



**Montanuniversität Leoben**

**Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik**

Institutsvorstand: O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl E. Lorber



# Bilanzierung und Charakterisierung von Abfällen am Beispiel der Splittinganlage Redlham

erstellt am

**Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik (IED)**

**Montanuniversität Leoben**

**Vorgelegt von:**

**Christine Zopf** 9135271

Kaltenbrunnerstr. 51

A-8700 Leoben

**Betreuer:**

Dipl.-Ing. Harald Tesch

Dr. Michael Nelles

O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Karl E. Lorber

Leoben, Juni 2000

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die das Entstehen der Arbeit ermöglicht haben. Mein Dank gilt Dr. Wiedemann und Herrn Nagel, die mir Gelegenheit gegeben haben, meine Diplomarbeit in Zusammenarbeit mit der Abfall-Verwertungs-Entsorgungs-Ges.m.b.H. zu erstellen und mich bei der Durchführung unterstützt haben.

Weiters möchte ich mich bei allen Mitarbeitern des IED, allen voran bei Herrn Prof. Lorber, aber auch ganz besonders bei Herrn Dipl.-Ing. Tesch für die Betreuung sowie für die zahlreichen konstruktiven Anregungen und Stellungnahmen bedanken.

Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern für ihre fortwährende Unterstützung und den Rückhalt während meiner gesamten Studienzzeit.

### Erklärung:

Hiermit erkläre ich Eides statt, daß ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Leoben, am 01.06.2000

(Christine Zopf)



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>4</b>
1.1	PROBLEMSTELLUNG	4
1.2	ZIELSETZUNG	6
<b>2</b>	<b>RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN</b>	<b>7</b>
2.1	DAS ÖSTERREICHISCHE ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ (AGW)	7
2.2	DAS ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ DES LANDES OBERÖSTERREICH (OÖAWG)	8
2.3	DEPONIEVERORDNUNG (DVO)	8
2.4	WASSERRECHTSGESETZ (WRG) – NOVELLE DEPONIEN	10
2.5	ALTLASTENSANIERUNGSGESETZ (ALSAG)	10
2.6	THERMISCHE ABFALLVERWERTUNG	11
2.7	GENEHMIGUNGSPRAXIS	12
2.8	KONSEQUENZ DER GELTENDEN ABFALLGESETZE	15
<b>3</b>	<b>THERMISCHE VERWERTUNG UND BEHANDLUNG IN ÖSTERREICH</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>AVE – DIE ENTSORGER</b>	<b>19</b>
4.1	RVL – RESTSTOFFVERWERTUNG LENZING	19
4.1.1	RVL – INVEST	19
4.1.2	RVL GmbH	19
4.2	RVL ANLAGENBESCHREIBUNG	19
4.3	GEWERBEMÜLLSPLITTINGANLAGE REDLHAM	20
4.4	VERFAHRENSBESCHREIBUNG DER SPLITTINGANLAGE	21
<b>5</b>	<b>CHARAKTERISIERUNG DER ABFÄLLE</b>	<b>24</b>
5.1	PROBENAHMEN	24
5.2	AUFBEREITUNG DER PROBEN	25
5.3	STOFFLICHE ZUSAMMENSETZUNG	26
5.3.1	Sortierergebnisse	27
5.3.1.1	Gewerbeabfälle (SNr.: 912)	27
5.3.1.2	Hausmüll ( SNr.: 91101)	31

5.4 CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG .....	34
5.4.1 Gewerbeabfälle (SNr.: 912) .....	35
5.4.1.1 Wassergehalt (WG) .....	35
5.4.1.2 Glühverlust (GV) und gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) .....	35
5.4.1.3 Heizwert .....	36
5.4.1.4 Chlor (Cl) .....	40
5.4.1.4 Schwefel (S) .....	44
5.4.1.6 Quecksilber (Hg) .....	47
5.4.1.7 Cadmium (Cd) und Thallium (Tl) .....	51
5.4.1.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr) .....	54
5.4.1.8 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon (Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn) .....	57
5.4.1.10 Weiter verbrennungsrelevante Parameter .....	60
5.4.2 Hausmüll (SNr.: 91101) .....	63
5.4.2.1 Wassergehalt (WG) .....	63
5.4.2.2 Glühverlust (GV) und gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) .....	63
5.4.2.3 Heizwert .....	65
5.4.2.4 Chlor (Cl) .....	65
5.4.2.4 Schwefel (S) .....	66
5.4.2.6 Quecksilber (Hg) .....	67
5.4.2.7 Cadmium (Cd) und Thallium (Tl) .....	68
5.4.2.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr) .....	68
5.4.2.8 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon (Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn) .....	69
5.4.2.10 Weiter verbrennungsrelevante Parameter .....	71
5.4.3 Textilien .....	72
5.4.3.1 Wassergehalt (WG) .....	72
5.4.3.2 Glühverlust (GV) und gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) .....	72
5.4.3.3 Heizwert .....	72
5.4.3.4 Chlor (Cl) .....	73
5.4.3.4 Schwefel (S) .....	73
5.4.3.6 Quecksilber (Hg) .....	73
5.4.3.7 Cadmium (Cd) und Thallium (Tl) .....	73
5.4.3.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr) .....	73
5.4.3.8 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon (Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn) .....	74
5.4.3.10 Weiter verbrennungsrelevante Parameter .....	74
5.4.4 Zusammenfassung der chemischen Auswertung .....	75

Inhaltsverzeichnis	3
<b>6 KORNGRÖSSENANALYSE</b> .....	<b>78</b>
<b>7 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>80</b>
<b>8 VERZEICHNISSE</b> .....	<b>82</b>
8.1 LITERATURVERZEICHNIS .....	82
8.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	83
8.3 TABELLENVERZEICHNIS .....	86
8.4 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	87
<b>9 ANHANG</b> .....	<b>89</b>
9.1 STOFFLICHE ZUSAMMENSETZUNG DER EINZELNEN GEWERBE- ABFALLANLIEFERUNGEN .....	89
9.2 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERBRENNUNGSRELEVANTEN PARAMETER DER GEWERBEABFALLANLIEFERUNGEN .....	93
9.3 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERBRENNUNGSRELEVANTEN PARAMETER DER HAUSMÜLLANLIEFERUNGEN.....	95
9.4 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERBRENNUNGSRELEVANTEN PARAMETER DER TEXTILANLIEFERUNG .....	95
9.5 ÜBERBLICK ÜBER DIE UNTERSUCHTEN PARAMETER UND DIE ZUGEHÖRIGEN GESETZLICHEN BEGRÜNDUNGEN .....	96
9.6 FOTODOKUMENTATION .....	97



# INHALTSVERZEICHNIS TEIL 1

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
1.1	PROBLEMSTELLUNG .....	4
1.2	ZIELSETZUNG .....	6
<b>2</b>	<b>RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN</b> .....	<b>7</b>
2.1	DAS ÖSTERREICHISCHE ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ (AWG) .....	7
2.2	DAS ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ DES LANDES OBERÖSTERREICH (OÖAWG) .....	8
2.3	DEPONIEVERORDNUNG (DVO) .....	8
2.4	WASSERRECHTSGESETZ (WRG) – NOVELLE DEPONIEN .....	10
2.5	ALTLASTENSANIERUNGSGESETZ (ALSAG) .....	10
2.6	THERMISCHE ABFALLVERWERTUNG .....	11
2.7	GENEHMIGUNGSPRAXIS .....	12
2.8	KONSEQUENZ DER GELTENDEN ABFALLGESETZE .....	15
<b>3</b>	<b>THERMISCHEN VERWERTUNG UND BEHANDLUNG IN ÖSTERREICH</b> .....	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>AVE – DIE ENTSORGER</b> .....	<b>19</b>
4.1	RVL – RESTSTOFFVERWERTUNG LENZING .....	19
4.2	RVL ANLAGENBESCHREIBUNG .....	19
4.3	GEWERBEMÜLLSPLITTINGANLAGE REDLHAM .....	20
4.4	VERFAHRENSBESCHREIBUNG DER SPLITTINGANLAGE .....	21
<b>5</b>	<b>CHARAKTERISIERUNG DER ABFÄLLE</b> .....	<b>24</b>
5.1	PROBENAHMEN .....	24
5.2	STOFFLICHE ZUSAMMENSETZUNG .....	25
5.2.1	<i>Sortierergebnisse</i> .....	27
5.2.1.1	Gewerbeabfälle (SNr.:912) .....	27
5.2.1.2	Hausmüll (SNr:91101) .....	31

# 1 Einleitung

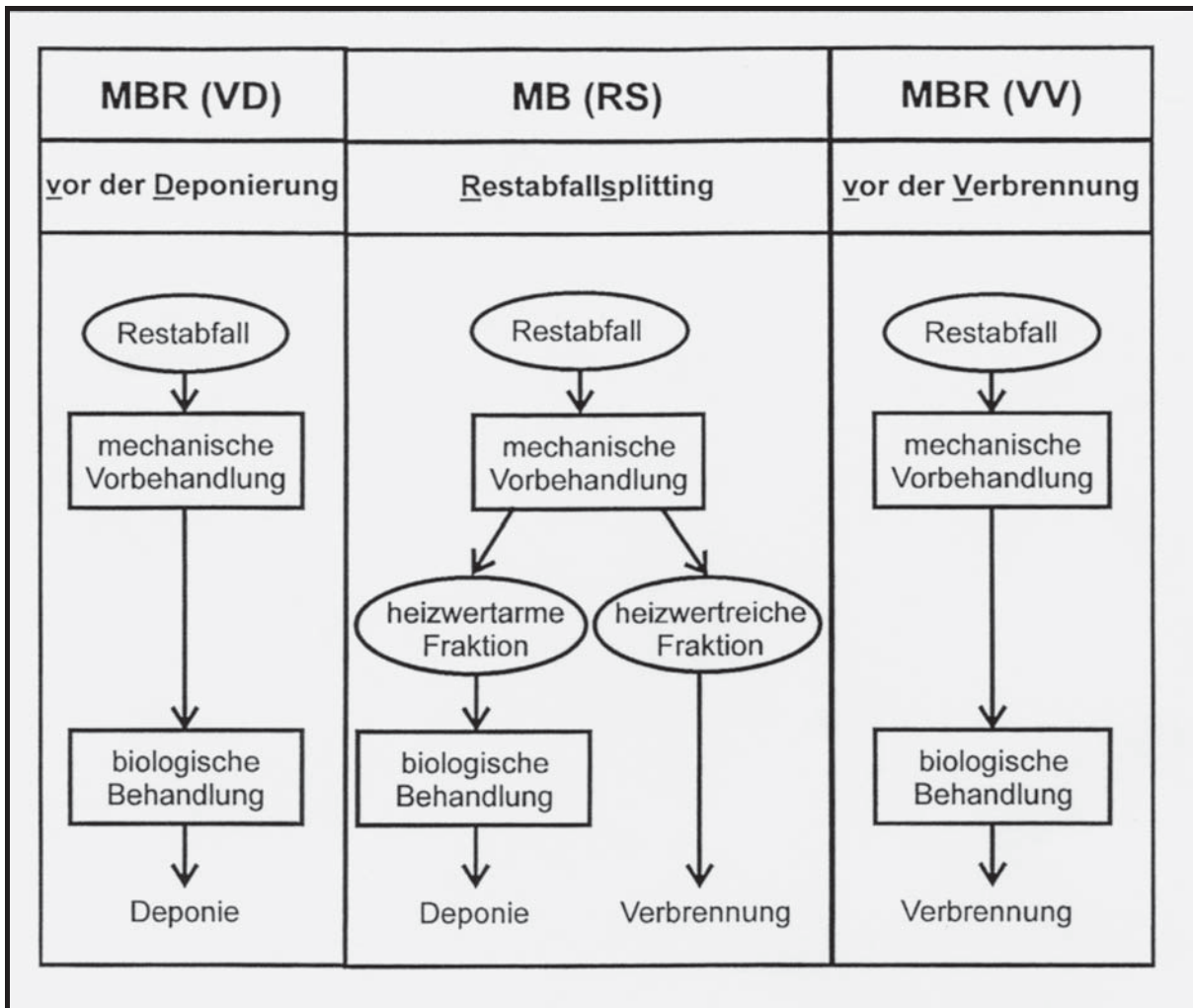
## 1.1 Problemstellung

1996 wurde in Österreich auf Basis des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG) die Deponieverordnung (DVO) erlassen. Durch diese Verordnung sowie durch die Bestimmungen der Wasserrechtsgesetz (WRG)-Novelle und des Altlastensanierungsgesetzes (AISAG) werden die Anforderungen an deponierbare Abfälle neu geregelt. Die momentane Entsorgungspraxis von kommunalen und gewerblichen Abfällen ist ab dem 01.01.2004 nicht mehr zulässig. Um den Anforderungen hinsichtlich der Begrenzung des TOC-Wertes ( $< 5\%$ ) zu entsprechen, ist in der Regel eine thermische Behandlung der Abfälle notwendig. Mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle dürfen dennoch deponiert werden, wenn deren oberer Heizwert ( $H_o$ ) niedriger ist als  $6.000 \text{ kJ/kg TS}$  und die festgelegten Grenzwerte für die Gesamtschadstoffgehalte bzw. Schadstoffgehalte im Eluat eingehalten werden.

Die mechanisch-biologische Restabfallbehandlung (MBR) ist eine Kombination mechanischer und biologischer Prozesse und findet grundsätzlich in drei Varianten Anwendung. Die einfachste Variante ist die MBR vor der Deponierung mit dem Ziel, die organischen Anteile weitgehend abzubauen. Im Unterschied dazu soll bei der MBR vor der Verbrennung der untere Heizwert ( $H_u$ ) erhöht werden, was durch die Trocknung des Abfalls bei möglichst hohem Kohlenstoff-Erhalt erzielt werden kann. Bei der dritten Variante, dem Restabfallsplitting, werden die heizwertreichen Anteile abgetrennt und thermisch verwertet, während die heizwertarmen Anteile der Deponierung zugeführt werden. Abbildung 1.1 zeigt die drei Varianten der MBV im Überblick.

Im vorliegenden Projekt soll anhand der Abfallsplittingsanlage der Abfall-Verwertung-Entsorgung-Ges.m.b.H, in der Folge als AVE bezeichnet, in Redlham die praktische Umsetzung der letztgenannten Behandlungsvariante untersucht werden und durch Bestimmung der verbrennungsrelevanten Parameter im Inputmaterial und in den Produktströmen die Wirksamkeit der Materialauftrennung bezüglich des Heizwert und des Austrags von Schadstoffen dokumentiert werden.





**Abbildung 1.1:** Schematische Darstellung grundlegender Varianten der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung

Die Splittinganlage in Redlham hat eine Gesamtkapazität von etwa 50.000 Mg/a und dient u.a. als Vorschaltanlage für die Wirbelschichtverbrennung der Reststoffverwertung Lenzing Ges.m.b.H., in der Folge als RVL bezeichnet. In der Splittinganlage werden vorwiegend Gewerbeabfälle zerkleinert und mittels Trommelsieb in die Fraktionen < 25 mm, 25 - 75 mm und > 75 mm geteilt. Die beiden Grobfractionen werden nach Abscheidung der Fe- und NE-Anteile thermisch verwertet. Bei diesen beiden Fraktionen stellt der Inertstoffanteil einen entscheidenden Faktor dar, da es bei der direkten Aufgabe in die Feuerung durch einen hohen Anteil dieser Stoffgruppe einerseits zu Problemen bei der Beschickung kommen und andererseits zu Beschädigungen an der inneren Ausmauerung führen kann. Zusätzlich wird die Fraktion > 75 mm vor der thermischen Verwertung einer Nachzerkleinerung unterzogen, wobei ein hoher Inertstoffanteil zu einem großen Verschleiß beim Zerkleinerungsaggregat führt.

## 1.2 Zielsetzung

Bisher liegen keine fundierten Daten zu den Input- und Outputströmen der Splittinganlage vor. In Rahmen dieser Diplomarbeit sollen an insgesamt 15 Tagen über einen Zeitraum von 2 – 3 Monaten Proben gezogen werden, um daraus eine Datengrundlage zu schaffen, die Aussagen über die chemische und stofflich-physikalische Zusammensetzung der vorliegenden Stoffströme erlaubt. Die stoffliche Zusammensetzung der Siebfraktion > 75 mm wird mittels Sortieranalyse ermittelt. Für die chemischen Charakterisierung werden sowohl der Input als auch die drei Siebfraktionen beprobt und im Umweltanalytik Labor der Lenzing AG hinsichtlich eine Reihe signifikanter Parameter analysiert. Die Parameter ergeben sich aus den relevanten Gesetzen und Verordnungen bzw. ÖNORMEN, aus den Eingangsanforderungen der RVL und Anforderungen an die Zementindustrie. Von der Fraktion < 25 mm werden zusätzlich Proben zur Korngrößenanalyse genommen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Bilanzierung und Charakterisierung von Siebfraktionen durchzuführen, um eine technische und ökologische Beurteilung der Splittinganlage in Redlham zu ermöglichen. Die sich aus den Daten ergebenden Probleme hinsichtlich der Verwertung- bzw. Deponierung sollen aufgezeigt und allfällige Schlüsse für die Optimierung im Sinne des Auftraggebers gezogen werden.

## 2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Das Bundesabfallwirtschaftsgesetz bildet mit den neun Landesabfallwirtschaftsgesetzen die Grundlage des österreichischen Abfallgesetzes. Der Bundesgesetzgeber verfügt über die Zuständigkeit für die Regelung der gefährlichen Abfälle. Die Zuständigkeit für die nicht gefährlichen Abfälle liegt bei den Ländern, außer wenn für diese Abfälle die Notwendigkeit einer einheitlichen Regelung durch den Bundesgesetzgeber gegeben ist (Bedarfskompetenz). Zusätzlich dazu gelten eine Reihe von Verordnungen wie die „Verpackungsverordnung“ oder die „Deponieverordnung“ als maßgebend für die Abfallwirtschaft in Österreich.

### 2.1 Das österreichische Abfallwirtschaftsgesetz (AWG)

Im Artikel I, I. Abschnitt des AWG von 6. Juni 1990 werden die allgemeinen Bestimmungen behandelt. Im § 1 dieses Abschnittes werden die Ziele und Grundsätze der Abfallwirtschaft festgelegt. Im Folgenden wird das AWG auszugsweise wiedergegeben [1].

„ Die Abfallwirtschaft ist danach auszurichten, daß

- schädliche, nachteilige oder sonst das menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen auf Menschen sowie auf Tiere, Pflanzen, deren Lebensgrundlage und deren natürliche Umwelt so gering wie möglich gehalten werden,
- Rohstoff- und Energiereserven geschont werden,
- der Verbrauch an Deponievolumen so gering wie möglich gehalten wird,
- nur solche Stoffe als Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung kein Gefährdungspotential für nachfolgende Generationen darstellt ( Vorsorgeprinzip).“

Weiters werden die Grundsätze definiert und gleichzeitig eine Prioritätenreihung vorgenommen.

„ 1. Die Abfallmengen und deren Schadstoffgehalte sind so gering wie möglich zu halten ( Abfallvermeidung);

2. Abfälle sind stofflich oder thermisch zu verwerten, soweit dies ökologisch vorteilhaft und technisch möglich ist, die dabei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung nicht unverhältnismäßig sind und ein Markt für die gewonnenen Stoffe oder die gewonnene Energie vorhanden ist oder geschaffen werden kann (Abfallverwertung);

3. Abfälle, die nicht verwertbar sind, sind je nach ihrer Beschaffung durch biologische, thermische oder chemisch-physikalische Verfahren zu behandeln.

Feste Rückstände sind möglichst reaktionsarm und konditioniert geordnet abzulagern (Abfallentsorgung).

## 2.2 Das Abfallwirtschaftsgesetz des Landes Oberösterreich (OöAWG) [2]

Im § 3 dieses Landesgesetzes vom 7. Mai 1997 werden, wie auch im Bundes-AWG, die Ziele der Abfallwirtschaft festgelegt. Es gelten auch hier die Prinzipien der Abfallvermeidung, vor der Abfallverwertung und vor der Abfallentsorgung. Im Rahmen der Abfallverwertung werden die stoffliche, die biologische und die thermische Verwertung als gleichrangig eingestuft. Im § 41 wird die Verfassung eines Landesabfallwirtschaftsplanes vorgeschrieben. Dieser ist längstens alle fünf Jahre zu prüfen und gegebenenfalls zu modifizieren.

Der Abfallwirtschaftsplan hat

- die Ziele der oberösterreichischen Abfallwirtschaft,
- eine Bestandsaufnahme der abfallwirtschaftlichen Gegebenheiten und bestehenden Abfallbehandlungsanlagen,
- die Beschreibung des Bedarfs an zusätzlichen Behandlungsanlagen,
- die Festsetzung überregionaler Maßnahmen,
- sowie die Darstellung der Organisation sämtlicher abfallwirtschaftlicher Schritte von der Sammlung bis hin zur Entsorgung zu enthalten.

## 2.3 Deponieverordnung (DVO) [3]

Diese Verordnung ist ein Beispiel für die erwähnte Bedarfskompetenz. Der Bundesgesetzgeber hat durch den Erlass der DVO im April 1996 strenge Vorgaben an die Ausstattung und Betriebsweise von Deponien, sowie an die Qualität der abgelagerten Abfälle vorgeschrieben. Diese Verordnung ist mit 1.1.1997 Inkraft getreten und gilt seither für alle Neuanlagen und ab 1.1.2004 (oder 2009) auch für die bereits bestehenden Deponien. Es werden darin folgende Deponietypen festgelegt: Bodenaushub-, Baurestmassen-, Reststoff- und Massenabfalldeponien. Es gelten jeweils unterschiedliche bauliche Anforderungen und unterschiedliche Grenzwerte für die Gesamtschadstoffgehalte der zulässigen Abfälle. In Bodenaushub- und Baurestmassendeponien ist die Ablagerung von Inertabfällen zulässig, wobei bei erst genannter nur natürlich gewachsene Böden entsprechen. In Reststoffdeponien werden Reststoffe z.B. aus der thermischen Verwertung abgelagert. In Massenabfalldeponien ist die Ablagerung von z.B. Reststoffen aus der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung möglich. Tabelle 2.1 zeigt die festgelegten Gesamtschadstoffgehalte für Reststoff- und Massenabfalldeponien.

**Tabelle 2.1 Grenzwerte für Schadstoffgesamtgehalte für Reststoff- und Massenabfalldeponien gemäß Anlage 1 / Tabelle 5 und 7 der Deponieverordnung**

Schadstoffgesamtgehalte	Grenzwerte	
	Reststoffdeponie [mg/kg TS]	Massenabfalldeponie [mg/kg TS]
<b>Anorganische Schadstoffe</b>		
Arsen (als As)	5.000	500
Barium (als Ba)	-	10.000
Blei (als Pb)	-	3.000
Cadmium (als Cd)	5.000	30
Chrom gesamt (als Cr)	-	5.000
Cobalt (als Co)	-	500
Kupfer (als Cu)	-	5.000
Nickel (als Ni)	-	2.000
Quecksilber (als Hg)	20 <sup>1)</sup>	20
Silber (als Ag)	-	50
Zink (als Zn)	-	5.000
<b>Organische Summenparameter</b>		
Ges. org. Kohlenstoff, TOC (als C)	30.000 <sup>2,3)</sup>	50.000 <sup>4,5)</sup>
Summe der Kohlenwasserstoffe	5.000	20.000
Ausblasbare org. geb. Halogene POX (als Cl)	-	1.000
Summe der polycyclischen aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK)	i.G.f.	100

i.G.f.= im Genehmigungsbescheid festzulegen

- 1) Wenn Quecksilber in Form schwerlöslicher anorganische Verbindungen vorliegt und durch Verfestigung chemisch gebunden wurde, ist ein Quecksilbergehalt von maximal 3.000 mg/kg TS zulässig
- 2) Bei einem Glühverlust < 5 Massenprozent gilt der TOC-Grenzwert als eingehalten
- 3) Nicht maßgeblich, wenn es sich um mit Kunststoff oder Bitumen verfestigte Abfälle handelt
- 4) Bei einem Glühverlust von nicht > 8 Massenprozent gilt der TOC-Gehalt als eingehalten
- 5) Nicht maßgeblich, wenn es sich um mit Asbest verunreinigte Abfälle, Baurestmassen, oder Abfälle aus der mechanisch-biologischen Vorbehandlung handelt

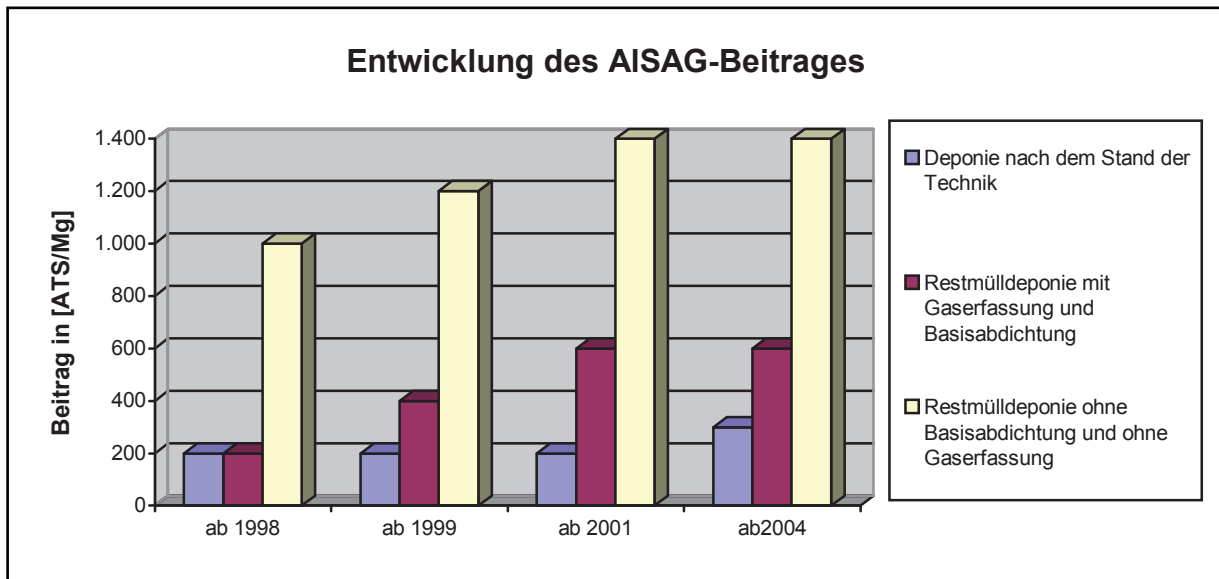
Im § 5 DVO werden die Anforderungen an deponierbaren Abfall festgeschrieben. Abfälle, deren Anteil an organischen Kohlenstoff (TOC) mehr als 5 Massenprozent beträgt, sind aufgrund dessen von der Deponierung ausgeschlossen. Ausgenommen sind Abfälle aus mechanisch-biologischen Vorbehandlungsanlagen, sofern der obere Heizwert weniger als 6.000 kJ/kg TS beträgt.

