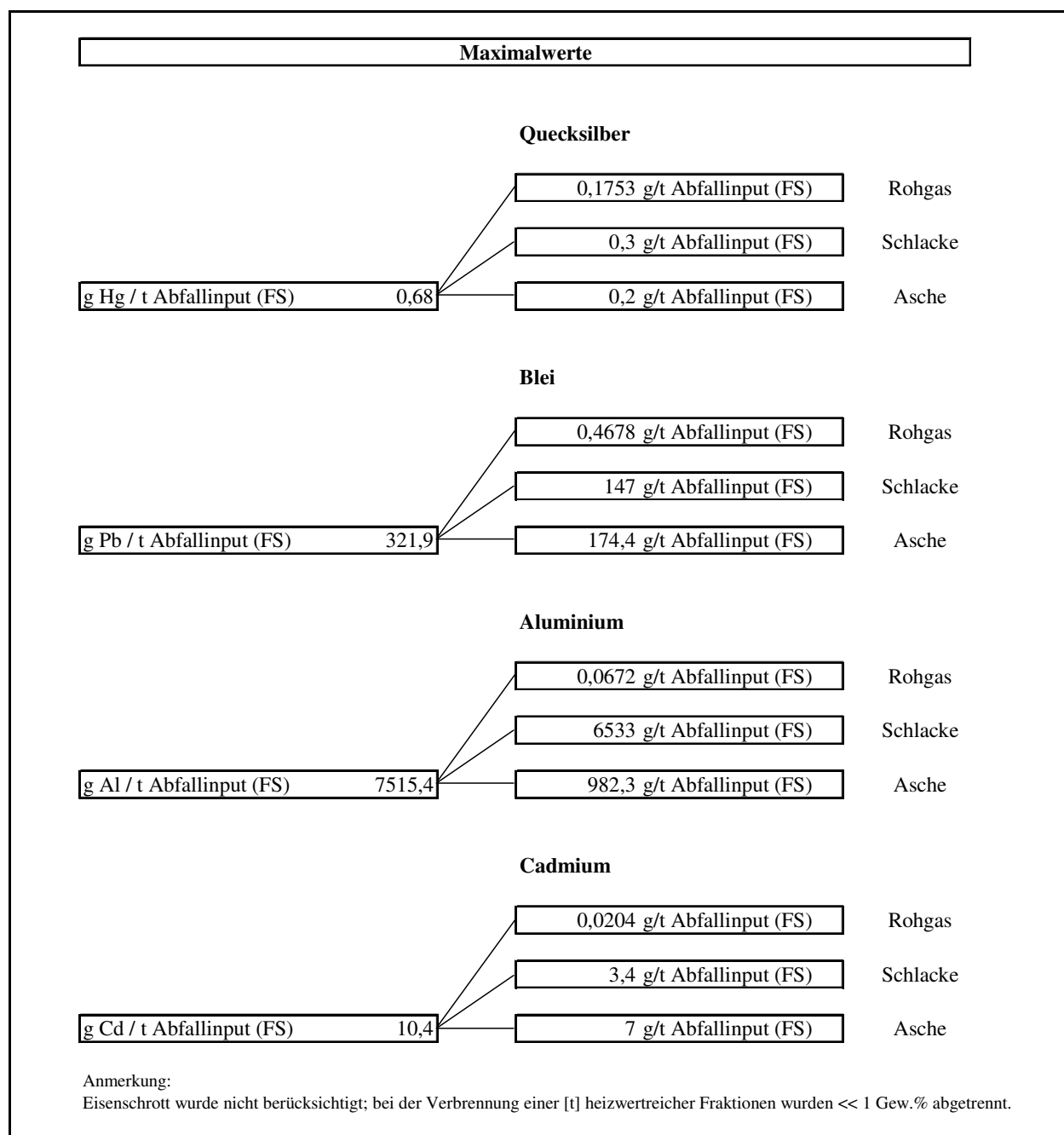


Abbildung 22: Eingebrachten Schadstofffracht in der heizwertreichen Fraktion (in g/t Abfallinput FS) – Maximum

## 9 VERGLEICH DER TRANSFERKOEFFIZIENTEN

Eine Erkenntnis aus dem Verbrennungsversuch ist, dass derzeit davon ausgegangen werden kann, dass sich die auf der MVA Spittelau im Rahmen einer langjährigen Stoffflussanalyse ermittelten Transferkoeffizienten (SCHACHERMAYER et al. 1995; MORF 1998; MORF 1999) in Abhängigkeit vom Abfall verschieben (siehe auch Tabelle 22). Bei den Transferkoeffizienten ist die Abweichung für Pb sehr hoch und für Cd mittel. Für Al liegt wider erwarten der bisherigen Messergebnisse eine hohe Vergleichbarkeit vor. Um nun künftig tatsächlich über das Verhalten der Anlage bei Aufgabe von unterschiedlichsten Fraktionen bekannter Zusammensetzung Aussagen treffen zu können, sind weitere vergleichbare Messungen erforderlich.

Tabelle 22: Vergleich der Transferkoeffizienten aus langjähriger Stoffflussanalyse und Verbrennungsversuch

Forschungsvorhaben	Stoffstrom	Durchschnittlicher Transferkoeffizient		
		Pb	Al	Cd
Verbrennungsversuch mit heizwertreichen Fraktionen	Abfall (Input)	100	100	100
	Schlacke	44,6	88	22
	Asche	55,2	12	78
Langjährige Stoffflussanalyse	Abfall (Input)	100	100	100
	Schlacke	72	89	9
	Asche	28	11	90

## 10 QUELLEN

- BÖKER, C. (2003): Analysenbericht der MA48, übermittelt per e-mail am 01.08.2003.
- BOOS, R. (2003): Bericht über die Bestimmung von Metallen im Rohgas der MVA Spittelau, 4. Juli 2003. Fa. FTU.
- BOOS, R. (2003a): Angebot der Fa. FTU vom 14. April 2003.
- MORF, L. (1999): Online Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau. Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft.
- MORF, L. (1998): Entwicklung einer effizienten Methode zur kontinuierlichen Bestimmung von Stoffflüssen durch eine Müllverbrennungsanlage. Dissertation am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien.
- RECKNAGEL, SPRENGER, SCHRAMEK (1994/95): Heizung und Klimatechnik. R. Oldenburg Verlag GmbH, München 1995.
- SCHACHERMAYER, E. et al. (1995): Messung der Güter- und Stoffbilanz einer Müllverbrennungsanlage. Monographie Band 56 des Umweltbundesamtes Wien.
- THOME –KOZMIENSKY, K. J. (1994): Thermische Abfallbehandlung. EF – Verlag für Energie und Umwelttechnik GMBH, Berlin 1994.