## 2.4 Wasserrechtsgesetz (WRG) – Novelle Deponien

In der Wasserrechtsgesetz-Novelle von 1990 ist die stufenweise Anpassung von bestehenden Deponien an die Anforderungen der DVO festgelegt. Der zeitliche Stufenplan ist in § 31d Abs. 3 geregelt. Die ersten beiden Stufen sind mit 1.7.1998 und 1.7.1999 Inkraft getreten und sollten demnach schon umgesetzt sein. Mit 1.1.2004 sollen die Anpassungen an die DVO abgeschlossen sein. Im Falle der Inanspruchnahme der Verordnungskompetenz nach § 31d Abs. 7 WRG kann die Frist der endgültigen Umsetzung der DVO durch den Landeshauptmann bis zum 31.12.2008 verlängert werden.

## 2.5 Altlastensanierungsgesetz (AISAG)

Durch die Novelle des AISAG wurde 1996 ein ökonomischer Anreiz geschaffen, die Anpassung der Altdeponien an die Anforderungen der DVO und somit an den Stand der Technik möglichst rasch umzusetzen. Die Altlastensanierungsbeiträge richten sich nach dem jeweiligen Stand der Deponieanpassung und der Abfallart. So wird beispielsweise ab 1.1.2001 der AISAG-Beitrag für die Ablagerung einer Tonne Hausmüll auf einer nicht entsprechend DVO angepaßten Deponie bis zu 1.400 ATS, auf einer entsprechend ausgestatteten Deponie hingegen 300 ATS betragen. Abbildung 2.1 zeigt die Entwicklung der AISAG-Beiträge der vergangenen und der nächsten Jahre.



**Abbildung 2.1: Entwicklung der AISAG-Beiträge**

## 2.6 Thermische Abfallverwertung [4]

Eine klare Abgrenzung zwischen „thermische Verwertung“ und „thermischer Behandlung“ gibt § 2 XIII des Durchführungserlasses des BMUJF. Unter „Verwertung“ wird demzufolge die Behandlung von Abfällen verstanden, bei der die Gewinnung von Produkten oder Energie im Vordergrund steht. Diese Behandlung kann biologische, chemische, physikalische und thermische Verfahren umfassen. Es wird zwischen stofflicher und thermischer Verwertung unterschieden.

1. Eine „stoffliche Verwertung“ liegt vor, wenn ein Abfall unmittelbar zur Herstellung eines neuen Produktes eingesetzt wird. Der gewonnene Stoff kann einer zusätzlichen Verwendung zugeführt werden.
2. Bei der „thermischen Verwertung“ steht die Energiegewinnung und Energienutzung im Vordergrund. Konventionelle Brennstoffe können durch Abfall ersetzt und daher eingespart werden. Die stoffliche Zerstörung oder Fixierung von Schadstoffen ist dabei nicht vorrangig. Es gibt bei der thermischen Verwertung jene Verfahren bei denen die Abfälle in direkten Kontakt mit den Rohstoffen umgesetzt werden und jene Verfahren bei denen die Abfälle in einer eigenen Anlagen energetisch umgesetzt werden. Mit der gewonnenen Energie wird z.B. Dampf erzeugt, der in der Produktion eingesetzt wird.
3. Im Unterschied zur letztgenannten Methode ist die „thermische Behandlung“ darauf ausgerichtet, die Schadstoffpotentiale zu reduzieren bzw. zu immobilisieren. Es erfolgt eine Mengenreduktion und der Abbau der organischen Substanzen. Mit einer Behandlung dieser Art soll die Endlagerfähigkeit eines Abfalls gemäß DVO sichergestellt werden.

In der Verpackungsverordnung wird die thermische Verwertung als die Verwendung von brennbarem Verpackungsmaterial zur Energieerzeugung definiert. Diese Verordnung weist darauf hin, daß

- behördlich vorgegebene Emissionsstandards einzuhalten sind
- der Emissionsgrenzwert für Dioxin/Furan-Verbindungen von 0,1 ng TE/Nm<sup>3</sup> einzuhalten ist
- keine Verschlechterung der Emissionsverhältnisse der Anlage eintreten darf
- Ressourcen durch Ersatz von konventionellen Brennstoffen zu schonen sind
- eine optimale Energienutzung und eine definierte Qualität aller Einsatzstoffe gewährleistet werden muß.

## 2.7 Genehmigungspraxis[4]

Betriebsanlagen sind nach der Gewerbeordnung (GewO) zu genehmigen, wenn sie nicht in den Geltungsbereich eines anderen Gesetzes wie z.B. AWG oder Mineralrohstoffgesetz fallen. Weiters sind das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (LRG-K) und die auf Basis der GewO für verschiedene Branchen erlassenen Verordnungen relevant.

§ 3 des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes (UVP-G) legt fest, daß Anlagen die aufgrund ihrer Art, ihrer Größe und ihres Standortes erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt haben können, Gegenstand einer Umweltverträglichkeitsprüfung sind. Laut Anhang 1 sind beispielsweise folgender Anlagen UVP-pflichtig:

- Anlagen zur thermischen Behandlung von gefährlichen Abfällen
- Anlagen zur stofflichen Verwertung oder sonstigen Behandlung von gefährlichen Abfällen oder Altölen mit einer Kapazität von mindestens 20.000 Mg/a
- Anlagen zur thermischen Behandlung von nicht gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von mindestens 20.000 Mg/a.

Aufgrund der Vermischung der Begriffe „Verwertung“ und „Behandlung“ besteht eine Unsicherheit, ob eine thermische Verwertung einer thermische Behandlung im Sinne dies UVP-Gesetzes entspricht oder nicht.

Die Störfallverordnung (StörfallVO), ebenso nach § 82 der GewO erlassen, regelt die Frage der Störfallvorsorge und die Sicherheitspflichten des Ablagenbetreibers. Diese Verordnung gilt für „gefahrengeneigte“ Anlagen, die wie folgt definiert sind:



- Anlagen, die nach § 29 Abs. 1 des AWG zu genehmigen sind. Darunter fallen beispielsweise Anlagen zur thermischen Behandlung von mehr als 10.000 Mg Abfällen pro Jahr
- Anlagen, in denen die in der zugehörigen Anlage 1 angeführten Stoffen die genannt Mengenschwellen übersteigen
- Anlagen, die in Anlage 2 die StörfallVO aufgelistet sind. Dazu gehören beispielsweise Anlagen zur Beseitigung von festen oder flüssigen Stoffen in Form von Abfällen durch Verbrennung, wenn der durchschnittliche Massenstrom an Brennstoffen 750 kg/h überschreitet.

Eine Übersicht der geltenden Bestimmungen für die (Mit-) Verbrennung wird in Tabelle 2.2 dargestellt.

**Tabelle 2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen für die (Mit-) Verbrennung in Österreich**

Regelwerk	GewO ( BergG)	AWG	LRV-K	ZemVO	UVP <sup>1)</sup>
<b>Zementwerk</b>					
gefährliche Abfälle	ja <sup>2)</sup>	nein <sup>3)</sup>	-	ja	ja
nicht gefährliche Abfälle / Altöl	bis 10.000 Mg/a	ab 10.000 Mg/a	-	ja	ab 20.000 Mg/a
<b>Wirbelschicht</b>					
Gefährliche Abfälle	ja <sup>2)</sup>	nein <sup>3)</sup>	ja <sup>4)</sup>	-	ja
nicht gefährliche Abfälle / Altöl	bis 10.000 Mg/a	ab 10.000 Mg/a	ja <sup>4)</sup>	-	ab 20.000 Mg/a
<b>MVA</b>					
gefährliche Abfälle	nein	ja	ja	-	ja
nicht gefährliche Abfälle / Altöl	bis 10.000 Mg/a	ab 10.000 Mg/a	ja	-	ab 20.000 Mg/a

- 1) Wenn im Sinne des UVP-Gesetzes eine „thermische Verwertung“ einer „thermischen Behandlung“ gleichzusetzen ist, besteht in diesem Fall Genehmigungspflicht.
- 2) Errichtung und Änderung einer Betriebsanlage sind nach GewO genehmigungspflichtig
- 3) Die Mitverbrennung von gefährlichen Abfällen in industriellen Anlagen unterliegt nicht dem AWG, da der Betriebszweck der Anlage nicht die Abfallverbrennung ist.
- 4) Die Berechnung der Emissionsgrenzwerte erfolgt u.U. anhand der Mischungsregel.

Aufgrund der Gesetzeslage und der daraus resultierenden Zuständigkeiten gelten für Anlagen die Abfälle thermisch verwerten bzw behandeln unterschiedliche Luftemissionsgrenzwerte. Zusätzlich ergeben sich aus den Branchenverordnungen nach § 82 der GewO unterschiedliche Luftemissionsgrenzwerte für die verschiedenen Industriebranchen. Tabelle 2.3 zeigt eine Gegenüberstellung der Emissionsgrenzwerte von Müllverbrennungsanlagen, festgelegt im LRV-K § 18, von Zementwerken laut ZementVO und der Wirbelschichtanlage der RVL laut Genehmigungsbescheid.

**Tabelle 2.3: Gegenüberstellung der Emissionsgrenzwerte von Müllverbrennungsanlagen, Zementwerken und der RVL-Anlage**

	Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen LRV-K §158			ZementVO	RVL (Versuchs- betrieb) [14]
	Kleinan- lagen	Mittlere Anlagen	Groß- anlagen		
	[mg/m <sup>3</sup> ]				
Staubförmige Emissionen	50	20	15	50	8
Chlorwasserstoff HCl	30	15	10	-	7
Fluorwasserstoff HF	0,7	0,7	0,7	-	0,3
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	-	100	50	200	50
Kohlenmonoxid CO	100	50	50	-	50
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	-	300	100	500	70
Pb, Zn, Cr	5	3	2	-	1
As, Co, Ni	1	0,7	0,5	1,0 mit Pb	0,5 1)
Cd	0,1	0,05	0,05	0,1	2) 0,05
Hg	0,1	0,1	0,05	-	0,05
TOC	20	20	20	-	8
PCDD, PCDF als 2-,3-,7-,8- TCDD Äquivalent	0,1 ng/ m <sup>3</sup>	0,1 ng/ m <sup>3</sup>	0,1 ng/ m <sup>3</sup>	-	0,1 ng/ m <sup>3</sup>

Die angegebenen Emissionswerte beziehen sich auf 11 % (LRV-K, RVL) und 10 % (ZementVO) Volumskonzentration Sauerstoff im Verbrennungsgas.

1) mit Sb, Cu, Mn, V,Sn

2) mit Tl

## 2.8 Konsequenz der geltenden Abfallgesetze

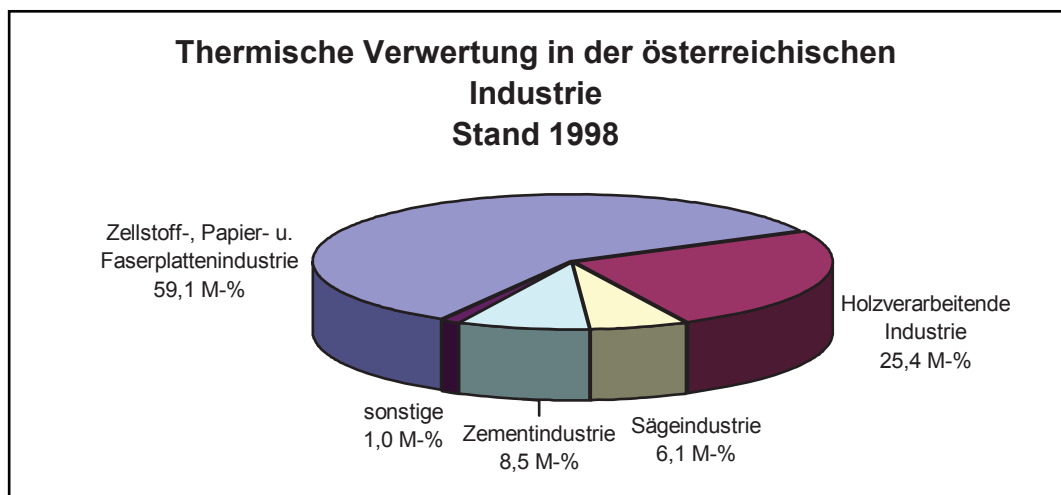
Aus den geltenden Bestimmungen ergibt sich für die zukünftige Entwicklung der Abfallwirtschaft der Trend weg von der Deponierung hin zur thermischen Verwertung und Behandlung. Zur Verfüllung der genehmigten Deponiekapazitäten bis zum Jahr 2004 ist mit einem weiteren Verfall der Deponiepreise zu rechnen. Neue Deponieprojekte sind aufgrund der Umstände nicht zu erwarten. Für thermische Anlagen besteht durch den Preisverfall für die Deponierung von Abfall bis zum Inkrafttreten aller Bestimmungen der DVO ein Wettbewerbsnachteil. Nach Abschluß der Übergangsphase im Jahr 2004, bzw. im Falle der Inanspruchnahme der Verordnungskompetenz nach § 31d Abs.7 WRG im Jahr 2009, könnte daher ein Entsorgungsengpaß entstehen, wenn bis zu diesem Zeitpunkt nicht die notwendigen Projekte wie z.B. thermische Verwertungen in NÖ, Stmk / Niklasdorf, OÖ / 2.Linie in Wels, sowie Splittinganlagen und MBA's verwirklicht werden.

Die momentane Ungleichbehandlung bezüglich der Emissionsgrenzwerte von Müllverbrennungsanlagen (thermische Behandlung) und Industrieanlagen, die Abfälle thermisch verwerten, führt zu Kostenvorteilen für die industrielle Mitverbrennung. Abfälle als Ersatzbrennstoffe einzusetzen erscheint nur dann ökologisch sinnvoll, wenn die Kapazität und der Umfang der nachgeschalteten Rauchgasreinigung in Abhängigkeit der Schadstoffpotentiale der zu verwertenden Abfälle festgelegt wird.

### 3 Thermischen Verwertung und Behandlung in Österreich [5]

Vom Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik wurde eine Studie hinsichtlich der Mitverbrennung in österreichischen Industriebetrieben durchgeführt. Demnach werden Abfälle in der Größenordnung von 1.579.000 Mg/a einer thermische Verwertung in industriellen Feuerungsanlagen zugeführt, wobei sich es sich hauptsächlich um Anlagen der Branchen

- Zellstoff-, Papier- und Faserplattenindustrie
- Zementindustrie
- Holzverarbeitende und Sägeindustrie handelt.



**Abbildung 3.1 Thermische Verwertung in der österreichischen Industrie nach Branchen**

Abbildung 3.1 zeigt die Anteile der einzelnen Industriebranchen am insgesamt verwerteten Massenpotential. In diesen Anlagen werden allerdings nur zum Teil kommunale Abfälle verwertet, denn ein Teil der Betriebe setzt nur betriebsintern anfallenden Reststoffe ein. Zu den in industriellen Anlagen verwerteten Abfällen kommen noch 975.000 Mg/a, die in Biomassefeuerungsanlagen, Feuerungsanlagen von privaten Betreibern und bäuerlichen Genossenschaften thermisch verwertet werden, sowie jene Menge an Abfällen, die in Müllverbrennungsanlagen behandelt werden. Das ergibt in Summe 3.350.477 Mg/a. Tabelle 3.1 zeigt einen Überblick über die 1998 behandelten und verwerteten Abfallmengen.

**Tabelle 3.1: Thermische Behandlung und Verwertung in Österreich (Stand 1998)**

Feuerungsanlagen	Menge [Mg/a]
Industrielle Feuerungsanlagen	1.579.477
Biomassefeuerungsanlagen, Feuerungsanlagen v. bäuerlichen Genossenschaften und privaten Betreibern	975.000
Entsorgungsbetriebe Simmering	276.000
Müllverbrennungsanlagen	520.000
<b>Gesamt</b>	<b>3.350.477</b>

Geht man davon aus, daß ab dem Jahr 2004 die gesamten bisher direkt deponierten Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen einer thermischen Verwertung oder Behandlung zuzuführen sind, wird eine zusätzliche Verbrennungskapazität von etwa 880.000 Mg/a erforderlich sein [6].

Im der ÖNORM S2108 vom 1.9.1998 wird die „Zuordnung von Abfällen zur thermischen Behandlung und Verwertung“ festgelegt. Ausgehend von dieser Bestimmung sind einige Aspekte zu beachten, die letztlich für eine ökologisch sinnvolle Verwertung entscheidend sind. Eine ständige Verfügbarkeit ist Grundvoraussetzung, weshalb ein Mindestanfall von 2.000 Mg/a notwendig erscheint.

Weitere Faktoren, die den Einsatz der Abfälle in thermischen Verwertungsanlagen entscheiden, sind:

- Homogenität / Gleichheit definiert
- Aufbereitungsaufwand
- Hygienische Eigenschaften
- Heizwert und Brennbarkeit
- Schadstoffpotential
- Genehmigungsaufwand
- Akzeptanz der Bevölkerung

In Abhängigkeit von der Branche der Industriebetriebe werden zusätzlich chemische und physikalische Forderungen an die Abfälle gestellt. So dürfen etwa in der Zementindustrie die Eigenschaften des Produktes Klinker nicht negativ beeinflusst werden, wobei hier speziell auf die chemische Zusammensetzung der Asche, die im Produkt miteingebunden wird, zu achten ist.

In der Ziegelindustrie ist der Heizwert der einsetzbaren Abfälle entscheidend, um den verfahrenstechnisch notwendigen Ablauf der Fertigung zu gewährleisten. In der Stahlindustrie können nur gut zerkleinerte und homogene Abfallfraktionen verwertet werden. In Industrieanlagen, wo Abfälle nicht direkt mit dem Produkt in Kontakt sind, sondern die nötige Prozeßenergie liefern, sind besonders die Auswirkungen auf die Emissionen in Luft und Wasser sowie auf die Rückstände zu beachten. Zur Gewinnung von Energie aus Abfällen finden sowohl Rostfeuerungen als auch Wirbelschichtanlagen Anwendung. Die chemischen Anforderungen an die genannten Verbrennungstechnologien unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander, da die vertretbaren Schadstoffkonzentrationen des Eingangsmaterials hauptsächlich von der nachgeschalteten Rauchgasreinigung abhängen. Die Eingangsparameter der Wirbelschichtverbrennungsanlage der RVL Lenzing werden im Kapitel 5.3 näher beschrieben [5].

## 4 AVE – Die Entsorger

Die AVE, der Auftraggeber der vorliegenden Arbeit, hat sich in den letzten Jahren im Abfallwirtschaftssektor sehr stark engagiert. Beteiligt an diesem Entsorgungsbetrieb ist die Energie AG, vormals OKA genannt, die für die Stromversorgung des Bundeslandes Oberösterreich verantwortlich ist. Die AVE führt über eine Betriebsführungsgesellschaft WAV-B (100%) die Welser Abfallsverwertungs GmbH (WAV), ist an der Reststoffverwertung Lenzing GmbH (RVL) beteiligt und ist selbst Betreiber von mehreren abfallwirtschaftlichen Anlagen. Die AVE kann aufgrund dieser Konstellation umfassende Entsorgungs- und Verwertungskonzepte anbieten.

### 4.1 RVL – Reststoffverwertung Lenzing

#### 4.1.1 RVL-Invest

Die RVL-I ist eine 100 % - ige Tochter der AVE. Sie investierte die gesamte Wirbelschichtanlage und ist für Abfallinput sowie Reststoffentsorgung zuständig.

#### 4.1.2 RVL GmbH

Die RVL GmbH ist eine gemeinsame Gesellschaft der Lenzing AG und der AVE. Der Zusammenschluß begründet sich auf einer Reihe von Tatsachen, die unter folgenden Punkten zusammengefaßt werden:

- ganzjährig hoher Wärmebedarf der Lenzing AG zur Zellstoffproduktion (bis zu 129 Mg/h)
- bereits vorhandene technische Infrastruktur
- Verwendung der schwefelhaltigen VIFAS-Abluft aus der Zellstoffproduktion in der Verbrennung
- Einsparung von Deponiekapazität
- Verstärkung der thermischen Entsorgungskompetenz

### 4.2 RVL Anlagenbeschreibung

Die aufbereiteten Abfälle werden von der Anlieferungshalle in einen Bunker und von dort nach einer zweistufigen Aufbereitung mit Förderbändern zur Aufgabereinheit des Wirbelschichtkessels transportiert. Geruchsbelastete Abluft der Zellstoffproduktion wird als Verbrennungsluft eingesetzt. Eine mehrstufige Rauchgasreinigungsanlage gewährleistet die Einhaltung der gesetzlich vorgegebenen Emissionsgrenzwerte.

Die Menge der eingesetzten Brennstoffe ist durch die benötigte thermische Leistung festgelegt und vom durchschnittlichen Heizwert abhängig. Der Durchsatz während des Versuchsbetriebes (noch bis 2001) liegt bei 150.000 Mg/a. Neben den Emissionsgrenzwerten hat die Behörde auch Eingangsparameter für die zu verwertenden Abfälle festgelegt.

Die RVL verwertet beispielsweise sortierte und mechanisch aufbereitete Verpackungs- und/oder Gewerbeabfälle, aufbereitetes Altholz, Reststoffe aus der Altpapierverwertung und Klärschlamm oder Rechengut aus Abwasserreinigungsanlagen [3]. Abbildung 4.1 zeigt das Verfahrensprinzip der Wirbelschichtanlage.

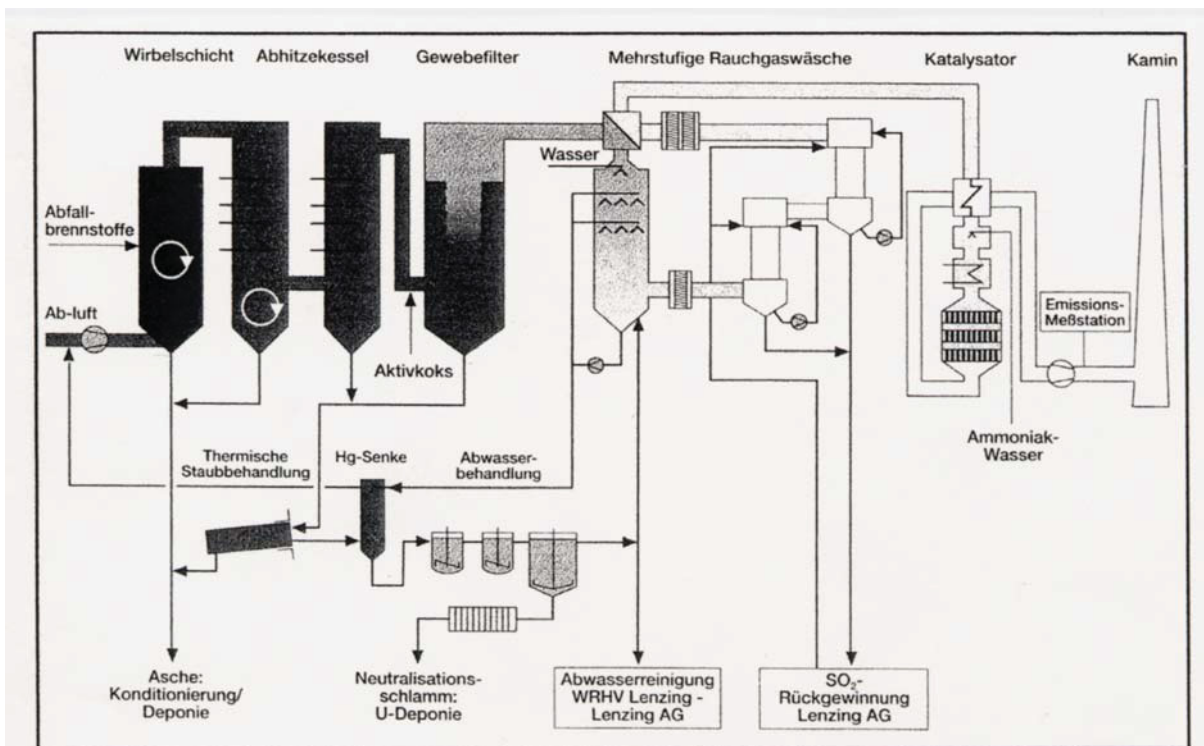


Abbildung 4.1: Wirbeschichtverbrennungsanlage der RVL-Lenzing

### 4.3 Gewerbemüllsplittinganlage Redlham

Die AVE ist auch der Betreiber eines Entsorgungsbetriebes in Redlham in der Umgebung von Attnang-Puchheim (OÖ). Von diesem Standort aus wird die regionale Abfallentsorgung gesteuert. Der Tätigkeitsbereich umfaßt die Sammlung und Deponierung von Hausmüll, die Übernahme und Sortierung bzw. die Aufbereitung von Altstoffen wie Altpapier, Altholz und Kunststoff aus der gelben Tonne, die mechanische Behandlung von Gewerbeabfall, die Übernahme von Altreifen und das Betreiben eines Abfallsammelzentrums für private Anlieferer.



Der Standort des Entsorgungsbetriebes der AVE in Redlham bestand ursprünglich nur aus einer Deponie, die noch einige Jahre als Massenabfalldeponie in Betrieb sein wird. Im Jahr 1986 wurde die Betriebsanlage durch eine Müllsortieranlage erweitert. Im Zuge dieses Umbaus wurde die damals bestehende Hausmüllzerkleinerungsanlage vollständig demontiert. Die sogenannte Wertstoff-Sortieranlage bestand im wesentlichen aus einem Aufgabebunker und zwei Stangensizern, die im ersten Schritt die Fraktion  $< 20$  mm und im nachfolgenden Schritte die Fraktionen  $20 - 150$  mm und  $> 150$  mm produzierte. Aus der Grobfraktion wurden manuell Wertstoffe aussortiert. Aus der Mittelfraktion wurden zuerst mittels Magnetabscheider Eisen und durch ein schräg gehängtes Förderband Glasflaschen abgeschieden. Anschließend wurden manuell Wertstoffe wie Papier, Karton oder Kunststoffe aussortiert. Für Naßfraktionen bestand die sogenannte „Hausmülllinie“. Aus dem Tiefbunker wurde dieses Material zu einem Kammerwalzensortierer gefördert und dort in die Fraktionen  $0 - 30$  mm und  $> 30$  mm geteilt. Die Feinfraktion wurde zur Abdeckung der Deponie verwendet und die Grobfraktion auf dem Mietenplatz einer Rotte unterzogen [7].

Im Mai 1998 wurde die Genehmigung zur neuerlichen Änderung der Anlage erteilt. Um den Anforderungen der Deponieverordnung zu entsprechen, wurden der Bereich der Naßmüll-Aufbereitungsanlage neu strukturiert. Ziel der neu gestalteten Anlage ist das Splitten der Abfälle in eine heizwertreiche und eine heizwertarme Fraktion. Die für die thermische Verwertung geeigneten Massenanteile werden vor allem einer Verwertung in der etwa 30 km entfernten Wirbelschichtanlage der RVL in Lenzing zugeführt. Gleichzeitig wird eine Störstoffentfrachtung der Fraktion  $< 25$  mm durchgeführt, die direkt auf der betriebseigenen Deponie in Redlham abgelagert wird, zukünftig aber eventuell auch thermisch verwertet oder extern deponiert werden soll.

Die Betriebsgrundlage der Anlage in Redlham stellen ebenso wie vor der baulichen Umstrukturierung Abfälle aus:

- Gewerbe und Industrie,
- Privatanlieferungen und
- Restmüll aus Haushalten dar.

#### 4.4 Verfahrensbeschreibung der Splittinganlage

Bereits bei der Eingangsverwiegung wird festgelegt, ob eine Abfallanlieferung direkt deponiert wird oder ob eine Behandlung in der Splittinganlage erfolgt, weshalb nur ausgewählte Anlieferungen von Gewerbeabfällen zur Splittinganlage gelangen. Der Großteil der Anlieferungen wird direkt auf der Deponie abgelagert.

Die ausgewählten Abfälle werden unter einem Flugdach abgelagert, in der Folge mit einem Radlader in den Doppstadt Einwellenzerkleinerer aufgegeben und mit Förderbändern zum Trommelsieb mit den Sieblochungen 25 mm und 75 mm transportiert.

Der Siebdurchgang ( $< 25$  mm) gelangt mittels Austragsförderband zu einem Zwischenlagerplatz bzw. kann direkt in einen Container abgeworfen werden. Die Mittelfraktion wird von Fe- und NE-Anteilen befreit und ebenfalls in einen Zwischenbunker gefördert. Der Siebüberlauf wird seit August des Jahres 1999 ebenfalls von Fe-Anteil getrennt und kann je nach Bedarf lose in Container oder über eine Ballenpresse ausgetragen werden.

Die Anlage wurde bisher noch nicht vollständig adaptiert. Laut technischem Bericht der Genehmigungsunterlagen könnte die Anlage zusätzlich einen Windsichter beinhalten. Dieser sollte bei der Mittelfraktion 25 – 70 mm die Leichtfraktion von der Schwerfraktion trennen. Die Schwerfraktion würde dann zu einer Abwurfbox gelangen, während die Leichtfraktion mit dem Siebüberlauf ( $> 75$  mm) zusammengeführt werden sollte. Dieser Stoffstrom würde mit einem Magnetabscheider und Wirbelstromsichter von den Fe – und NE-Anteilen befreit werden und dann je nach Bedarf zur Ballenpresse bzw. in Container gelangen [8].

Die nachfolgende Abbildung 4.1 zeigt das Verfahrensdigramm der Anlage in der momentan in Betrieb befindlichen Form. Im Anhang sind Fotos der Anlage beigefügt.

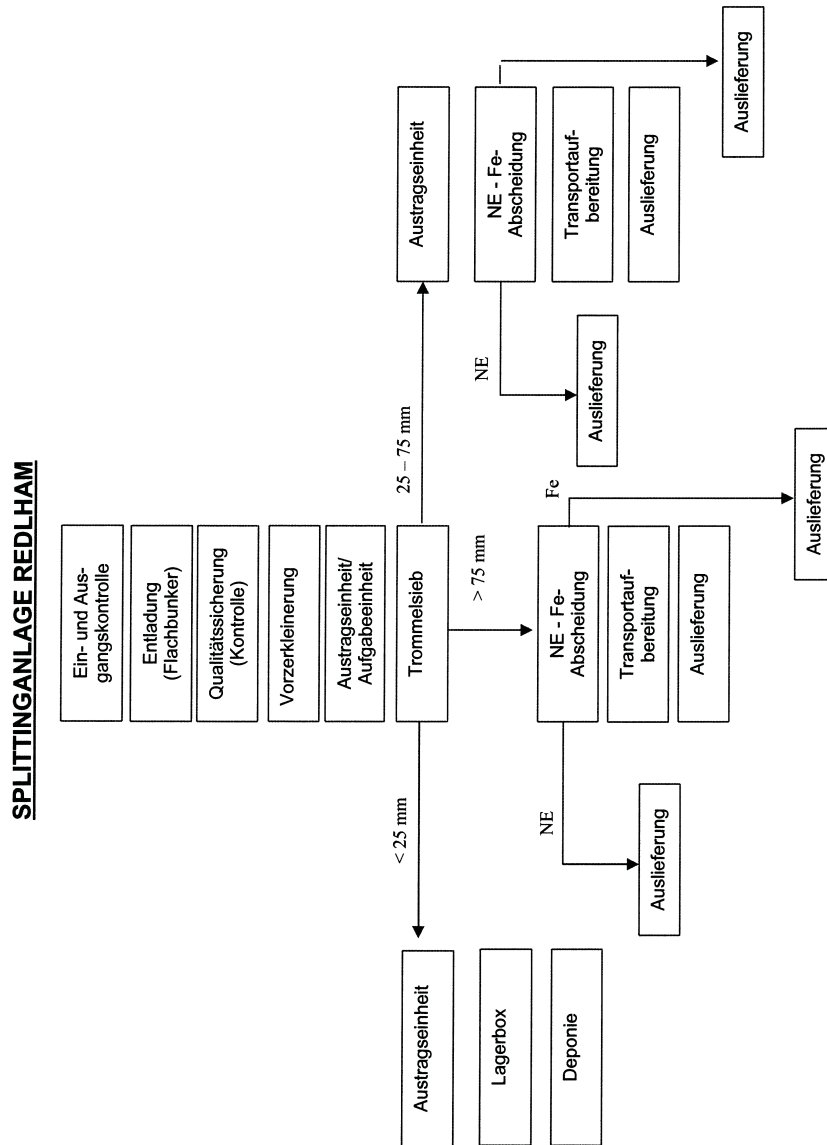


Abbildung 4.2: Verfahrensdiagramm der Splittinganlage in Redlham

## 5 Charakterisierung der Abfälle

### 5.1 Probenahme

Im Zeitraum Juni bis September 1999 wurden am Standort Redlham an 15 Tagen jeweils Sortierung der Fraktion  $> 75$  mm und Beprobung aller vier Massenströme durchgeführt. Es waren an jedem dieser Tage 5 Personen der Montanuniversität Leoben etwa 8 Stunden pro Tag zur Durchführung vor Ort. An 12 der insgesamt 15 Tagen handelte es sich bei den beprobten Abfällen um Gewerbeabfälle mit der Schlüsselnummer 912. An zwei Tagen wurde Hausmüll mit der Schlüsselnummer 91101 und an einem Tag wurden Textilien mit der Schlüsselnummer 58107 beprobt. Der Grund für die Sonderanlieferungen dieser beiden letztgenannten Abfallarten, die im Allgemeinen nicht in der Splittinganlage behandelt werden, liegt darin begründet, daß nur jene Abfälle thermisch verwertet werden dürfen, die den RVL-Eingangsanforderungen entsprechen und diese Parameter im Zuge des vorliegenden Projektes mitbestimmt werden sollten.

Die durchgeführten Untersuchungen zur Charakterisierung der Abfälle lassen sich in zwei Kategorien einteilen. Zum einen handelt es sich um die stoffliche und zum anderen um die chemisch-physikalische Beschreibung der angelieferten Materialien. Um einen Zusammenhang zwischen der stofflichen und der chemisch-physikalischen Zusammensetzung der untersuchten Materialien herzustellen, wurden von einer angelieferten Abfallcharge jeweils sowohl die Proben für die Analysen gezogen als auch ausreichend Material für die Sortierung abgezweigt.

Täglich wurde eine Abfallanlieferung zur Beprobung bzw. zur Sortierung ausgewählt. Bei der Probenahme wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Zuerst wurde das Inputmaterial beprobt, indem etwa  $3 \text{ m}^3$  vom jeweiligen Eingangsmaterial mit einem Radlader als Sammelprobe genommen wurden. Diese Sammelprobe wurde mit Hilfe des Doppelwellenzerkleinerers auf eine Korngröße von etwa 15 mm vorzerkleinert, um eine repräsentative Probenahme zu ermöglichen. Das auf diese Weise vorbehandelte Material wurde kegelförmig aufgeschüttet und mittels Mischkreuzverfahren auf eine endgültige Probenmenge von 5 Liter eingeeengt. Beim Mischkreuzverfahren wird das vorhandene Probenmaterial in vier gleiche Teile geteilt, wobei zwei der gegenüberliegenden Vierteln verworfen und die anderen beiden Vierteln wieder vermischt werden. Ziel ist es eine vorhandene Probenmenge auf eine für die nachfolgenden Analysen notwendige, repräsentative Menge einzuschränken.
- Anschließend erfolgte die Aufbereitung der gesamte Anlieferungsmenge in der Splittinganlage und die Klassierung in die drei Fraktionen.
- Wichtig war es einerseits darauf zu achten, daß die Fraktion  $> 75$  mm nicht in die Ballenpresse gefahren wurde, sondern der Austrag lose erfolgte. Andererseits sollten zu diesem Zeitpunkt zwei Radlader bereits unmittelbar an den Austragsstellen der Grob-

und Mittelfractionen mit nach oben gekippter Schaufel zur gleichzeitigen Aufnahme des Probenmaterials bereit stehen. Die Proben der Feinfraktion wurden unterhalb des Abwurfbandes direkt mit den Probenkübeln geholt.

- Vor der endgültigen Probenahme für das Labor erfolgte bei der Grob- und Mittelfraktion eine Aufbereitung im Doppelwellenzerkleinerer. Die Einengung der Probenmenge bis auf 5 Liter erfolgte mit dem bereits erwähnten Mischkreuzverfahren.
- Zusätzlich zu der chemischen Charakterisierung der Abfälle sollte die stoffliche Zusammensetzung der Fraktion  $> 75$  mm bestimmt werden. Dafür war es notwendig einen Teil der Fraktion  $> 75$  mm abzuzweigen und mittels Handsortierung auf einem dafür vorgesehenen Sortiertisch in die einzelnen Sortierfraktionen aufzuteilen.

Für die chemischen Analysen wurden von den Fraktionen  $< 25$  mm,  $25 - 75$  mm und  $> 75$  mm pro Tag jeweils zwei Proben gezogen, von der Inputfraktion pro Tag nur eine Probe. Das ergab ein Probenaufkommen von 7 Proben pro Tag bzw. 105 Proben insgesamt. Zusätzlich zu diesen Proben für die chemisch-physikalische Analyse wurde täglich ein Kübel mit 20 Liter vom Material  $< 25$  mm für die Korngrößenanalyse genommen. Sinn einer Korngrößenuntersuchung ist es, etwaige Schadstoffanreicherungen in bestimmten Kornklassen der Fraktion  $< 25$  mm nachzuweisen.

Von den bei der Handsortierung aussortierten Fraktionen erfolgte im Laufe des Projektes dreimal eine Probenahme. Zu diesem Zweck wurden die sortierten Fraktionen von mehreren Sortiertagen sortenrein zerkleinert und je ein 5-Liter-Kübel mit Probenmaterial befüllt. Es sollte ursprünglich der Wassergehalt der verschiedenen Sortierfraktionen bestimmt werden, was jedoch aus organisatorischen Gründen keine Berücksichtigung fand. Anzumerken ist, daß von den Sortierfraktionen „Mineralien“, „Glas“, „Fe-Metalle“ und „NE-Metalle“ keine Proben genommen wurden, da diese Fraktionen für die Bestimmung dieses Parameters nicht relevant sind.

Anschließend wurden alle Proben zur Aufbereitung und Analyse in das Umweltanalytiklabor der Lenzing AG gebracht.

## 5.2 Die Aufbereitung der Proben

Die Proben wurden von der Splittinganlage in Redlham in das Umweltanalytiklabor der Lenzing AG transportiert. Dort erfolgte nach der Einwaage eine etwa 12 stündige Trocknung im Trockenschrank bei  $60$  °C. Diese relativ niedrige Temperatur soll ein Entweichen der leicht flüchtigen Probeninhalte verhindern. Im Anschluß daran wurden die getrockneten Proben neuerlich gewogen, um aus den gewonnenen Werten den Wassergehalt zu bestimmen.

Die für die Analyse vorgesehenen 60 Proben wurden vor der Zerkleinerung zur Dokumentation mit einer Digitalkamera fotografiert. Die verbleibenden 45 Proben wurden nach der Trocknung archiviert. Die Zerkleinerung erfolgte mit einer Schneidmühle unter Verwendung eines  $1$  mm Siebes. Für die nachfolgenden chemischen Analysen wurden von

jeder Probe zwei 500 ml Laborgläser sowie eine in Plastik verschweißte Rückstellprobe bereitgestellt.

Im Unterschied zur Aufbereitungsmethodik der Umweltanalytiklabors in Lenzing, werden am IED aus den getrockneten Proben vorerst händisch Sörstoffe wie Metall oder Glas entfernt. Die Vorzerkleinerung erfolgt mittels einer Schneidemühle mit einem 4mm Sieb und danach werden die Proben mit einer Ultrazentrifugalmühle bis auf eine Korngröße von 0,5 mm zerkleinert.

### 5.3 Stoffliche Zusammensetzung

Die Untersuchung der stofflichen Zusammensetzung der Abfälle erfolgte mittels Handsortierung. Der Hauptzweck bestand darin, insbesondere die Inerstoffanteile in der Fraktion > 75 mm zu bestimmen. Insgesamt wurde daher eine Auftrennung in folgende Einzelfraktionen durchgeführt:

- Papier/Pappe
- Fe-Metalle
- NE-Metalle
- Kunststoffe
- Mineralien
- Verbundverpackungen
- Holz/Gummi/Leder
- Restmüll
- Materialverbunde
- Windel/Hygieneartikel
- Glas
- Textilien/Bekleidung
- Gefährliche Abfälle
- Feinfraktion

Zu den Inerstoffen zählen dieser Einteilung zufolge Mineralien, Glas und Metalle. Die Feinfraktion entspricht jenem Anteil, der durch die 10 mm-Lochung des Sortiertisches fällt. Die Abtrennung dieser Fraktion dient einerseits dazu, eine Verschmutzung der anderen Sortierfraktionen zu vermeiden und andererseits um die Aussortierung der kleinen Teile zu erleichtern. Die „Restfraktion“ entspricht jenem Anteil, der nach Entfernung der leicht

zuordenbaren Anteile am Sortiertisch verbleibt. Weiters wurden entsprechend den Konventionen des IED Schaumstoffe ebenfalls dieser Fraktion zugeordnet.

### 5.3.1 Sortierergebnisse

Die aussortierten Fraktionen wurden täglich gewogen und jeweils nach einer Reihe von Probenahmetagen sortenrein zerkleinert und beprobt. Aus diesen Proben sollte der Wassergehalt der verschiedenen Fraktionen ermittelt werden.

Bei der Darstellung der Sortierergebnisse erfolgte eine Trennung zwischen den Gewerbeabfällen mit der Schlüsselnummer 912 und den hausmüllähnlichen Abfällen mit der Schlüsselnummer 91101.

Die ÖNORM S2100 „Abfallkatalog“ legt die Schlüsselnummern für alle Abfallarten fest. Gewerbeabfälle mit der Schlüsselnummer 912 beinhalten demnach

- Verpackungsmaterial und Kartonagen (SNr.: 91201)
- Küchen- und Kantinenabfälle (SNr.: 91202)
- Baustellenabfälle ausgenommen Bauschutt (SNr.: 91203) und
- Leichtfraktion aus der Verpackungssammlung (SNr.: 91204) [10].

#### 5.3.1.1 Gewerbeabfälle (SNr.: 912)

Jede der beprobten Gewerbemüllanlieferungen kann aufgrund der Begleitpapiere (Lieferschein) einem bestimmten Anlieferer zugeordnet werden. Lediglich bei der ersten Anlieferung konnte die Herkunft nicht mehr nachvollzogen werden. Im Anhang findet sich eine Übersichtstabelle, die alle untersuchten Anlieferungen mit Datum, Name des Anlieferers und sämtlichen Analyseergebnissen darstellt.

Es wurden weder bei den Gewerbeabfällen noch beim Hausmüll gefährliche Abfälle gefunden. Der Grund dafür dürfte sein, daß durch die Klassierung in der Splittinganlage die kleinen Anteile, wie etwa Batterien, nicht in der Fraktion > 75 mm ausgetragen werden. Diese Sortierfraktion wird in der Folge daher keine Erwähnung mehr finden.

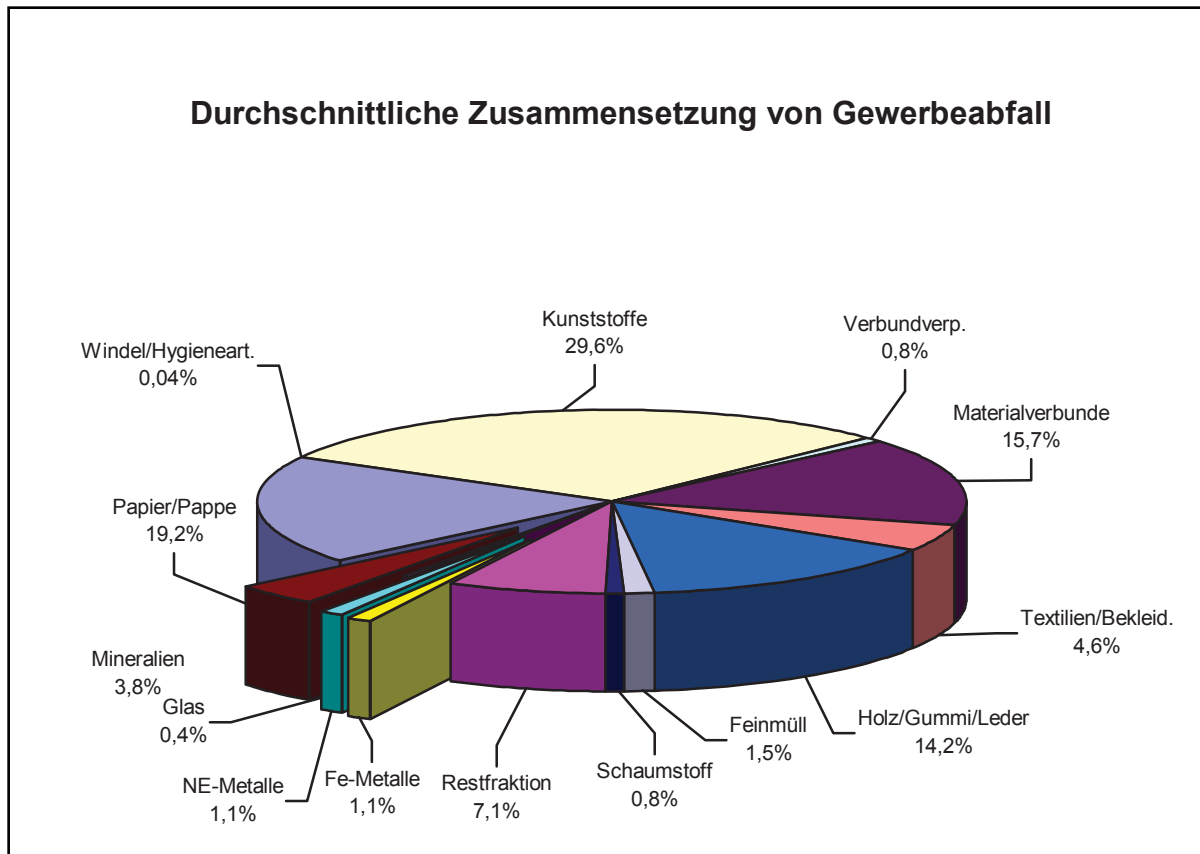
Tabelle 5.1 zeigt die durchschnittliche Zusammensetzung und die Schwankungsbreite der einzelnen aussortierten Fraktionen bezogen auf die bei der Anlieferung vorhandene Masse (Feuchtmasse). 29,6 M-% der sortierten Abfälle konnten der Fraktion „Kunststoffe“ zugeordnet werden. Etwa ein 1/5 der Abfälle gehörte der Fraktion „Papier/Pappe“ (19,2 M-%) und 15,7 M-% waren den „Materialverbunden“ zurechenbar. 14,2 M-% der Abfälle konnten der Fraktion „Holz/Gummi/Leder“ und 4,6 M-% der Fraktion „Textilien/Bekleidung“ zugeordnet werden. Etwa 7 M-% waren aufgrund der Kleinheit der Teile keiner bestimmten Stoffgruppe zuzuordnen („Restfraktion“).

**Tabelle 5.1: Zusammensetzung der sortierten Gewerbeabfallchargen bezogen auf die Feuchtmasse**

<b>Gewerbeabfälle ( SNr.: 912)</b>		
<b>Fraktion</b>	<b>Durchschnitt</b>	<b>Schwankungsbreite</b>
	[M-%]	[M-%]
Thermisch verwertbare Stoffe		
Kunststoffe	29,6	16,0 - 80,7
Pappe/Papier	19,2	6,7 - 42,2
Materialverbunde	15,7	7,3 - 44,9
Holz/Gummi/Leder	14,2	2,8 - 31,3
Restfraktion <sup>1)</sup>	7,9	0,2 - 13,2
Textilien/Bekleidung	4,6	0,5 - 9,1
Feinmüll	1,5	0,1 - 2,5
Verbundverpackungen	0,8	0,1 - 0,8
Windel/Hygieneartikel	0,04	0,0 - 0,3
<b>Zwischensumme</b>	<b>93,54</b>	
Inertstoffe		
Glas	0,4	0,1 - 0,9
Mineralien	3,8	0,4 - 8,3
NE-Metalle	1,1	0,1 - 1,2
Fe-Metalle	1,1	0,1 - 1,2
<b>Zwischensumme</b>	<b>6,4</b>	

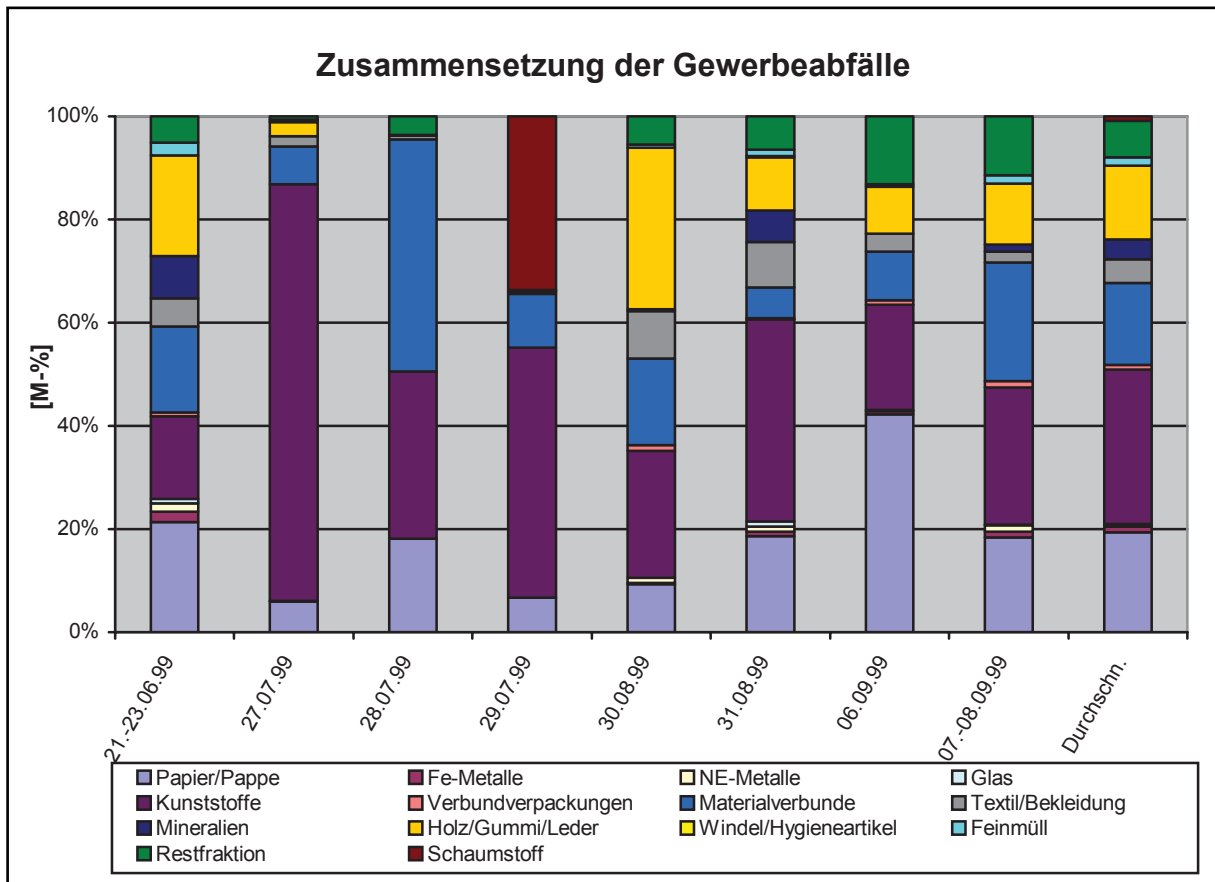
1) zur Restfraktion wurde in dieser Tabelle auch der Anteil der Schaumstofffraktion von 0,8 M-% gerechnet





**Abbildung 5.1: Durchschnittliche Zusammensetzung der sortierten Gewerbeabfälle bezogen auf die Feuchtmasse**

In Abbildung 5.1 wird das Sortierergebnis graphisch dargestellt. Um die Inhomogenität der verschiedenen Gewerbeabfallanlieferungen aufzuzeigen, sind in Abbildung 5.2 die Ergebnisse der einzelnen Sortierungen dargestellt. Es werden die Massenprozent der einzelnen Fraktionen der verschiedenen Anlieferungen einander gegenübergestellt.

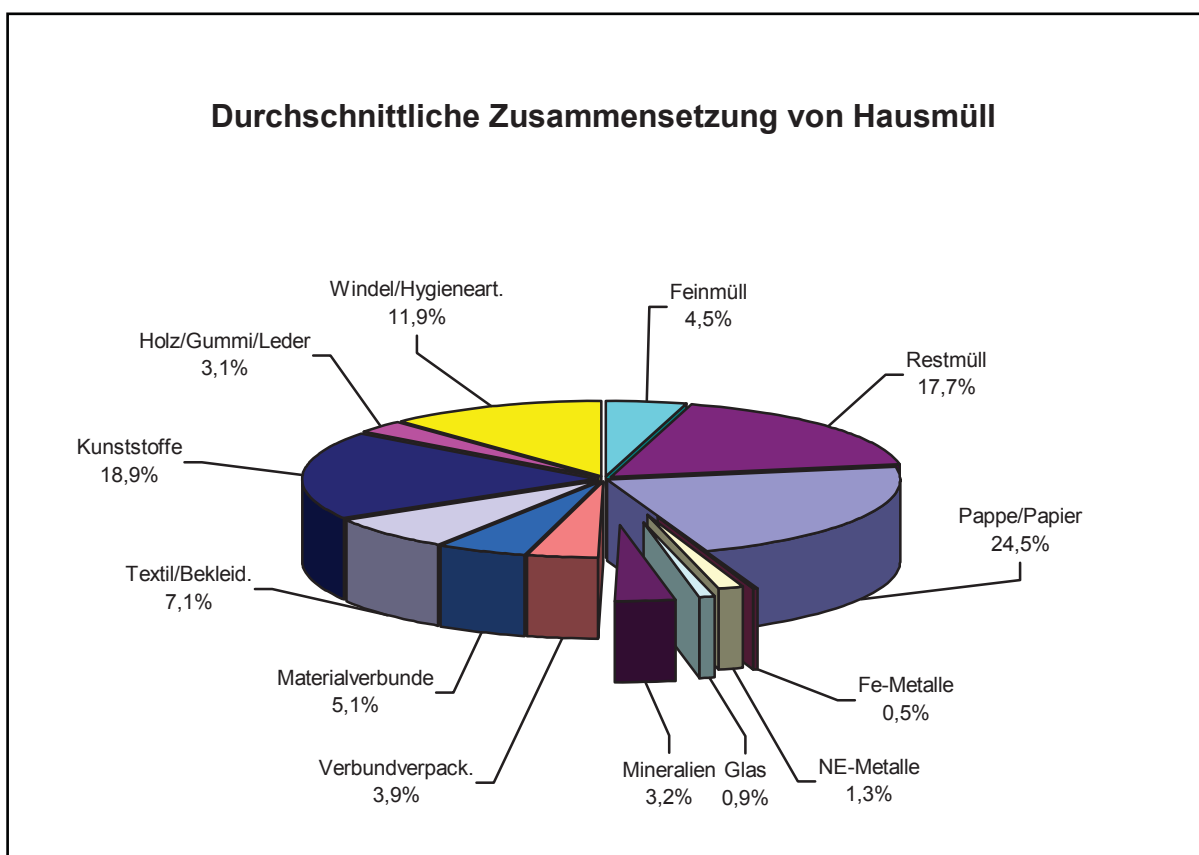


**Abbildung 5.2: Zusammensetzung der Gewerbeabfälle von verschiedenen Anlieferungen bezogen auf die Feuchtmasse**

Der Gewerbemüll, der am 29.07.99 sortiert wurde, stammt aus dem Sperrmüllcontainer des betriebseigenen Altstoffsammelzentrums. Bei diesem Material trat Schaumstoff im außergewöhnlich hohen Ausmaß von 33 M-% auf. Darum wurde bei dieser Sortierung Schaumstoff als eigene Stofffraktion berücksichtigt, während dieses Material im allgemeinen zur Restfraktion gezählt wurde. Die stoffliche Zusammensetzungen der verschiedenen Anlieferungen ist im Anhang detailliert dargestellt.

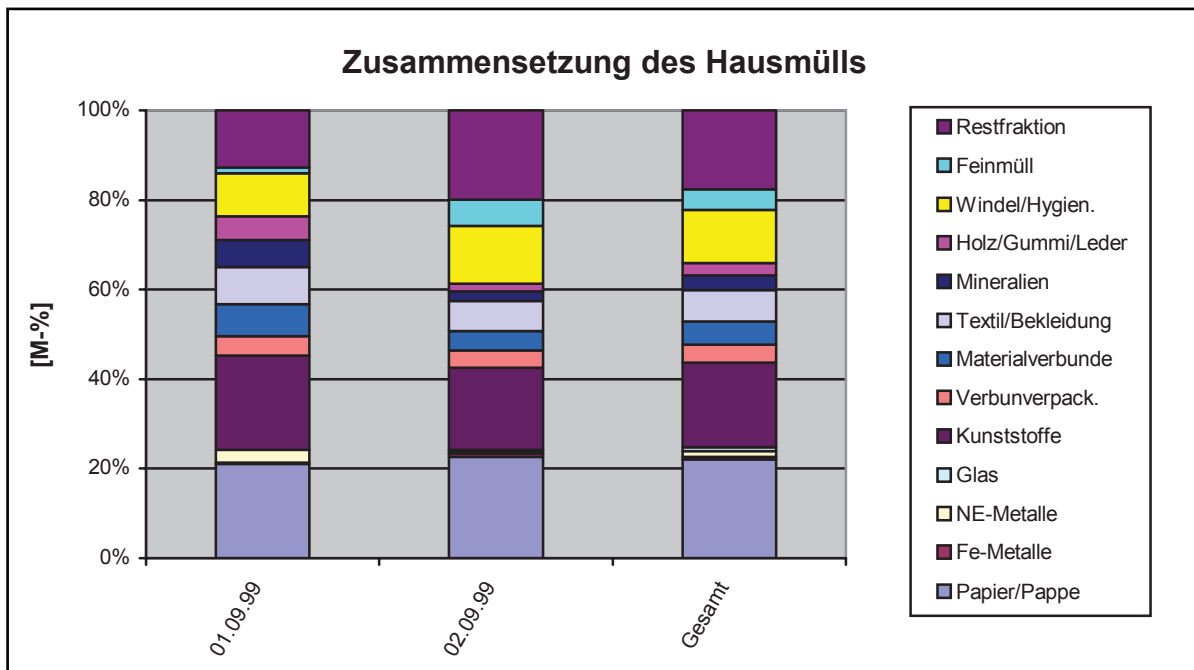
### 5.3.1.2 Hausmüll (SNr.: 91101)

An zwei Sortiertagen wurde Hausmüll beprobt und sortiert. Die AVE entsorgt den Abfall der Haushalte der Region Attnang-Puchheim - Vöcklabruck auf der betriebseigenen Deponie am Standort Redlham. Für die Versuchsreihe dieses Projektes wurden an zwei Tagen die Hausmüllsammelfahrzeuge von der Deponie zur Splittinganlage umgeleitet. Abbildung 5.3 zeigt die durchschnittliche Abfallzusammensetzung der Fraktion > 75 mm der sortierten Hausmüllchargen. Die durchschnittliche Zusammensetzung dieser Fraktion ist der von Gewerbeabfall durchaus ähnlich. Beide Abfallarten beinhalten zwischen 5 und 6 M-% Inertstoffe und hohe Anteile an thermisch verwertbaren Materialien. Unterschiede ergeben sich in den Sortierfraktionen „Windel/Hygieneartikel“ und „Holz/Gummi/Leder“.



**Abbildung 5.3:** Durchschnittliche Abfallzusammensetzung der sortierten Hausmüllanlieferungen bezogen auf die Feuchtmasse

Um die Zusammensetzung der beiden Hausmüllchargen miteinander zu vergleichen, finden sich in Abbildung 5.4 die Massenanteile der einzelnen Fraktionen und die daraus resultierenden Durchschnittswerte dargestellt.



**Abbildung 5.4: Zusammensetzung der verschiedenen Hausmüllanlieferungen bezogen auf die Feuchtmasse**

Hausmüll setzt sich durchschnittlich etwa zu 22 M-% aus Papier/Pappe, zu 16 M-% aus Kunststoffen, zu 12 M-% aus Windel/Hygieneartikel und zu 7 M-% aus Textilien und Bekleidung zusammen. Ein Anteil von 18 M-% konnte keiner der vorgegebenen Materialgruppen zugeordnet werden und wird daher als „Restfraktion“ bezeichnet. Der Organikanteil im Hausmüll war auffallend niedrig und es wurden keine „gefährlichen Abfälle“ gefunden.

Zur Verdeutlichung der stofflichen Zusammensetzung zeigt Tabelle 5.2 die durchschnittlichen Massenprozentanteile der einzelnen Sortierfraktionen und die jeweiligen Schwankungsbreiten der Hausmüllanlieferungen.

**Tabelle 5.2: Zusammensetzung der sortierten Hausmüllchargen bezogen auf die Feuchtmasse**

<b>Hausmüll ( SNr.: 91101)</b>		
<b>Fraktion</b>	<b>Durchschnitt</b>	<b>Schwankungsbreite</b>
	[M-%]	[M-%]
Thermische Fraktion		
Papier/Pappe	22,1	21,1 – 22,5
Kunststoffe	19,0	19,1 – 21,1
Restfraktion	17,7	12,7 – 19,7
Holz/Gummi/Leder	2,8	1,8 - 5,3
Materialverbunde	5,1	4,2 – 7,2
Windel/Hygieneartikel	11,9	9,6 – 12,8
Verbundverpackungen	3,9	3,9 – 4,2
Feinmüll	4,5	1,3 – 5,8
Textilien/Bekleidung	7,2	6,7 – 8,4
<b>Zwischensumme</b>	<b>94,2</b>	
Inertstoffe		
Mineralien	3,2	2,1 – 6,0
NE-Metalle	0,5	0,3 – 0,6
Fe-Metalle	1,3	0,6 - 2,8
Glas	0,9	0,0 – 1,3
<b>Zwischensumme</b>	<b>5,7</b>	

## INHALTSVERZEICHNIS TEIL 2

5.4	CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG .....	34
5.4.1	<i>Gewerbeabfälle ( SNr.: 912)</i> .....	35
5.4.1.1	Wassergehalt (WG).....	35
5.4.1.2	Glühverlust (GV) und gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) .....	35
5.4.1.3	Heizwert.....	36
5.4.1.4	Chlor .....	40
5.4.1.5	Schwefel (S) .....	44
5.4.1.6	Quecksilber (Hg).....	47
5.4.1.7	Cadmium (Cd) und Thallium (Tl) .....	51
5.4.1.8	Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr) .....	54
5.4.1.9	Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon ( Sb), Kupfer (Cu), Mangan Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn).....	57
5.4.1.10	Weitere verbrennungsrelevanten Parameter .....	60

## 5.4 Chemische Zusammensetzung

Die Probenahme wurde bereits in Kapitel 5.1 beschrieben. Von den je Probenahmetag vorhanden sieben Proben wurden vier Proben analysiert, wobei die Probe des Inputs und je eine Probe der drei Fraktion ausgewählt wurden. Die verbleibenden Proben wurden getrocknet und als Rückstellproben bis zum Abschluß des vorliegenden Projektes archiviert.

Bei der Auswahl der Analyseparameter wurden die Eingangsanforderungen an die Abfälle für die Verbrennung in der Wirbelschichtfeuerung der RVL (siehe Tabelle 5.3) sowie die Bestimmungen der ÖNORM S2110 „Analytische Beurteilung von Abfällen“, der VO für die Verbrennung von gefährlichen Abfällen und der DVO herangezogen (siehe dazu auch Tabelle 9.5 im Anhang). Die Schadstoffbelastung der einzelnen Fraktionen wird auf den Heizwert ( $H_u$ ) bezogen, da bei der thermischen Verwertung der Abfälle der Energiegehalt der eingesetzten Stoffe ausschlaggebend ist.

**Tabelle 5.3 Anforderungen an die Abfälle für die Verbrennung in der Anlage der RVL**

Parameter	Gehalte
Heizwert $H_u$	6,5 – 30 MJ/kg
Schadstoffe	Gehalte [mg/MJ $H_u$ ]
Cl	380
S	355
Hg	0,3
Cd + Tl	0,5
Pb + Zn + Cr	230
As + Co + Ni + Sb + Cu + Mn + V + Sn	13

Im Folgenden wird das Verhältnis der Schadstoffe sowie die Parameter Glühverlust, Wassergehalt und Heizwert im Inputmaterial und in den drei Siebfraktionen dargestellt, wobei jeweils der Mittelwert und die Schwankungsbreiten angegeben werden. Desweiteren werden für jede der vier Fraktionen sämtliche untersuchten Parameter detailliert für alle Anlieferungen diskutiert und graphisch ausgewertet. Bei der Auswertung der Analyseergebnisse wurden die drei beprobten Abfallsorten (Gewerbeabfall, Hausmüll und Textilien) getrennt betrachtet.

## 5.4.1 Gewerbeabfälle ( SNr.: 912)

### 5.4.1.1 Wassergehalt (WG)

Der Wassergehalt ist vom Organikanteil und von den Sammelbedingungen (offene Container, Beeinflussung durch Niederschläge, ... ) abhängig und beeinflusst zum Teil das Verhältnis zwischen oberen und unteren Heizwert. Betrachtet man die einzelnen Fraktionen getrennt, so liegt der durchschnittliche WG der Inputfraktion bei 18 M-%. Die Wassergehalte der anderen Fraktionen liegen bei 16 M-% ( Fraktion 25 – 75 mm), 14 M-% (Fraktion < 25mm) und bei 11 M-% (Fraktion > 75 mm). Abbildung 5.5 gibt die durchschnittlichen WG und die jeweiligen Schwankungsbreiten der vier Fraktionen wieder. Auffällig dabei sind die große Schwankungsbreiten der Inputfraktion und der Fraktionen 25 – 75 mm und < 25 mm, was dadurch zu begründen ist, daß sich in diesen Fraktionen die meisten Feianteile befinden.

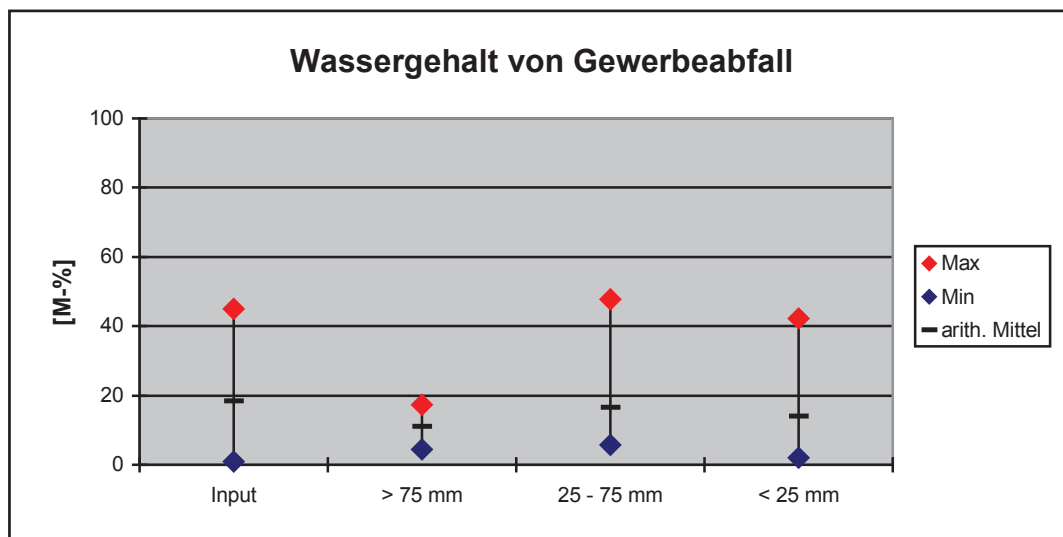
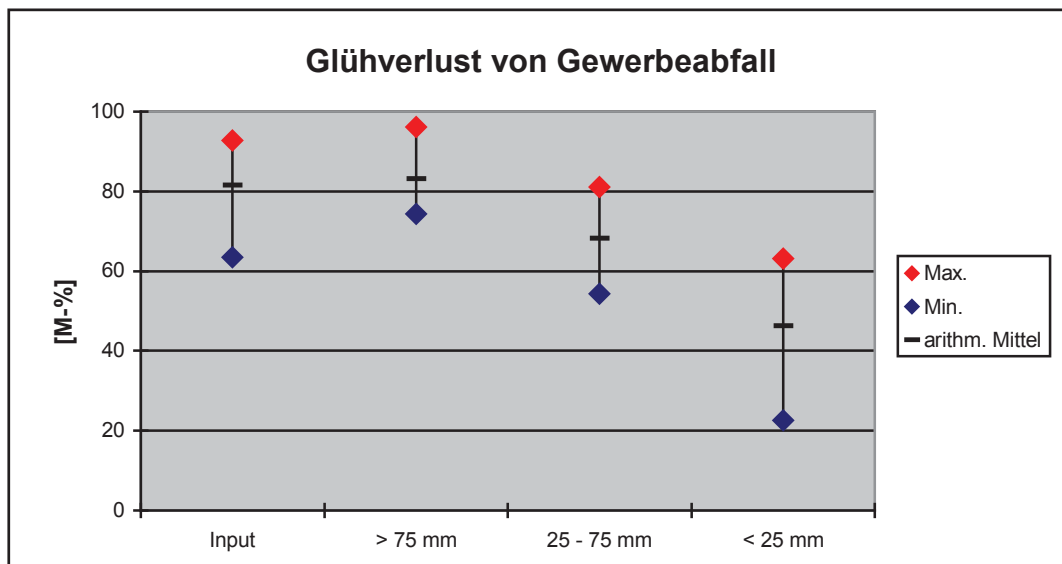


Abbildung 5.5: Durchschnittliche Wassergehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall

### 5.4.1.2 Glühverlust (GV) und gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)

Der Glühverlust ist vor allem bei Abfällen, die deponiert werden sollen ein wesentlicher Parameter, da nach der DVO bei einem Glühverlust von 8 M-% der TOC-Grenzwert von < 5 M-% als eingehalten gilt. Der Glühverlust wird bei einer Temperatur von 550 °C bestimmt. Abbildung 5.6 zeigt die durchschnittlichen Glühverluste und die Schwankungsbreiten der einzelnen Fraktionen. Der durchschnittliche Glühverlust der Fraktion < 25 mm liegt mit 51 M-% zwar deutlich tiefer als die der anderen Fraktionen, aber der Grenzwert der DVO von 8 M-% wird um ein Vielfaches überschritten.





**Abbildung 5.6: Durchschnittliche Glühverluste und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall bei 550 °C**

Im Zuge der GV-Analysen wurde neben dem Glühverlust bei 550 °C auch der Glühverlust bei 850 °C bestimmt. Die Ergebnisse der beiden Messungen zeigen, daß der Glühverlust bei 850 °C zwischen 1,7 und 5 M-% höher liegt als der GV bei 550 °C. Bei Proben, die einen Unterschied zwischen den beiden Glühverlusten von < 2 M-% aufweisen, kann angenommen werden, daß der vorhandene Kohlenstoff anorganischer Natur ist. Für diese Proben wurde die TOC-Bestimmung nicht durchgeführt. Von den insgesamt 48 Gewerbeabfallproben liegen nur von 26 Proben TOC-Werte vor, die sich daraus ergebenden Durchschnittswerte sind in Tabelle 5.4 dargestellt.

**Tabelle 5.4: TOC-Werte der Gewerbeabfallfraktion**

	Anzahl der Proben mit organischem Kohlenstoff	TOC [M-%]
<b>Input</b>	6	36,0
<b>Fraktion &gt; 75 mm</b>	4	46,5
<b>Fraktion 25 –75 mm</b>	6	33,6
<b>Fraktion &lt; 25 mm</b>	10	22,9

Die niedrigsten TOC-Werte weist die Fraktion < 25 mm auf. Dennoch wird der nach der DVO geforderte Grenzwert von 5 M-% von allen Fraktionen deutlich überschritten, was eine thermische Verwertung/Behandlung in Zukunft auf jeden Fall notwendig macht.

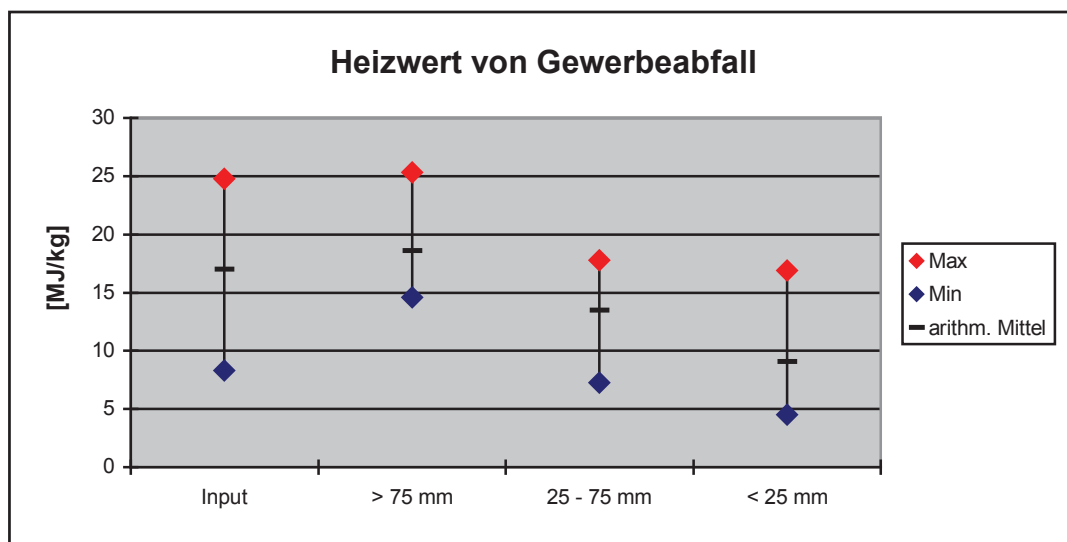
### 5.4.1.3 Heizwert

Beim Heizwert ist zwischen dem oberen Heizwert ( $H_o$ ) (= Brennwert) und dem unteren Heizwert ( $H_u$ ) (bezogen auf die Feuchsubstanz) zu unterscheiden. Beim oberen Heizwert liegen definitionsgemäß nach der Verbrennung die entstehenden Produkte in flüssiger Form

vor. Diese Situation tritt nur ein, wenn die Verbrennung in einem geschlossenen Reaktionsraum abläuft, der nach Ablauf der Reaktion abgekühlt wird. Für die thermische Verwertung ist somit der untere Heizwert ( $H_u$ ) von Bedeutung, da die Reaktionsprodukte nach Ablauf der Verbrennung in industriellen Anlagen in Gasform vorliegen.

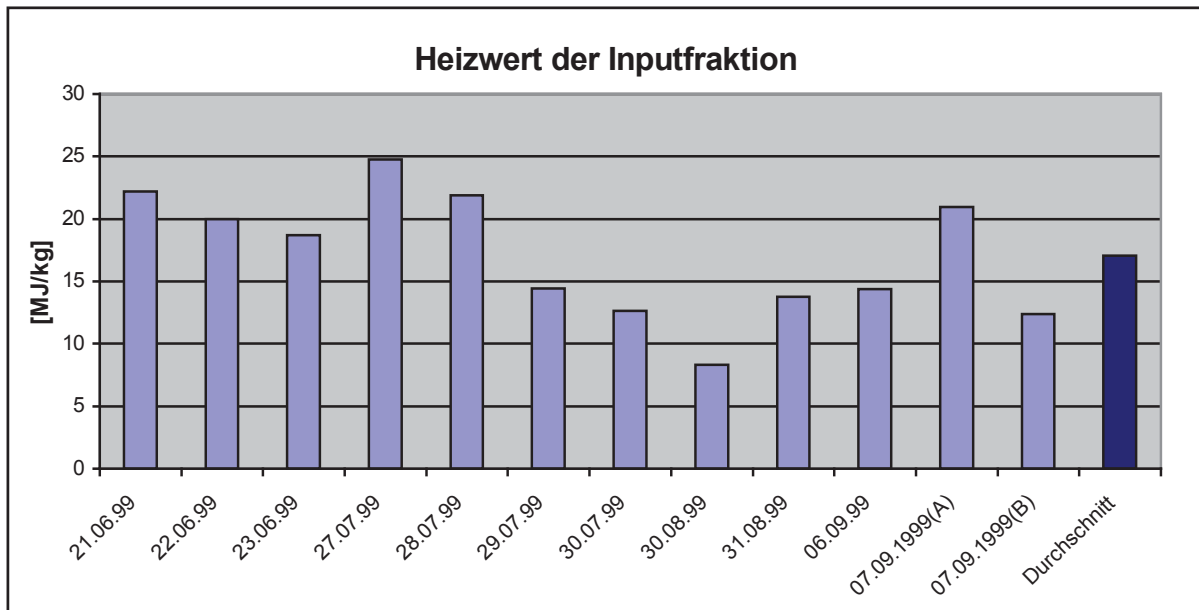
Üblicherweise wird der untere Heizwert mittels Formel unter Berücksichtigung des Wassergehaltes und der Elementargehalte an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel berechnet. Zur Ermöglichung eines Vergleiches wurde von einigen Proben der obere Heizwert analytisch bestimmt und mit den errechneten verglichen. Es zeigt sich, daß der gerechnete Heizwert vom analytisch bestimmten Wert um durchschnittlich ca. 8 % abweicht.

Abbildung 5.7 zeigt die durchschnittlichen Heizwerte und die Schwankungsbreiten der einzelnen Fraktionen. Die Eingangsanforderung der RVL legt den Heizwert der verwertbaren Abfälle im Bereich von 6,5 bis 30 MJ/kg fest. Alle Proben des Inputs und der Fraktionen > 75 mm und 25 – 75 mm entsprechen dieser Anforderung. Der  $H_u$  von lediglich 2 Proben der Fraktion < 25 mm liegt unterhalb dieses Wertes.



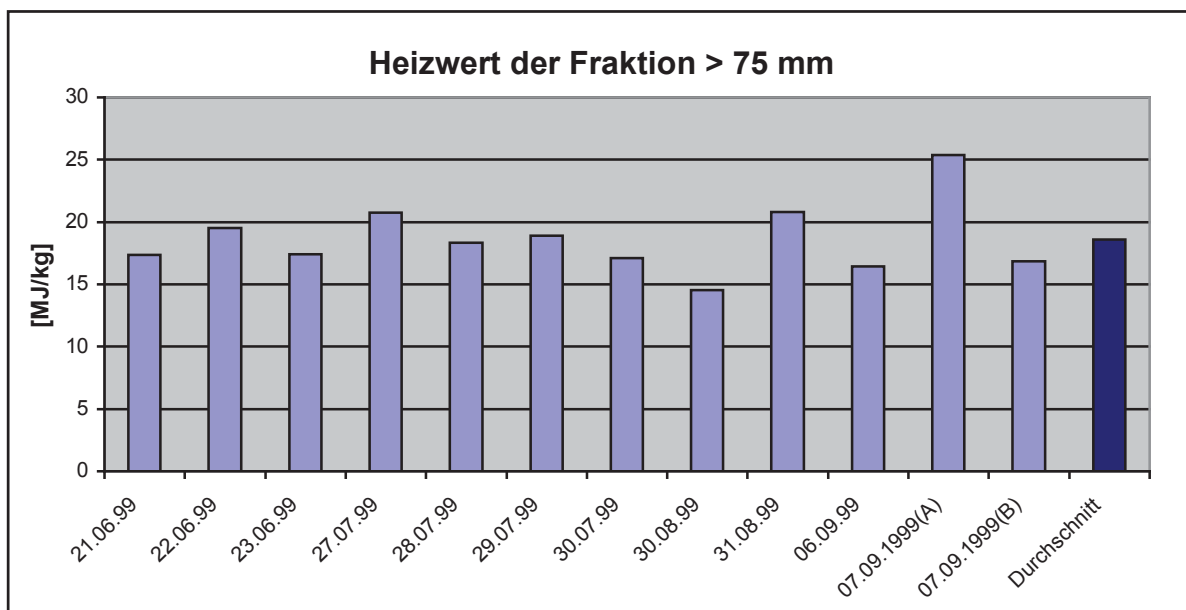
**Abbildung 5.7: Durchschnittliche Heizwerte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall**

Erwartungsgemäß sinkt der durchschnittliche  $H_u$  mit sinkender Korngröße, was darauf zurückzuführen ist, daß aufgrund der geringen Korngröße der Wassergehalt höher ist bzw. sich feine Inertanteile (Sand, Steine, ...) in dieser Fraktion anreichern, während die hochkalorischen Anteile wie etwa Kunststoffetzten in der Fraktion > 75 mm ausgebracht werden.



**Abbildung 5.8:** Heizwert der Input Fraktion

In Abbildung 5.8 sind die Heizwerte der Inputfraktion dargestellt. Der durchschnittliche  $H_u$  der Inputfraktion beträgt 17 MJ/kg Abfall. Der niedrigste  $H_u$  tritt bei der Inputprobe einer Anlieferung der Fa. Ing. Rauch auf und liegt bei 8,3 MJ/kg Abfall. Es handelte sich dabei eher um hausmüllähnliche Gewerbeabfälle.



**Abbildung 5.9:** Heizwert der Fraktion > 75 mm

Abbildung 5.9 zeigt die Heizwerte der Fraktion > 75 mm. Der durchschnittlich  $H_u$  dieser Fraktion liegt bei 18,6 MJ/kg und damit etwas höher als der Durchschnitt der Inputfraktion. Die Probe von 30.07.99 der Fa. Ing. Rauch zeigt auch hier den niedrigsten Wert.

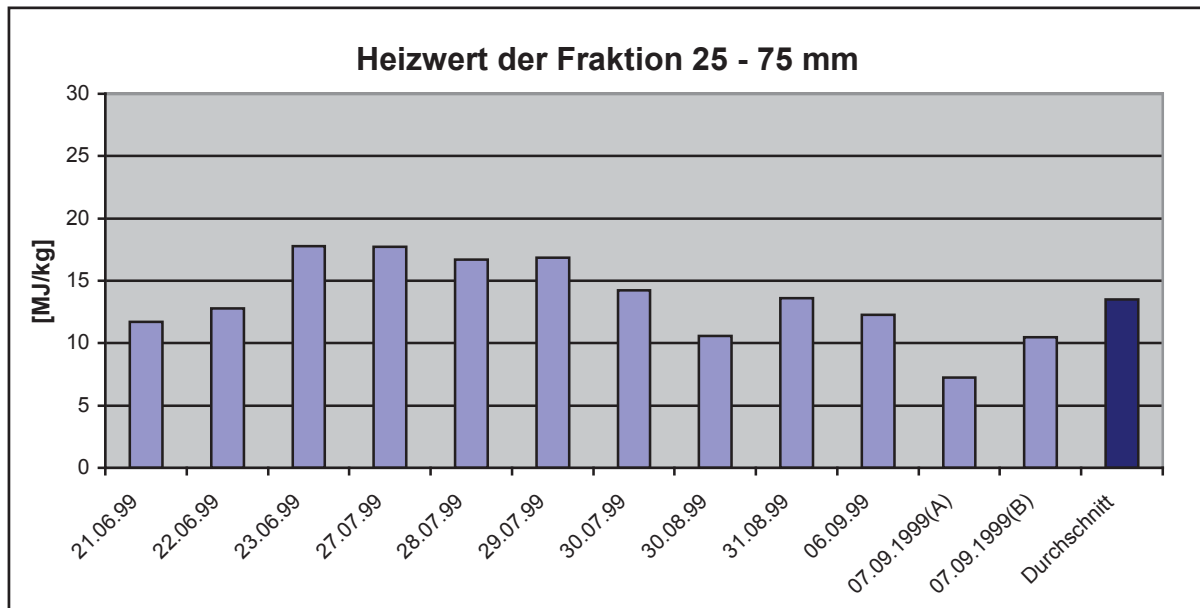


Abbildung 5.10: Heizwert der Fraktion 25 – 75 mm

In Abbildung 5.10 werden die Heizwerte der Fraktion 25 – 75 mm dargestellt. Hier liegt der durchschnittlich H<sub>u</sub> mit 13,5 MJ/kg schon deutlich niedriger als bei der Fraktion > 75 mm. Abbildung 5.11 zeigt die Heizwerte der Fraktion < 25 mm.

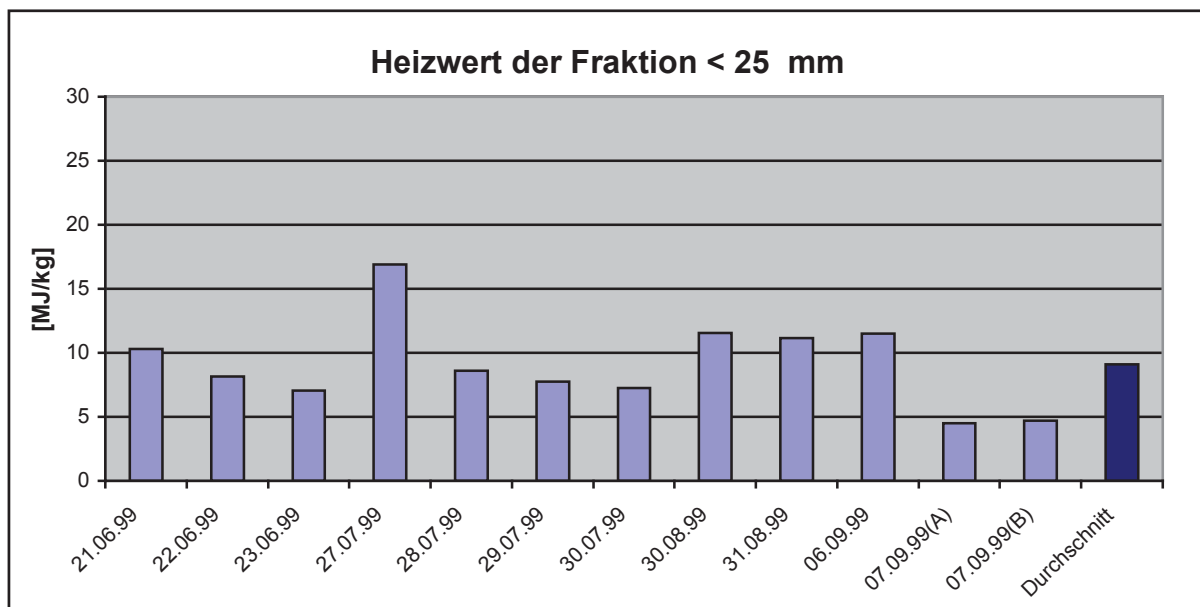


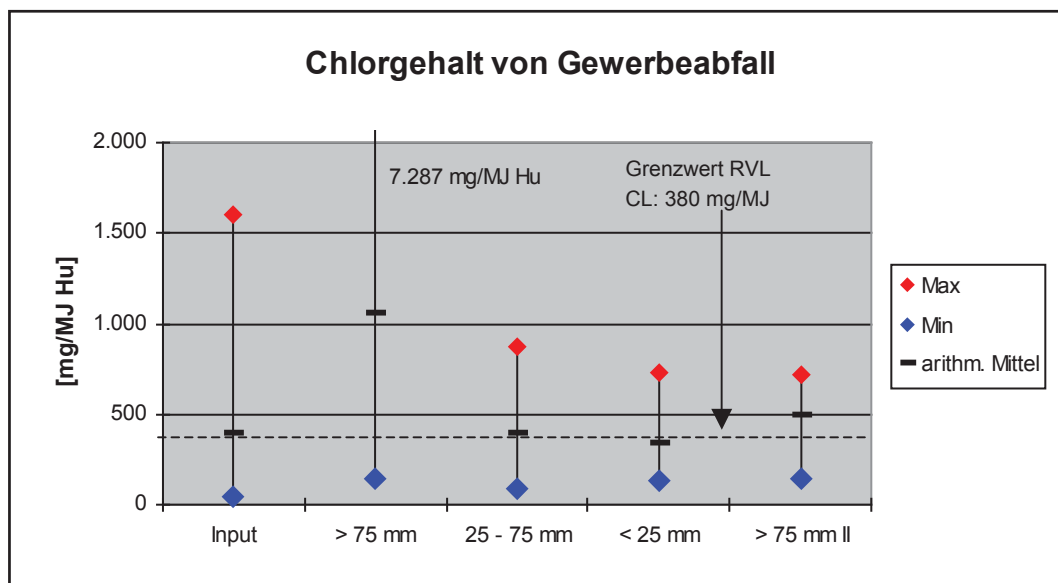
Abbildung 5.11: Heizwert der Fraktion < 25 mm

Bei der Fraktion < 25 mm ist der Heizwert der Probe von 27.07.99 auffallend hoch. Auch die Heizwerte des Inputs, der Fraktionen > 75 mm und der Fraktion 25 – 75 mm dieser Anlieferung sind im oberen Bereich. Der Gewerbeabfall dieser Anlieferung stammte vom Kunststoffwerk Ulbricht und bestand vorwiegend aus Beschriftungen für die Autoindustrie.

Die beiden niedrigen Heizwerte der Fraktion < 25 mm lassen einen hohen Organikanteil bzw. Wassergehalt dieser Proben vermuten. Es handelt sich bei der einen Probe um die Anlieferung der Firma Auer vom 07.09.99 (A), bestehend aus stark organisch verschmutzten Kunststoffobstschalen. Betrachtet man die Heizwerte der entsprechenden Inputfraktion und der Fraktion > 75 mm so zeigt sich, daß diese Werte im oberen Bereich liegen. Hingegen ist der Heizwert der dazugehörigen Fraktion 25 – 75 mm auch niedrig. Daraus zeigt sich, daß bei der Aufbereitung in der Splittinganlage die Kunststoffanteile größtenteils in der Fraktion > 75 mm ausgetragen werden und die Organikanteile bei den anderen beiden Fraktionen. Der zweite auffällig niedrige Heizwert stammt von einer Probe der Anlieferung von 07.09.99 (B) der Firma Vorwagner, bestehend aus gemischten Gewerbeabfällen. Auch die Sortierung der Fraktion > 75 mm dieser Anlieferung deutet auf eine inhomogene stoffliche Zusammensetzung hin, die eher hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen entspricht. Die genaue stoffliche Zusammensetzung ist dem Anhang zu entnehmen.

#### 5.4.1.4 Chlor

In den Eingangsanforderungen der RVL wurde für Chlor ein Grenzwert von 380 mg/MJ  $H_u$  festgelegt. Eine Probe der Fraktion > 75 mm weist einen sehr hohen Chlorgehalt auf und wird in der Folge als Extremwert bezeichnet. Einzeln betrachtet überschreiten 25 der 48 Proben (52 %) den Grenzwert der RVL.



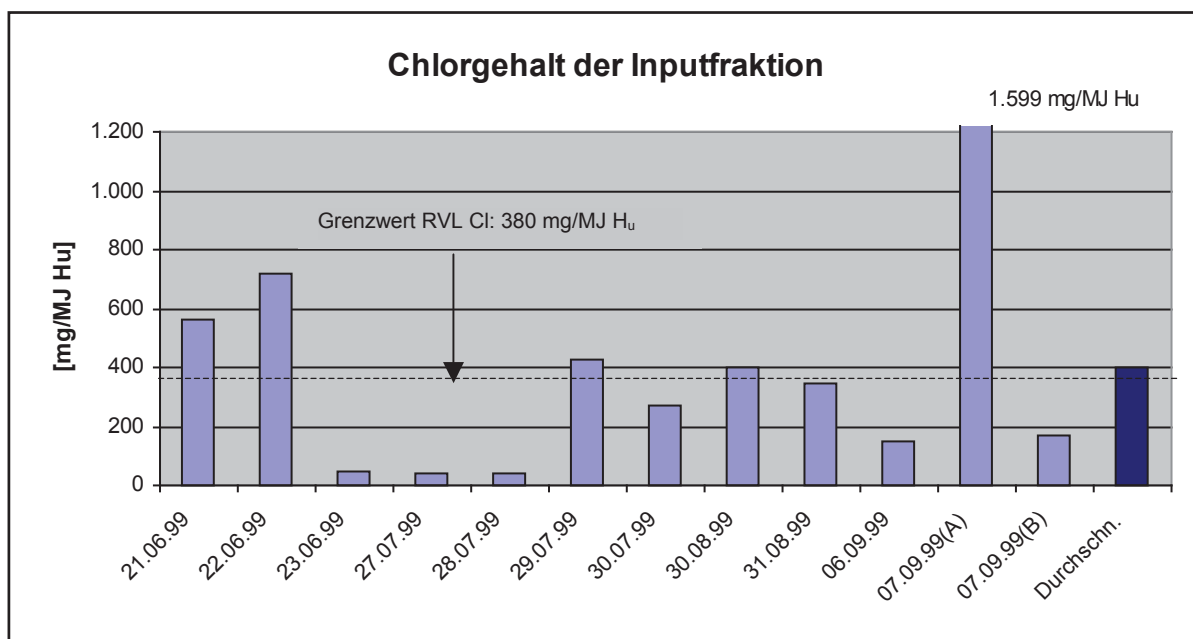
**Abbildung 5.12: Durchschnittliche Chlorgehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall**

Der durchschnittliche Gehalt der Fraktion > 75 mm liegt, sowohl mit wie ohne Berücksichtigung des Extremwertes höher als die Durchschnittsgehalte der anderen Fraktionen. Mit der Berücksichtigung des Extremwertes ergibt sich ein Durchschnittsgehalt

von 1.059 mg/MJ  $H_u$  und ohne diesen extrem hohen Wert liegt der Durchschnittsgehalt der fraktion > 75 mm bei 497 mg/MJ  $H_u$ .

Um die Inhomogenität der untersuchten Müllproben zu verdeutlichen wurden in Abbildung 5.12 die durchschnittlichen Cl-Gehalte und die Schwankungsbreiten der vier Fraktionen dargestellt. Es wurde der Durchschnittswert der Fraktion > 75 mm einmal mit und einmal ohne dem Extremwert herangezogen, wobei die Auswertungsreihe ohne den Extremwert als „> 75mm II“ bezeichnet wurde.

Im Folgenden werden die Cl-Gehalte des Inputs und der drei Produktfraktionen einzeln dargestellt. Abbildung 5.13 zeigt die Cl-Gehalte der Inputfraktion.



**Abbildung 5.13: Chlorgehalt der Inputfraktion**

Die Anlieferung von 07.09.99 (A) der Fa. Auer weist mit 1.599 mg/MJ  $H_u$  den höchsten Cl-Gehalt der Inputfraktion auf. Die Cl-Gehalte der Anlieferungen von 23.06.99 (Fa. Esthofer), 27.07.99 (Fa. Kunststoffwerk Ulbricht) und vom 28.07.99 (Fa. Rethmann) sind im Unterschied dazu extrem niedrige. Insgesamt unterschreiten 7 der 12 Inputproben den RVL-Grenzwert.

Abbildung 5.14 zeigt die Cl-Gehalte der Fraktion > 75 mm. Bei der Cl-Analyse ergibt sich für eine Probe der Fraktion > 75 mm im Vergleich mit den anderen Ergebnissen ein sehr hoher Wert. Er liegt bei 7.287 mg/MJ  $H_u$  wobei der durchschnittliche Cl-Gehalt dieser Fraktion bei 1.059 mg/MJ  $H_u$  liegt. Ohne diesen Extremwert würde der Durchschnittswert 497 mg/MJ  $H_u$  betragen. Diese durch Chlor stark belastete Probe wurde aus Gewerbeabfällen der Fa. Ing. Rauch gezogen.

Der Chlorgehalt von Abfall hängt stark von den Massenanteilen der Fraktionen „Kunststoffe“ und „Textilien/Bekleidung“ ab. Aus Untersuchungen des IED [12] geht hervor, daß der

Cl-Gehalt von Kunststoffen aus hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen bei etwa 19.000 mg/kg TS und der Cl-Gehalt von Textilien etwa bei 9.500 mg/kg TS liegen. Bezieht man den Extremwert der Fraktion > 75 mm ebenfalls auf die Trockensubstanz, so ergibt sich ein Wert von 121.000 mg/kg TS.

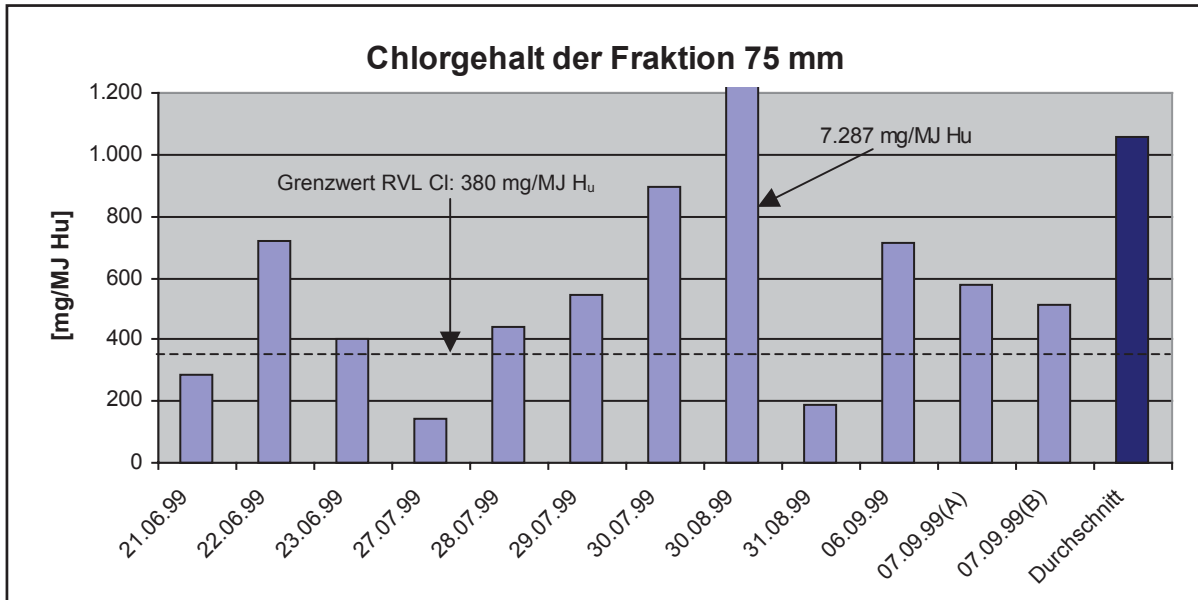


Abbildung 5.14 : Chlorgehalt der Fraktion > 75 mm

Abbildung 5.15 zeigt die Cl-Gehalte der Fraktion 25 – 75 mm der Gewerbeabfälle. Der durchschnittliche Cl-Gehalt liegt bei 395 mg/MJ H<sub>u</sub> und liegt damit ebenfalls über dem Grenzwert von 380 mg/MJ H<sub>u</sub>.

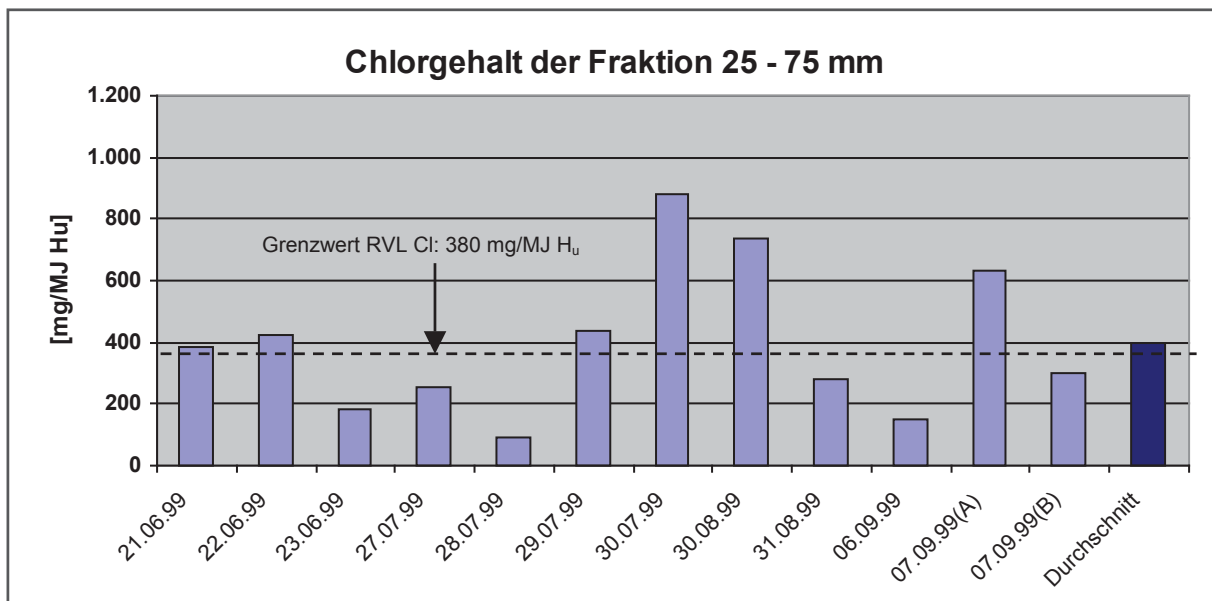
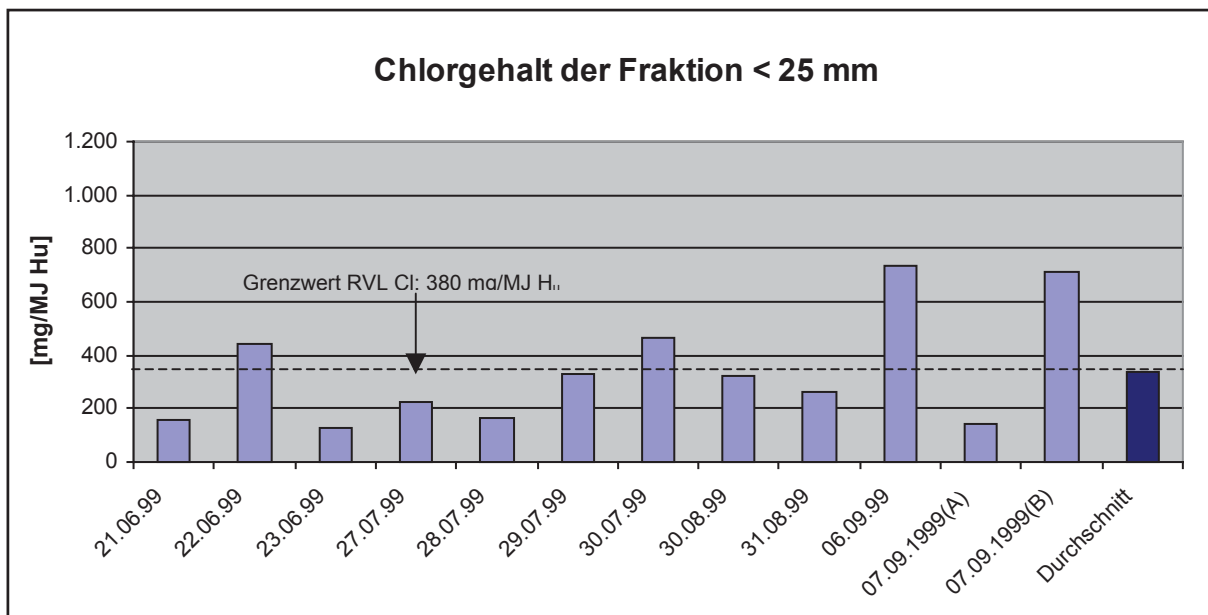


Abbildung 5.15 Chlorgehalt der Fraktion 25 – 75 mm

Der Cl-Gehalt der Fraktion 25 – 75 mm verhält sich ähnlich dem Cl-Gehalt der Inputfraktion. Neuerlich sind die Gehalte der Anlieferungen vom 23.06, 27.07 und 28.07 niedrig und der

Cl-Gehalt der Anlieferung der Fa. Auer mit 633 mg/MJ  $H_u$  weit über dem RVL Grenzwert. Auch der Cl-Gehalt der Anlieferung von 30.07.99 der Fa. AVE Bad Ischl und die Anlieferung vom 30.08.99 der Fa. Rauch liegen weit über den RVL-Eingangsgrenzwert von 380 mg/MJ  $H_u$ .

Abbildung 5.16 zeigt die Cl-Gehalte der Fraktion < 25 mm. Bei dieser Fraktion liegt der Durchschnittswert bei 340 mg/MJ  $H_u$  und damit am niedrigsten von allen vier Fraktionen. Bei dieser Fraktion liegt der Gehalt der Anlieferung von 07.09.99 (B) mit 732 mg/MJ  $H_u$  am höchsten, ungeachtet davon, daß die Analysewerte der drei andern Fraktionen dieser Anlieferung relativ niedrig sind. Es kann bei dieser Anlieferung von einer Anreicherung in der Fraktion < 25 mm gesprochen werden.



**Abbildung 5.16: Chlorgehalt der Fraktion < 25 mm**

Abbildung 5.17 zeigt die durchschnittlichen Cl-Gehalte der vier Fraktionen, wobei im ersten Fall der Extremwert der Fraktion > 75 mm von 7.287mg/MJ  $H_u$  berücksichtigt, im zweiten Fall aber vernachlässigt wird. Dabei wird noch einmal deutlich, wie stark der Extremwert der Fraktion > 75 mm den Durchschnittswert beeinflusst. Es kann davon ausgegangen werden, daß es sich um einen Ausnahmewert handelt, weshalb nähere Untersuchungen dieser Abfallart vonnöten wären.



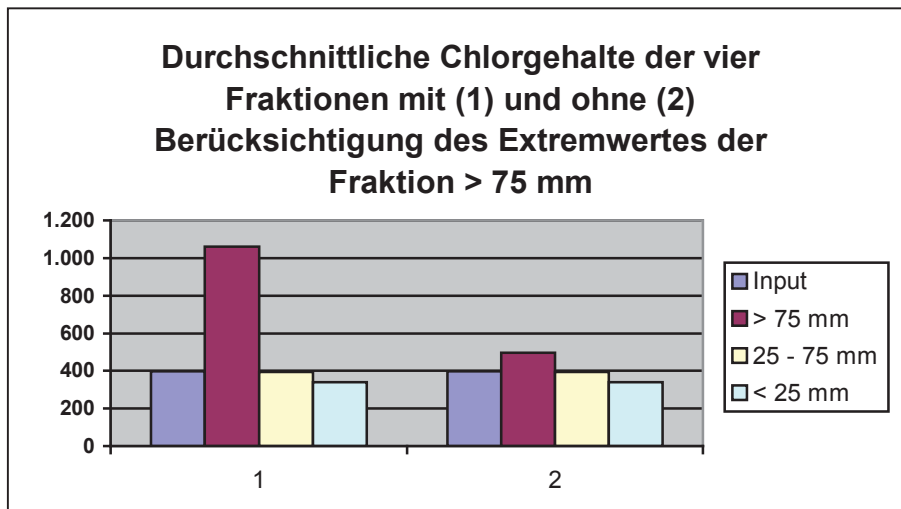


Abbildung 5.17: Durchschnittliche Chlorgehalte der verschiedenen Fraktionen mit/und ohne Extremwert der Fraktion > 75 mm

### 5.4.1.5 Schwefel (S)

In den Eingangsanforderungen der RVL ist ein Grenzwert für Schwefel von 355 mg/MJ  $H_u$  festgelegt. Um festzustellen, wie sich der S-Gehalt des Inputmaterials durch die Aufbereitung in der Splittinganlage auf die drei Produktfraktionen aufteilt und ob eine Anreicherung nachweisbar ist, wurden die S-Durchschnittsgehalte und die Schwankungsbreiten aller Fraktionen in Abbildung 5.18 dargestellt.

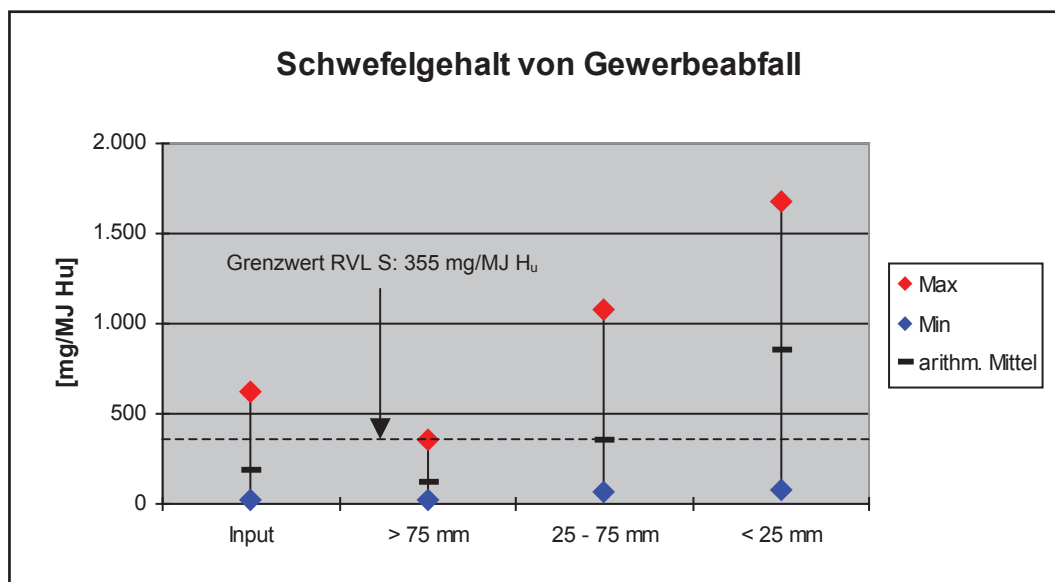
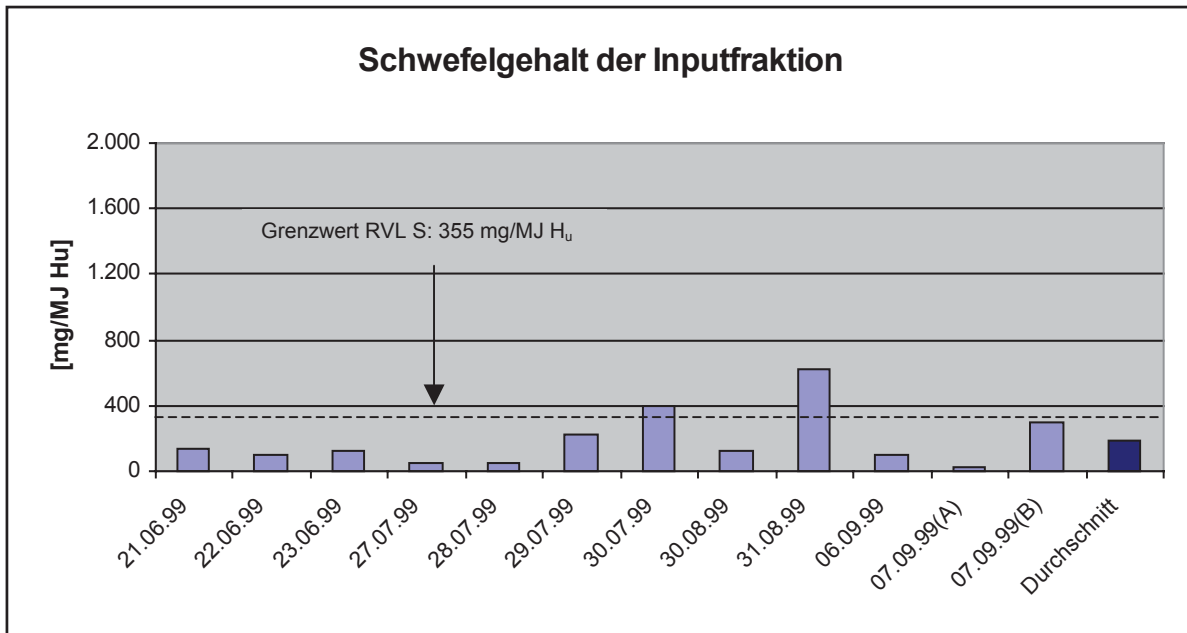


Abbildung 5.18: Durchschnittliche Schwefelgehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall

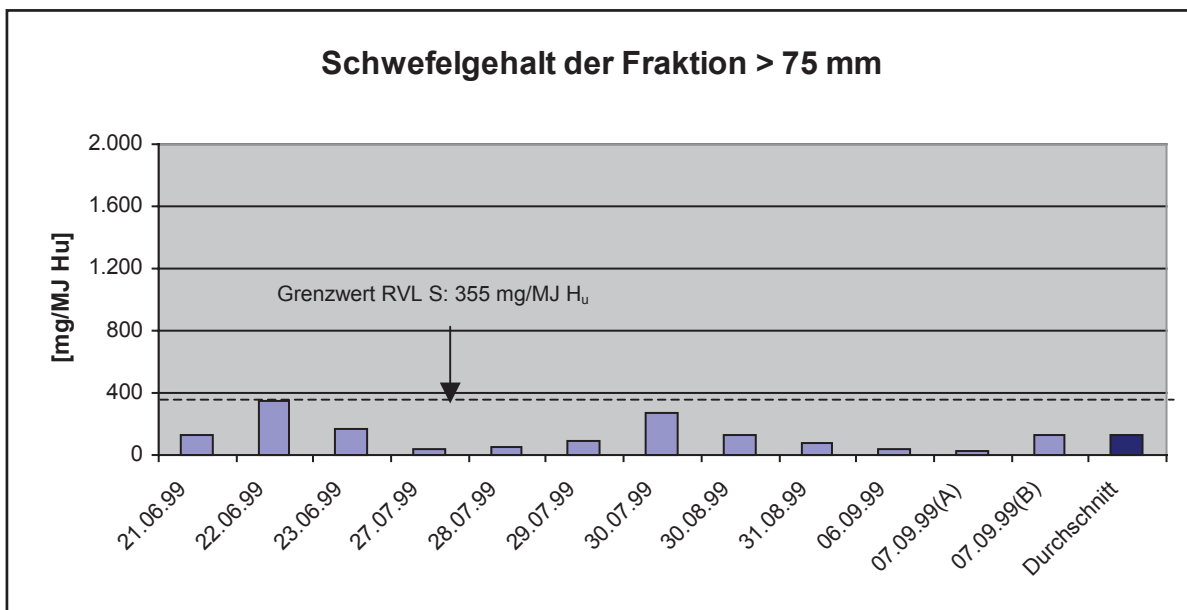
Der durchschnittliche Schwefelgehalt der Fraktion > 75 mm liegt mit 126 mg/MJ  $H_u$  deutlich niedriger als die S-Gehalte der Fraktionen 25 – 75 mm und < 25 mm und auch niedriger als der S-Gehalt der Inputfraktion. Es scheint also zu einer Anreicherung im kleinsten Produkt-

strom zu kommen. Verglichen mit dem RVL-Grenzwert von 355 mg/MJ H<sub>u</sub> liegen die Durchschnittsgehalte der Inputfraktion und der Fraktion > 75 mm darunter, die S-Gehalte der Fraktion 25 – 75 mm genau bei diesem Wert und die Fraktion < 25 mm darüber.



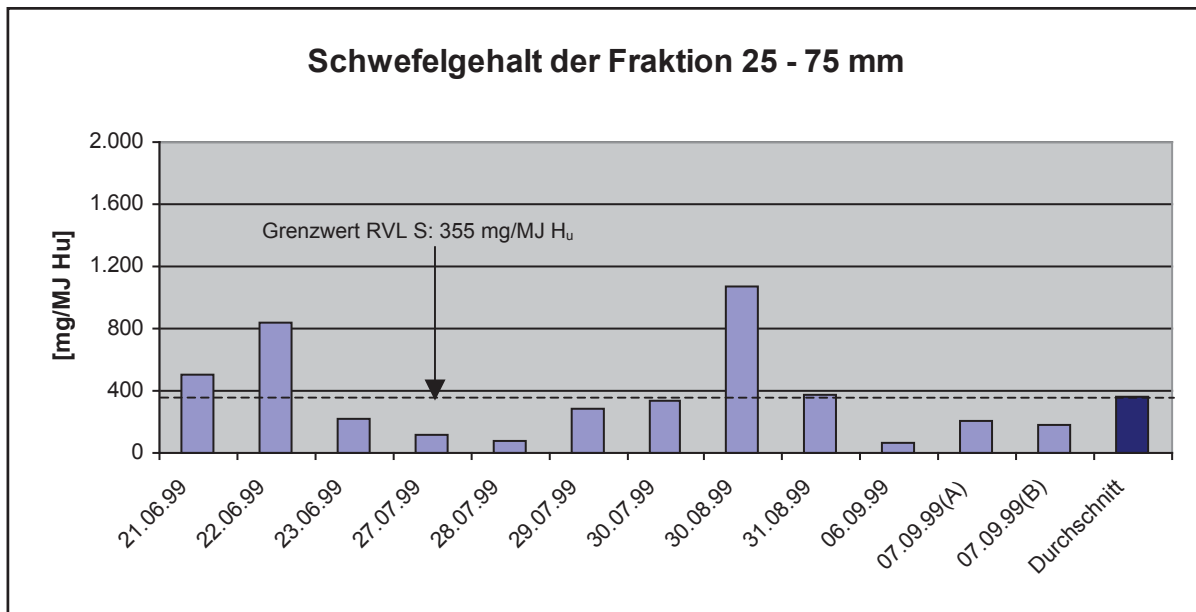
**Abbildung 5.19: Schwefelgehalt der Inputfraktion**

Abbildung 5.19 zeigt die Schwefelgehalte der Gewerbemüllproben des Inputs sowie den Durchschnittswert dieser Fraktion. Der durchschnittliche Schwefelgehalt des Inputs liegt bei 187 mg/MJ H<sub>u</sub> und damit niedriger als der RVL-Grenzwert (355 mg/MJ H<sub>u</sub>). Lediglich zwei Proben überschreiten den kritischen Wert. Es handelt sich dabei um je eine Anlieferung der Fa. AVE aus dem Sammelgebiet Bad Ischl vom 30.07.99 und vom 31.08.99.



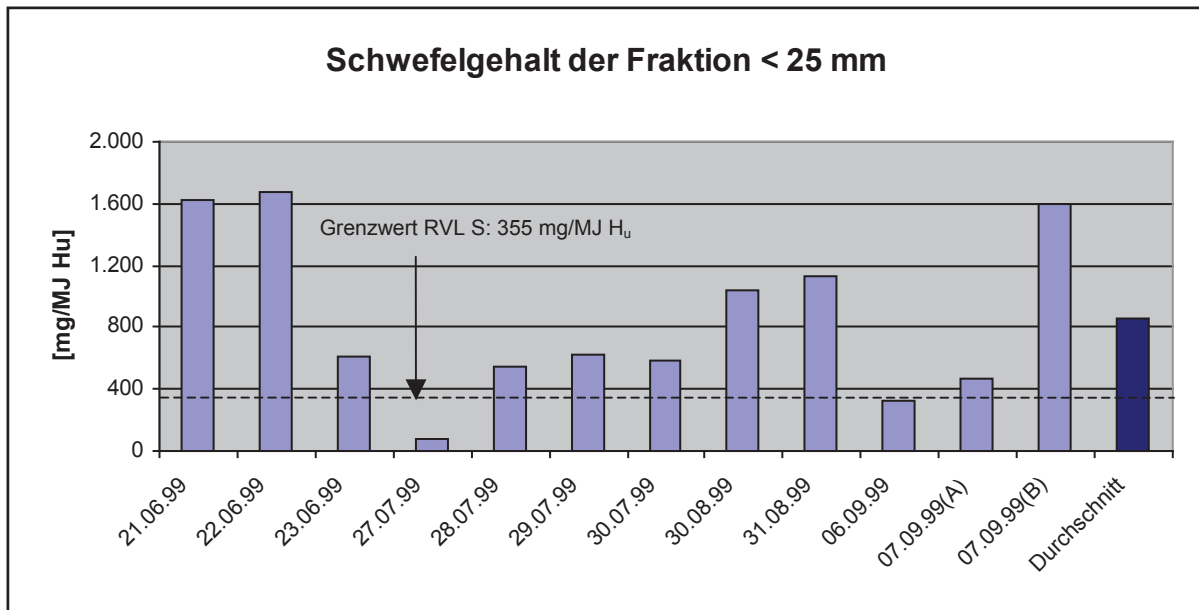
**Abbildung 5.20: Schwefelgehalt der Fraktion > 75mm**

Abbildung 5.20 stellt die S-Gehalte der einzelnen Anlieferungen und den durchschnittlichen Gehalt der Fraktion  $> 75$  mm dar. In dieser Fraktion wird am wenigsten Schwefel ausgetragen. Der Durchschnittswert und alle Einzelgehälter liegen unter dem Grenzwert von  $355 \text{ mg/MJ H}_u$ . Eine Probe liegt mit  $352 \text{ mg/MJ H}_u$  knapp beim Grenzwert. Betreffende Probe stammt vom 22.06.99 aus einer Anlieferung der Fa. Rieger. Der S-Gehalt einer anderen Probe liegt mit  $272 \text{ mg/MJ H}_u$  am nächst höchsten und stammt aus der Anlieferung der Fa. AVE Bad Ischl vom 30.07.99.



**Abbildung 5.21: Schwefelgehalt der Fraktion 25 – 75 mm**

Die Schwefelgehalte der Mittelfraktion werden in Abbildung 5.21 dargestellt. Der Durchschnittliche Gehalt liegt mit  $355 \text{ mg/MJ H}_u$  beim RVL-Grenzwert, 8 der insgesamt 12 Proben liegen darunter. Die höchste S-Belastung wurde bei der Anlieferung der Fa. Ing. Rauch vom 30.08.99 festgestellt. Bemerkenswert dabei ist, daß die Inputfraktion und die Fraktion  $> 75$  mm dieser Anlieferung deutlich niedriger liegen als der RVL-Grenzwert, während sich die S-Gehalte der Fraktionen 25 – 75 mm und  $< 25$  mm im oberen Bereich befinden.

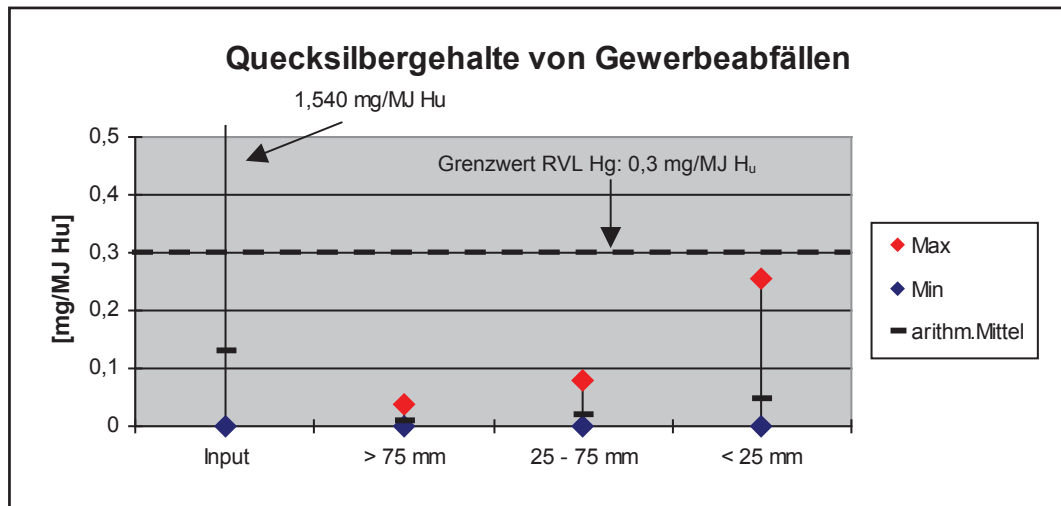


**Abbildung 5.22: Schwefelgehalt der Fraktion < 25 mm**

In den Proben der Fraktion < 25 mm konnten die höchsten Schwefel-Gehalte nachgewiesen werden, die in Abbildung 5.22 graphisch dargestellt werden. Mit Ausnahme von 2 Proben liegen alle Schwefelgehalte dieser Fraktion über dem vorgeschriebenen Grenzwert der RVL von 355 mg/MJ H<sub>u</sub>. Der Durchschnittswert ist mit 858 mg/MJ H<sub>u</sub> mehr als doppelt so hoch als der durchschnittliche S-Gehalt der Fraktion 25 – 75 mm.

#### 5.4.1.6 Quecksilber (Hg)

Die Quecksilberanalysen stellen bezüglich der Datenauswertung ein Problem dar. Es kann aufgrund der Meßmethodik bei 25 der insgesamt 48 Gewerbemüllproben kein exakter Meßwert festgelegt werden, da der Hg-Gehalt unter der Bestimmungsgrenze liegt. Bei diesen 25 Proben kann lediglich festgelegt werden, daß der Quecksilbergehalt kleiner als der angegebene Bestimmungsgrenzwert ist. Aufgrund der Kalibrierung und Eichung des Meßgerätes ist dieser Wert allerdings nicht für alle Proben gleich, sondern in Abhängigkeit der Einwaage unterschiedlich. Die statistische Auswertung von Daten in dieser Form, die als zensiert bezeichnet werden, ist mathematisch durch gestutzte Lognormalverteilungen möglich [11]. Es stellt sich im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit die Frage, ob die Genauigkeit bei analytischen Auswertungen mit der Repräsentanz der Probenahme der Müllproben und der Aufbereitung korrelieren. Es wurde zur Auswertung der Daten in der Folge der angegebene Bestimmungsgrenzwert als Analyseergebnis betrachtet (< 0,19 mg/kg TS = 0,19 mg/kg TS). Weiters ist festzuhalten, daß bei zwei der Gewerbemüllproben die Quecksilberanalyse bzw. der chemische Aufschluß für die Analyse wegen hoher Gasentwicklung nicht durchgeführt werden konnte.

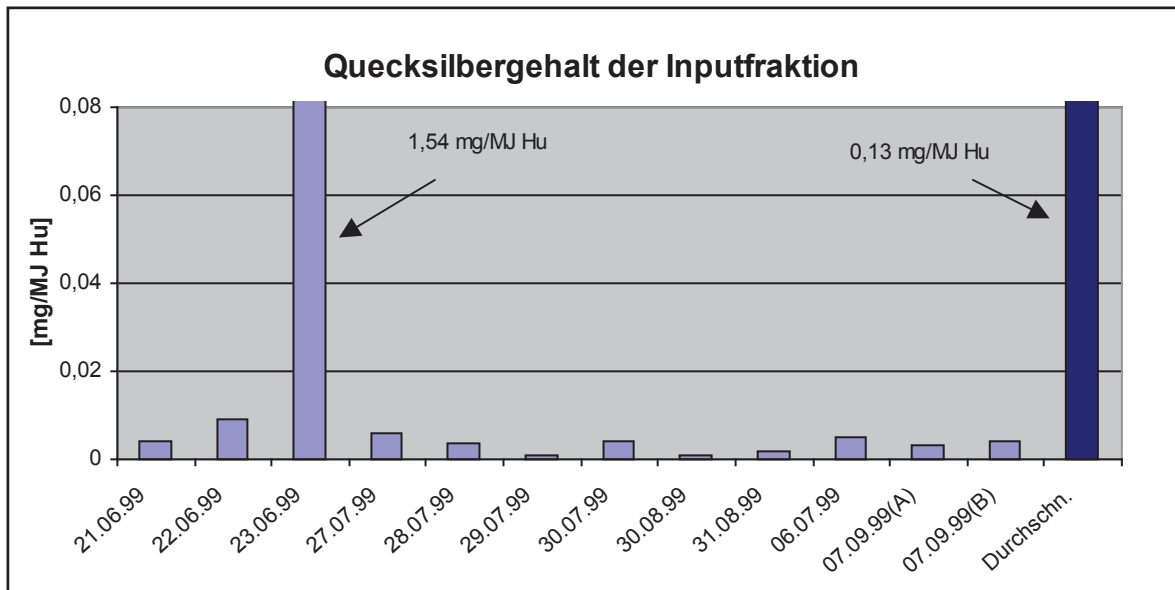


**Abbildung 5.23: Durchschnittliche Quecksilbergehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbemüll**

Abbildung 5.23 stellt die durchschnittlichen Hg-Gehalte und die auftretenden Schwankungsbreiten der vier Fraktionen einander gegenüber und in Relation zum RVL-Grenzwert von  $0,3 \text{ mg/MJ H}_u$ . Den höchsten auftretenden Quecksilbergehalt beinhaltet eine Probe der Inputfraktion und dieser liegt bei  $1,54 \text{ mg/MJ H}_u$ . Da der nächst niedrigere Gehalt bei  $0,25 \text{ mg/MJ H}_u$  liegt, scheint dieser Wert von  $1,54 \text{ mg/MJ H}_u$  ein Extremwert zu sein.

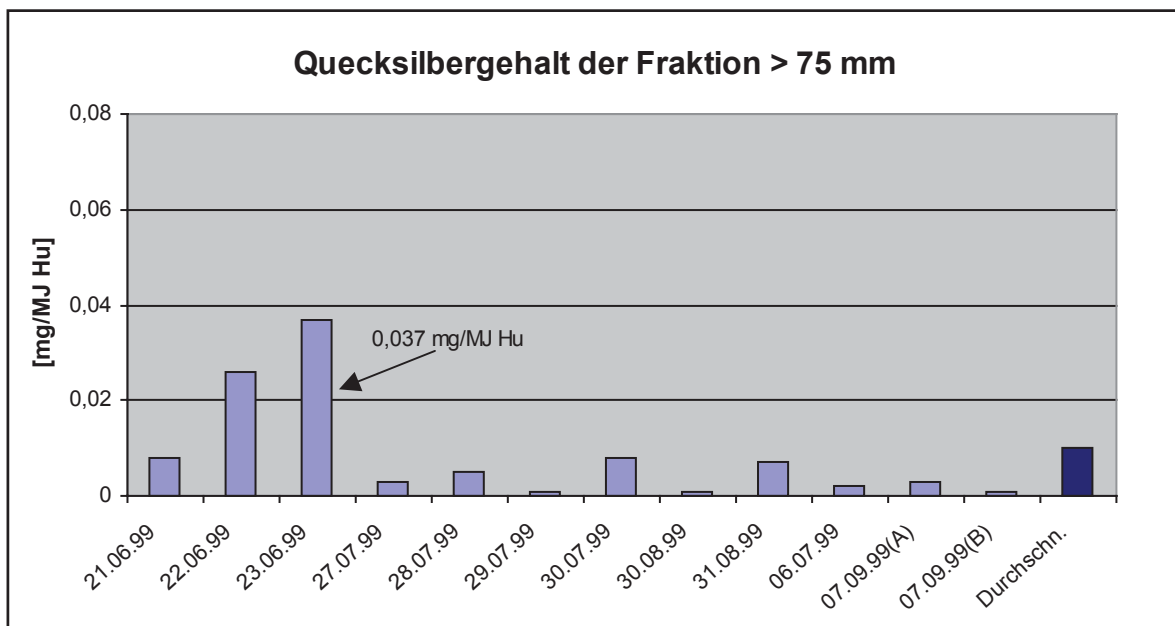
Abgesehen von der Inputfraktion zeigt sich, daß die Quecksilbergehalte der Fraktion  $< 25 \text{ mm}$  höher liegen als die der anderen zwei Produktfraktionen. Der Grenzwert der RVL-Eingangsparameter für Quecksilber liegt bei  $0,3 \text{ mg/MJ H}_u$ . Dieser Wert wird nur von einer Inputprobe mit dem relativ hohen Wert überschritten.

Um die Lesbarkeit der Abbildungen zu erhöhen, wurde die Skalierung in den Abbildungen 5.24 bis 5.27 um eine Zehner-Potenz verkleinert.



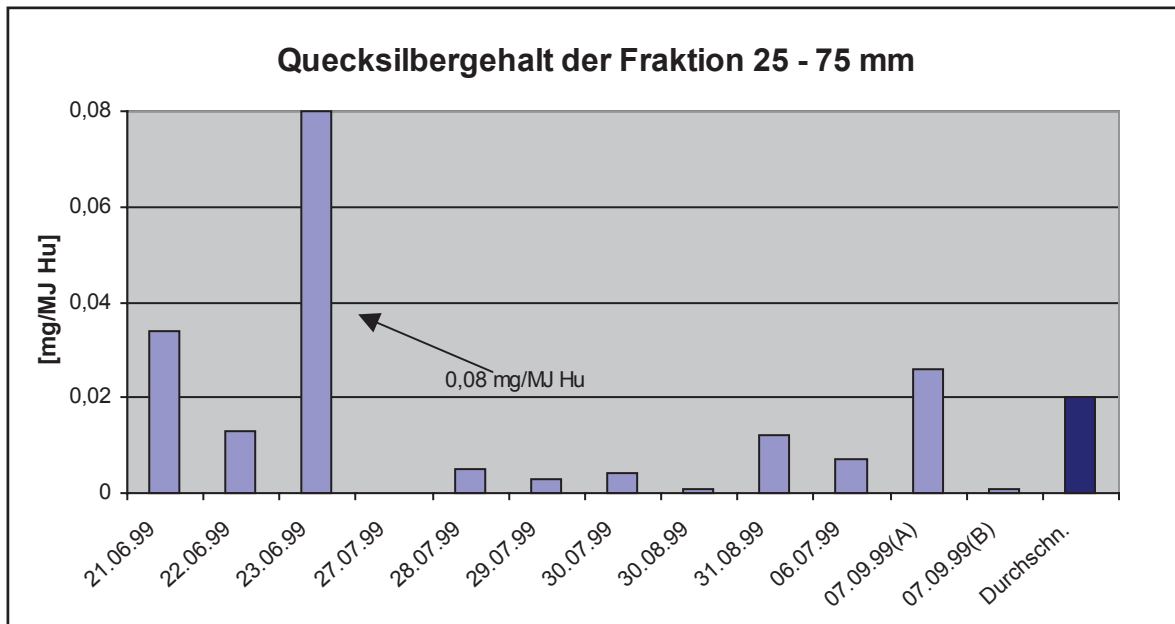
**Abbildung 5.24: Quecksilbergehalt der Inputfraktion**

Abbildung 5.24 stellt die Hg-Gehalte der Inputfraktion und deren Durchschnittswert dar. Der Einfluß des Extremwertes in der Probe der Anlieferung der Fa. Esthofer vom 23.06.99 und die Auswirkung auf den gesamten Durchschnittswert wird dabei deutlich. Der durchschnittliche Hg-Gehalt liegt dennoch unter dem RVL-Grenzwert von 0,3 mg/MJ H<sub>u</sub>.



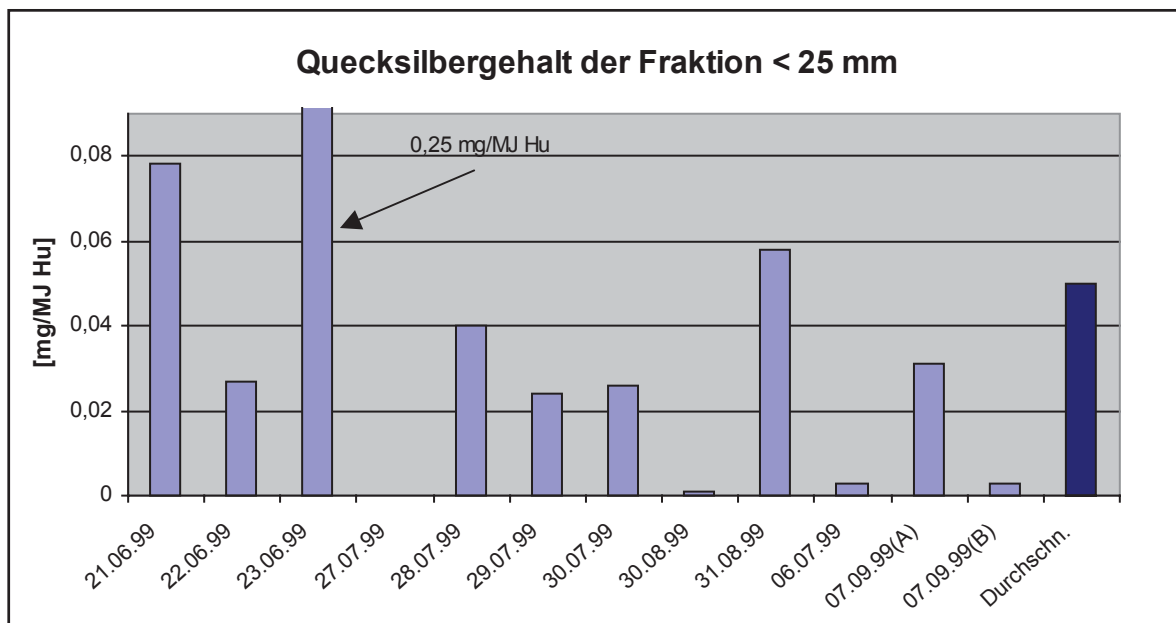
**Abbildung 5.25: Quecksilbergehalt der Fraktion > 75 mm**

In den Abbildungen 5.25 und 5.26 wird neuerlich deutlich, daß die analysierten Proben niedrige Hg-Gehalte aufweisen.



**Abbildung 5.26: Quecksilbergehalt der Fraktion 25 – 75 mm**

Der Quecksilbergehalt der Probe vom 27.07.99 konnte wegen hoher Gasentwicklung beim Aufschluß nicht bestimmt werden.

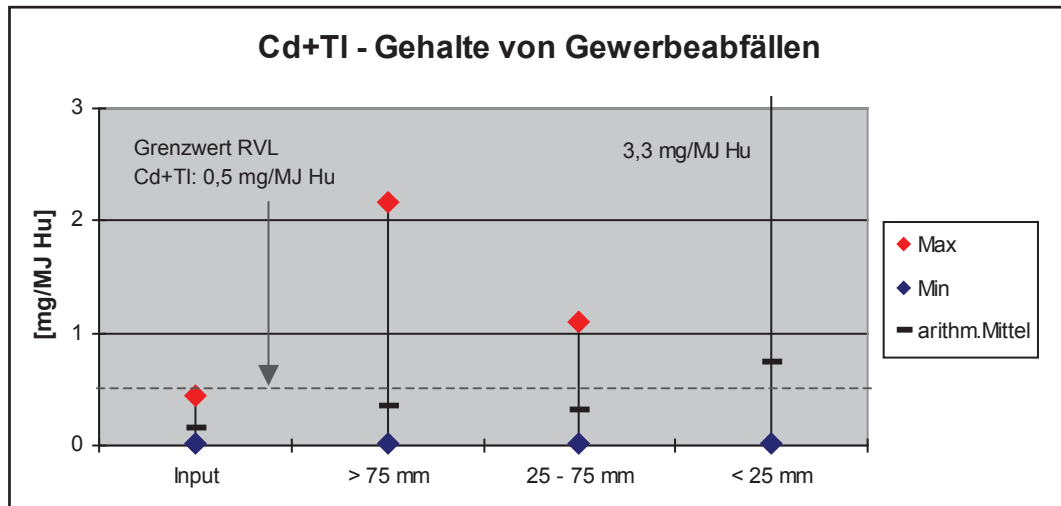


**Abbildung 5.27: Quecksilbergehalt der Fraktion < 25 mm**

Abbildung 5.27 zeigt die Hg-Gehalte der Fraktion < 25 mm. Der Quecksilbergehalt der Probe von 27.07.99 konnte ebenso wie bei der zugehörigen Probe der Fraktion 25 – 75 mm nicht bestimmt werden. Es handelte sich dabei um eine Anlieferung der Fa. Kunststoffwerk Ulbricht. Alle Proben liegen deutlich unter dem RVL-Grenzwert (0,3 mg/MJ H<sub>u</sub>). Lediglich der Hg-Gehalt der Anlieferung der Fa. Esthofer vom 23.06.99 liegt in der Nähe des Grenzbereiches. Auf den hohen Hg-Gehalt des Inputes dieser Anlieferung wurde bereits hingewiesen.

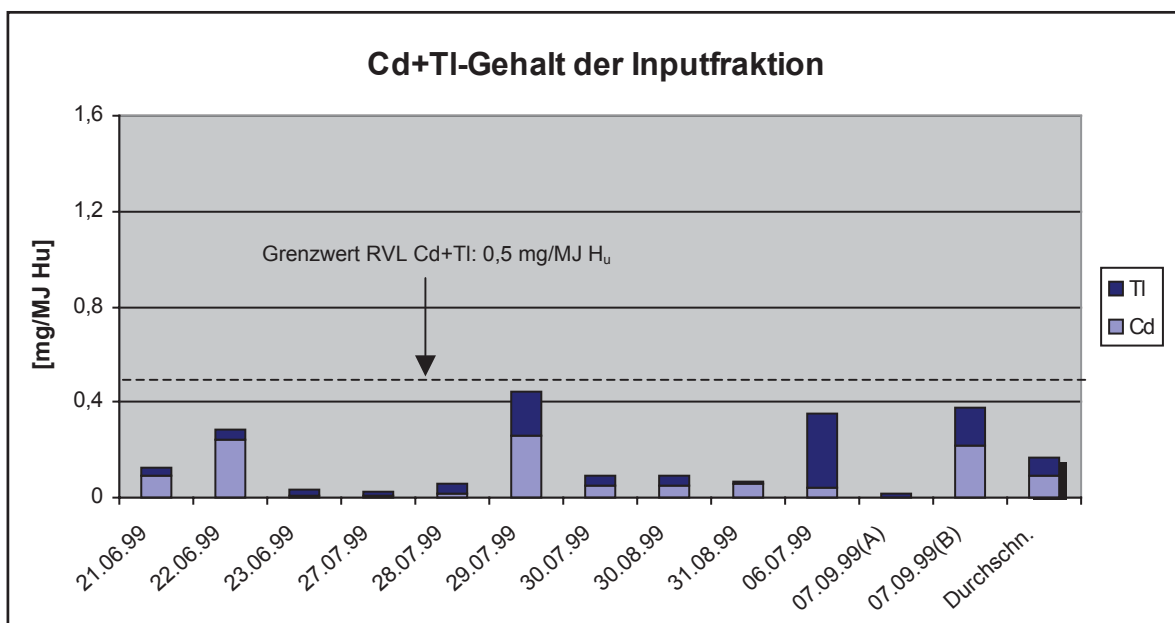
### 5.4.1.7 Cadmium (Cd) und Thallium (TI)

Für diese beiden Schwermetalle wurde in den Eingangsanforderungen ein Summengrenzwert von 0,5 mg/MJ H<sub>u</sub> festgelegt. Abbildung 5.28 zeigt die durchschnittlichen Gehalte und die Schwankungsbreiten der verschiedenen Fraktionen in Relation zum RVL-Grenzwert.



**Abbildung 5.28: Durchschnittliche Cd+TI - Gehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbemüll**

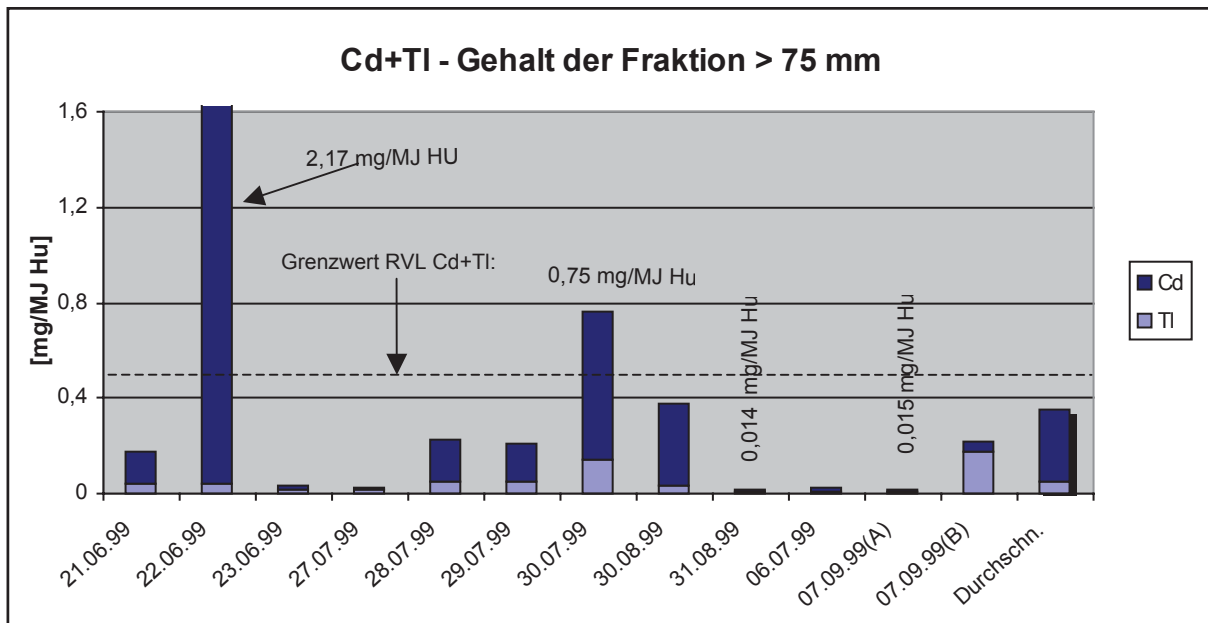
Die großen Schwankungsbreiten der Fraktionen > 75 mm und < 25 mm beruhen auf den extrem hohen Maximalwerten. Manche der Cd- und TI-Gehalte lagen unter der Bestimmungsgrenze. In diesen Fällen wurde dieser Wert der Bestimmungsgrenze als Analysewert zur Darstellung in den Abbildungen herangezogen.



**Abbildung 5.29: Cd+TI - Gehalt der Inputfraktion**



Abbildung 5.29 zeigt die Cd- und TI-Gehalte der Inputproben, wobei durch die Darstellung in zwei verschiedenen Farben die unterschiedliche Belastung durch diese Element deutlich gemacht wird. Alle Gehalte der Inputproben liegen unter dem Grenzwert.



**Abbildung 5.30: Cd+TI - Gehalt der Fraktion > 75 mm**

Aus Abbildung 5.30 ist ersichtlich, daß zwei Proben der Fraktion > 75 mm den RVL-Grenzwert von 0,5 mg/MJ  $H_u$  erheblich überschreiten. Es handelt sich zum einen um eine Probe aus der Anlieferung der Fa. Rieger vom 22.06.99 und zum anderen um eine Probe aus der Anlieferung der Fa. AVE Bad Ischl vom 30.07.99. In beiden Fällen ist vor allem der Cadmium-Gehalt auffallend hoch.

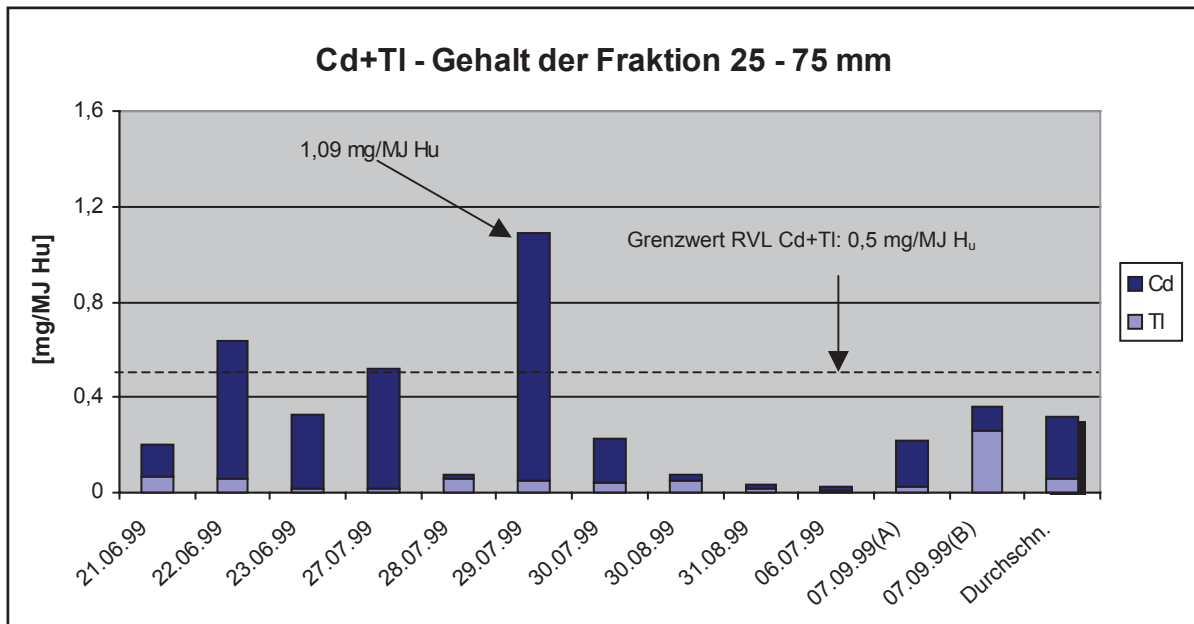


Abbildung 5.31: Cd+TI - Gehalt der Fraktion 25 – 75 mm

Abbildung 5.31 zeigt die Cd+TI-Gehalte der Fraktion 25 – 75 mm. Drei der Proben überschreiten den Grenzwert, eine davon allerdings nur geringfügig. Es zeigt sich, daß wiederum die Cadmium-Gehalte wesentlich höher sind als die Thallium-Gehalte.

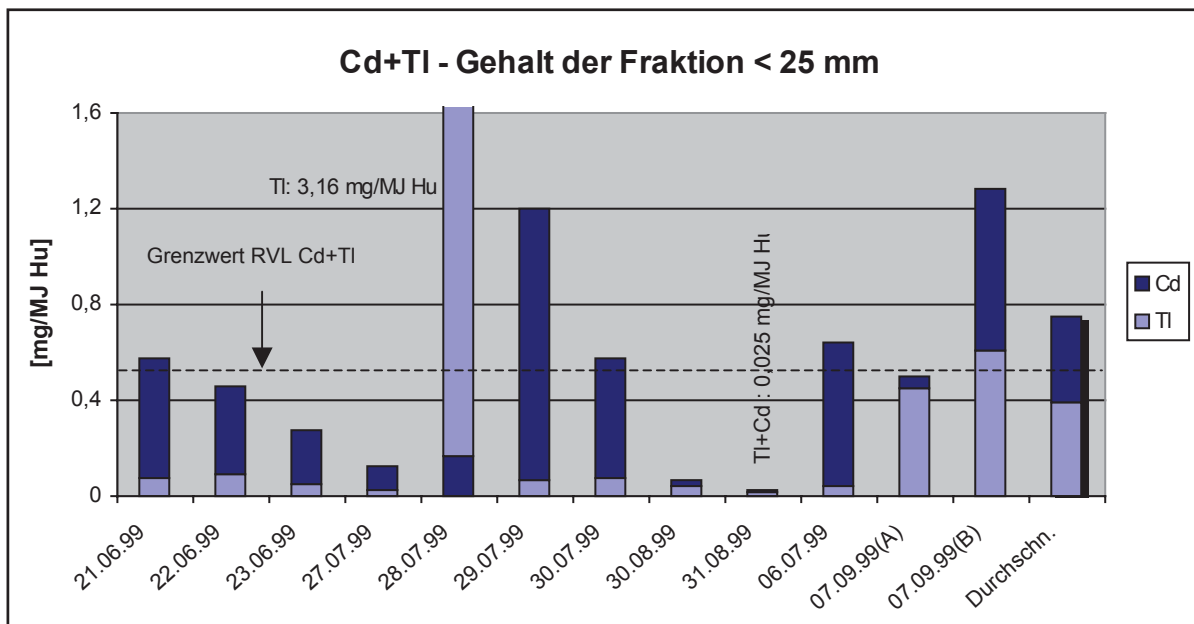


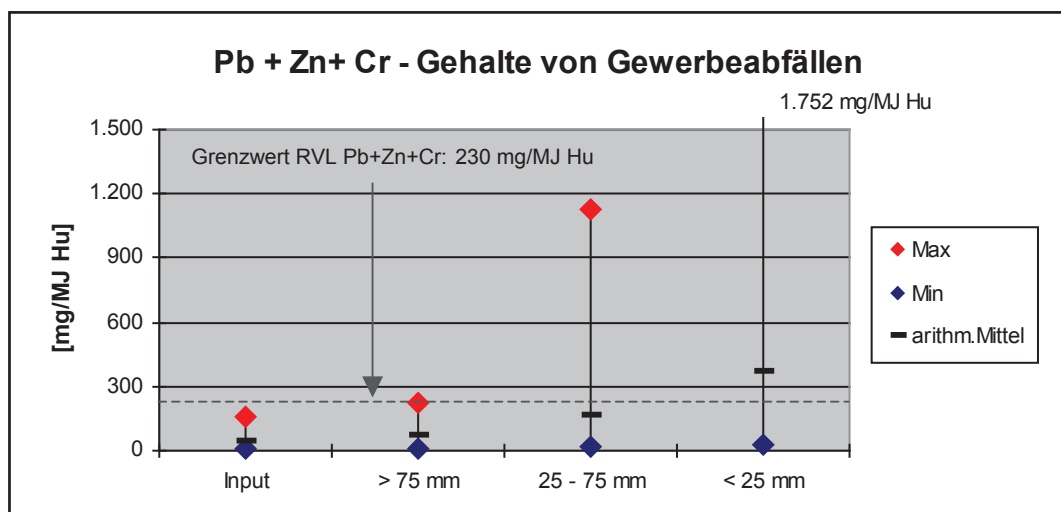
Abbildung 5.32: Cd+TI - Gehalt der Fraktion < 25 mm

Abbildung 5.32 zeigt die Cd+TI-Gehalte der Fraktion < 25 mm. Der durchschnittliche Gehalt überschreitet mit 0,75 mg/MJ H<sub>u</sub> deutlich den RVL-Grenzwert. Insgesamt liegen 6 der 12 Proben über diesem Wert. Meistens stammt der überwiegende Anteil des Summengehaltes vom vorliegenden Cadmium. Die Probe der Anlieferung der Fa. Rethmann vom 28.07.99 hat

mit 3,16 mg/MJ  $H_u$  einen sehr hohen Thallium-Anteil. Ebenso liegt in der Probe der Anlieferung der Fa. Auer vom 07.09.99(A) mehr Thallium als Cadmium vor.

#### 5.4.1.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr)

Die Eingangsanforderungen der RVL-Lenzing legen für die Summe der Schadstoffgehalte von den Elementen Blei, Zink und Chrom einen Grenzwert von 230 mg/MJ  $H_u$  fest. Abbildung 5.33 zeigt die durchschnittlichen Summengehalte und die Schwankungsbreiten der vier Fraktionen. Die Durchschnittswerte der Inputfraktion sowie der Fraktionen > 75 mm und 25 - 75 mm liegen unter den RVL-Grenzwert, während der Durchschnittswert der Fraktion < 25 mm darüber liegt.



**Abbildung 5.33: Durchschnittliche Pb+Zn+Cr – Gehalt und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall**

Die Inputfraktion und die Fraktion > 75 mm sind deutlich weniger mit den Blei, Zink und Chrom belastet als die beiden Fraktionen mit den kleineren Korngrößen. Abbildung 5.34 zeigt die Gehalte dieser Schwermetalle in den Proben der Inputfraktion.

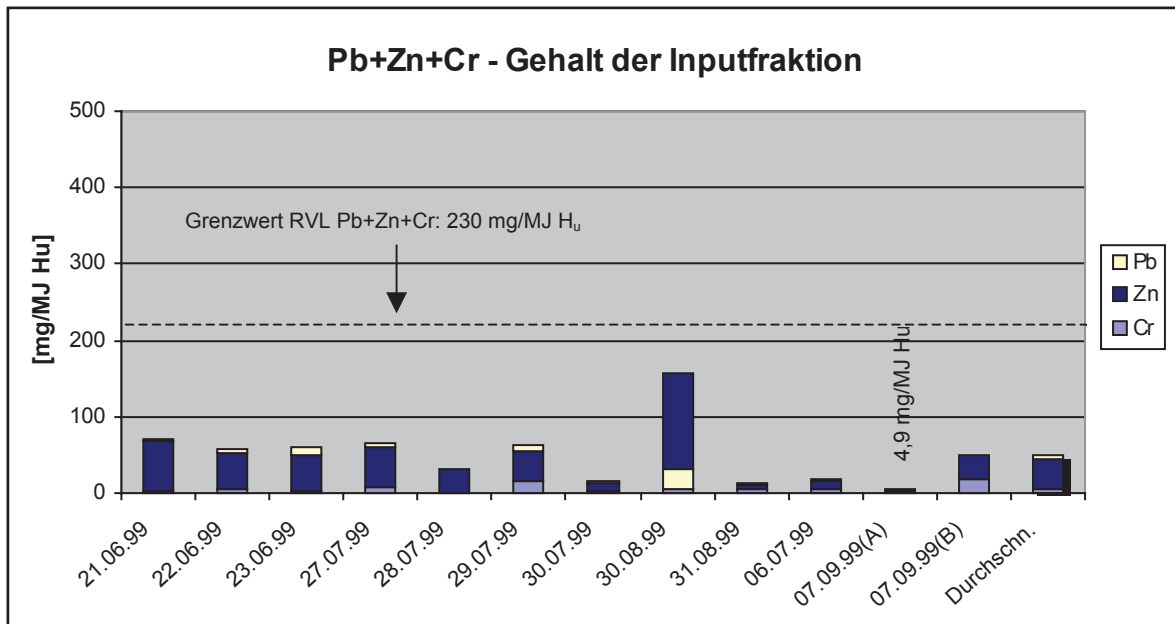


Abbildung 5.34: Pb+Zn+Cr - Gehalt der Inputfraktion

Die Probe mit dem höchsten Schadstoffgehalt stammt aus einer Anlieferung der Fa. Ing. Rauch vom 30.08.99 und unterschreitet mit 156 mg/MJ H<sub>u</sub> den RVL-Grenzwert von 230 mg/MJ H<sub>u</sub> deutlich. Abbildung 5.35 zeigt die Pb+Zn+Cr-Gehalte der Fraktion > 75 mm.

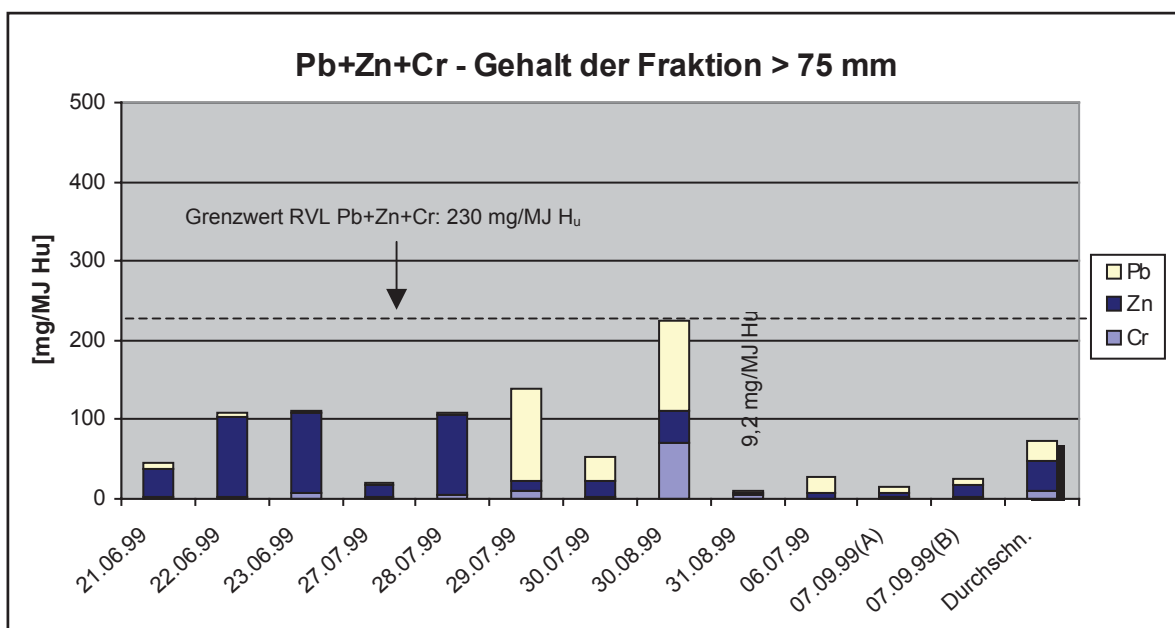


Abbildung 5.35: Pb+Zn+Cr – Gehalt der Fraktion > 75mm

Ebenso wie beim Input stammt der höchste Wert von 223 mg/MJ H<sub>u</sub> dieser Fraktion aus einer Probe der Anlieferung von der Fa. Ing. Rauch.

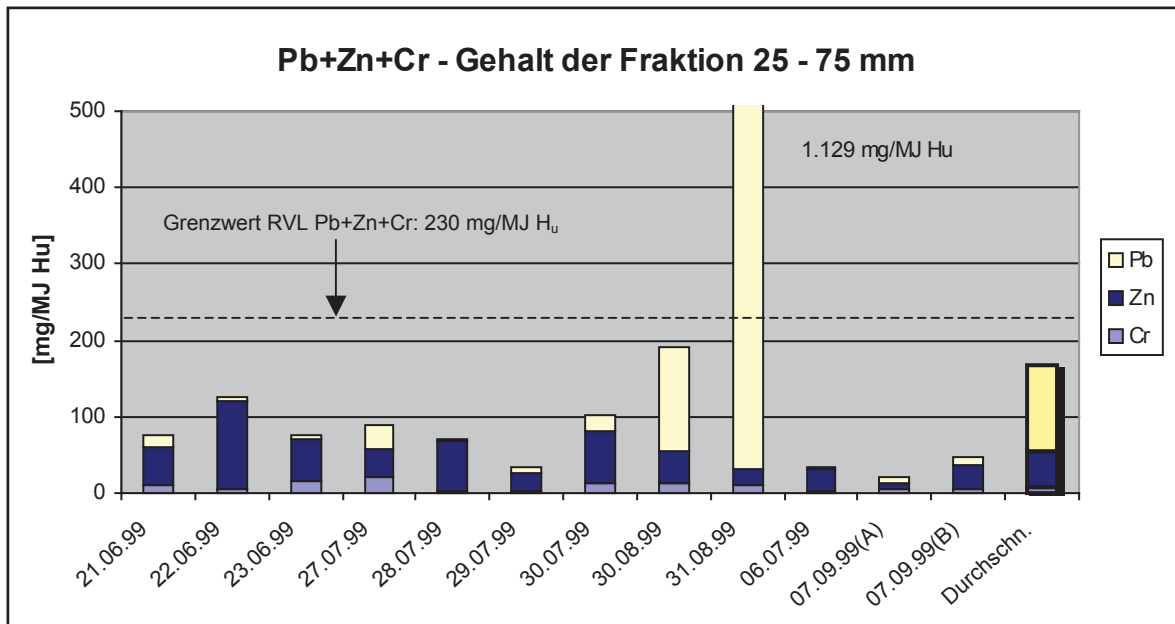


Abbildung 5.36: Pb+Zn+Cr – Gehalt der Fraktion 25 - 75mm

Wie in Abbildung 5.36 ersichtlich, weist die Probe einer Anlieferung der Fa. AVE Bad Ischl vom 31.08.99 den höchsten Schwermetallgehalt dieser Fraktion auf. Der Wert liegt bei 1.129 mg/MJ H<sub>u</sub> und überschreitet den Grenzwert somit um ein Vielfaches. Betrachtet man die einzelnen Schadstoffe dieses Summenparameters getrennt, so zeigt sich, daß diese Probe 1.098 mg/MJ H<sub>u</sub> Blei beinhaltet und die verbleibenden 31 mg/MJ H<sub>u</sub> von den Schadstoffen Chrom und Zink stammen.

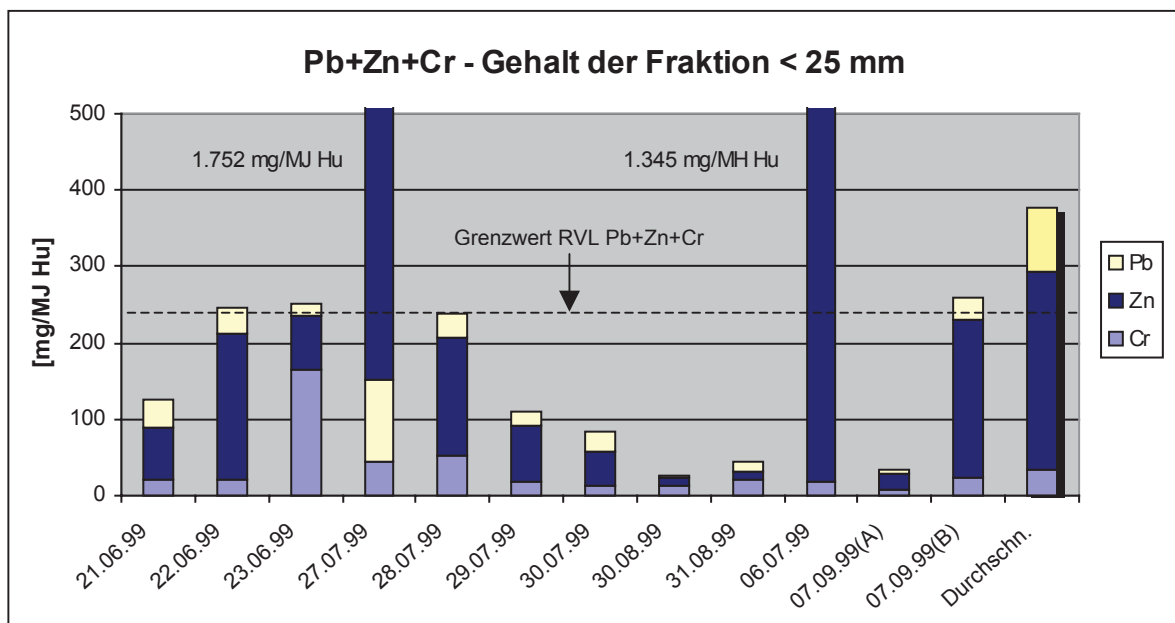


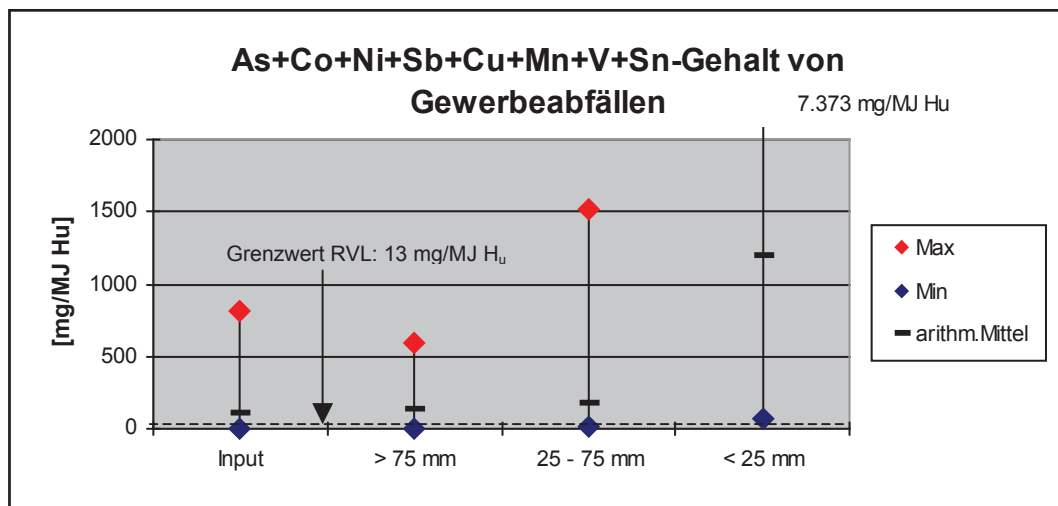
Abbildung 5.37: Pb+Zn+Cr – Gehalt der Fraktion < 25 mm

Abbildung 5.37 zeigt die Summengehalte der Fraktion < 25 mm. Zwei Proben weisen auffällig hohe Gehalte auf. Die Probe vom 27.07.99 ist stark mit Zink belastet, während die Pb- und Cr-Gehalte im durchschnittlichen Bereich liegen. Diese Probe stammt aus einer

Anlieferung der Kunststoffwerke Ulbricht. Die zweite stark belastete Probe wurde am 06.09.99 aus einer Anlieferung der Fa. AVE Hörsching gezogen. Sie weist einen Pb – Gehalt von 669 mg/MJ  $H_u$  und einen Zn – Gehalt von 656 mg/MJ  $H_u$  auf. Dieses hohen Gehalte konnten in Abbildung 5.37 nur ansatzweise graphisch dargestellt werden.

#### 5.4.1.9 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon (Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn)

Für die Auswertung der Elemente As, Co, Ni, Sb, Cu, Mn, V und Sn wurden die einzelnen Analyseergebnisse zu einem Summengehalt addiert, für den der Grenzwert der RVL bei 13 mg/MJ  $H_u$  liegt. 11 der insgesamt 48 Gewerbeabfallproben entsprechen dieser Anforderung. Der höchste auftretende Gesamtgehalt liegt mit 7.373 mg/MJ  $H_u$  erheblich über den Grenzwert. Abbildung 5.38 stellt die durchschnittlichen Summengehalte und die Schwankungsbreiten der vier Fraktionen dar, wobei eine Anreicherung der Schadstoffe in der Fraktion < 25 mm deutlich wird.



**Abbildung 5.38:** Durchschnittlicher Summengehalt der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn-Gehalte und die Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall

Tabelle 5.5 zeigt die detaillierte Darstellung der Analyseergebnisse der einzelnen Parameter.

**Tabelle 5.5: Detaillierte Darstellung der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn-Gehalte von Gewerbemüll**

Probenbezeichnung		As	Co	Ni	Sb	Cu	Mn	V	Sn	Summe
Datum	Fraktion	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]								
21.06.99	Input	0,03	0,07	0,90	3,73	44,59	3,91	0,56	0,93	<b>54,72</b>
	>75 mm	0,09	0,16	2,13	0,20	579,98	6,61	0,22	2,35	<b>591,73</b>
	25 – 75 mm	0,20	0,31	4,90	2,58	8,14	17,30	1,49	1,02	<b>35,94</b>
	< 25 mm	0,24	0,50	7,54	0,36	8,32	45,81	2,81	2,85	<b>68,42</b>
Fa. Rieger										
22.06.99	Input	0,06	0,17	1,56	0,25	1,47	4,70	0,14	1,12	<b>9,47</b>
	> 75 mm	0,46	0,17	0,30	7,74	4,06	4,04	0,08	3,73	<b>20,56</b>
	25 – 75 mm	0,08	0,42	1,75	0,28	1,97	10,35	0,55	1,16	<b>16,56</b>
	< 25 mm	0,32	0,85	6,09	0,47	6,52	68,98	2,10	25,52	<b>110,84</b>
Fa. Esthofer										
23.06.99	Input	0,08	0,11	0,85	6,61	1,50	4,03	0,03	0,25	<b>13,46</b>
	> 75 mm	0,08	0,22	0,95	0,21	1,33	7,44	0,28	0,10	<b>10,60</b>
	25 – 75 mm	0,27	0,30	2,52	1,68	7,94	18,13	0,60	0,75	<b>32,19</b>
	< 25 mm	6,12	4,76	44,38	0,19	100,36	270,61	13,39	4,18	<b>443,99</b>
Fa. Ulbricht										
27.07.99	Input	0,03	0,14	317,30	0,16	499,68	1,19	0,02	0,71	<b>819,23</b>
	> 75 mm	0,04	0,04	2,64	0,07	6,14	1,54	0,03	0,93	<b>11,42</b>
	25 – 75 mm	0,04	0,23	627,43	0,21	888,24	1,56	0,03	1,41	<b>1519,15</b>
	< 25 mm	0,17	0,53	1.215,4	0,50	4124,20	2,61	0,03	6,14	<b>5349,57</b>
Fa. Rethmann										
28.06.99	Input	0,03	0,07	0,30	0,35	0,84	1,80	0,05	0,63	<b>4,08</b>
	> 75 mm	0,04	0,10	0,54	0,47	8,06	2,34	0,11	0,84	<b>12,51</b>
	25 – 75 mm	0,10	0,10	20,48	0,21	23,87	4,06	0,14	0,69	<b>49,65</b>
	< 25 mm	1,76	1,58	23,80	0,59	129,64	112,18	4,34	2,44	<b>276,30</b>
Kleinanlieferer										
29.07.99	Input	0,10	0,45	5,42	0,70	1,46	7,70	0,39	0,32	<b>16,53</b>
	> 75 mm	0,08	0,12	0,20	1,26	1,62	1,35	0,06	0,37	<b>5,05</b>
	25 – 75 mm	0,09	0,19	10,66	0,17	27,58	5,22	0,23	0,65	<b>44,79</b>
	< 25 mm	0,38	0,98	10,86	1,55	18,63	43,36	1,14	2,17	<b>79,08</b>
Fa. AVE Bad Ischl										
30.07.99	Input	0,06	0,14	1,00	0,53	265,41	5,90	0,36	0,41	<b>273,81</b>
	> 75 mm	0,08	1,37	0,79	0,89	445,75	10,02	0,22	3,97	<b>463,09</b>
	25 – 75 mm	0,06	0,67	3,51	0,51	205,01	7,38	1,16	4,73	<b>223,02</b>
	< 25 mm	0,51	1,15	4,97	8,58	68,76	52,25	1,48	3,20	<b>140,88</b>

Probenbezeichnung		As	Co	Ni	Sb	Cu	Mn	V	Sn	Summe
Datum	Fraktion	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]								
Fa. Ing. Rauch										
30.08.99	Input	0,13	0,21	1,81	0,20	47,30	14,18	0,78	12,61	<b>77,23</b>
	> 75 mm	0,17	0,11	0,52	75,64	1,19	3,04	0,40	1,28	<b>82,35</b>
	25 – 75 mm	0,57	0,59	5,44	0,83	3,57	17,36	0,69	2,85	<b>31,90</b>
	< 25 mm	0,14	0,29	7,13	0,09	4,85	95,63	2,14	0,78	<b>111,05</b>
Fa. AVE Bad Ischl										
31.08.99	Input	0,12	0,16	2,60	0,09	1,07	51,06	1,32	0,26	<b>56,07</b>
	> 75 mm	0,10	0,06	2,03	0,17	417,03	6,62	0,19	0,13	<b>426,32</b>
	25 – 75 mm	0,09	0,50	4,36	18,38	6,07	27,74	1,11	1,12	<b>59,37</b>
	< 25 mm	0,44	0,32	9,86	0,11	4,18	116,59	2,09	0,46	<b>134,05</b>
Fa. AVE Hörsching										
06.09.99	Input	0,05	0,62	2,15	0,23	10,63	5,50	0,25	2,62	<b>22,06</b>
	> 75 mm	0,05	0,34	3,29	1,35	8,96	4,32	0,09	2,21	<b>20,61</b>
	25 – 75 mm	0,06	1,64	1,53	0,14	3,00	10,76	0,34	4,21	<b>21,68</b>
	< 25 mm	0,42	37,65	100,5	75,32	6084,98	146,13	0,97	927,70	<b>7373,68</b>
Fa. Auer										
07.09.99	Input	0,03	0,07	0,58	0,02	3,67	1,39	0,09	3,94	<b>9,78</b>
(A)	> 75 mm	0,04	0,10	0,44	0,34	5,09	3,33	0,20	2,49	<b>12,02</b>
	25 – 75 mm	0,18	0,27	1,30	0,68	5,62	26,36	1,15	1,01	<b>36,57</b>
	< 25 mm	0,39	0,57	2,94	0,08	11,62	62,95	2,94	0,52	<b>82,01</b>
Fa. Vorwagner										
07.09.99	Input	0,08	0,07	1,33	0,08	2,79	1,99	0,71	0,34	<b>7,41</b>
(B)	> 75 mm	0,09	0,10	1,96	0,09	1,28	4,42	0,39	0,28	<b>8,63</b>
	25 – 75 mm	0,14	0,24	5,35	0,30	11,55	9,77	1,00	0,78	<b>29,03</b>
	< 25 mm	0,92	0,58	30,23	0,82	17,90	92,95	5,21	6,60	<b>155,23</b>
<b>Durchschnittsgehalte</b>										
	Input	<b>0,07</b>	<b>0,19</b>	<b>27,98</b>	<b>1,08</b>	<b>73,37</b>	<b>8,61</b>	<b>0,39</b>	<b>2,01</b>	<b>113,70</b>
	> 75 mm	<b>0,11</b>	<b>0,24</b>	<b>1,32</b>	<b>7,37</b>	<b>123,37</b>	<b>4,59</b>	<b>0,18</b>	<b>1,56</b>	<b>138,74</b>
	25 – 75 mm	<b>0,16</b>	<b>0,45</b>	<b>57,44</b>	<b>2,16</b>	<b>99,38</b>	<b>12,99</b>	<b>0,71</b>	<b>1,70</b>	<b>174,98</b>
	< 25 mm	<b>0,96</b>	<b>4,18</b>	<b>121,9</b>	<b>7,38</b>	<b>881,66</b>	<b>92,50</b>	<b>3,22</b>	<b>81,88</b>	<b>1193,76</b>



#### 5.4.1.10 Weitere verbrennungsrelevanten Parameter

Zusätzlich zu den Parametern der RVL-Eingangsanforderungen wurden weitere verbrennungsrelevante Parameter (z.T. gemäß ÖNORM S2110 [13]) untersucht und getrennt nach den einzelnen Fraktionen ausgewertet. Es handelt sich dabei um die Parameter

- Aluminium (Al)
- Barium (Ba)
- Beryllium (Be)
- Calcium
- Eisen (Fe)
- Magnesium (Mg)
- Silicium (Si)
- Selen (Se)

Die Be- und Se-Gehalte der Proben liegen unter den Bestimmungsgrenzen, daher wurden jeweils diese Werte für die Darstellung in Tabelle 5.6 bis 5.9 herangezogen. Bei den Al-, Ca- und Mg-Gehalten lässt sich eine Anreicherung in der Fraktion < 25 mm erkennen. Der durchschnittliche Ba-Gehalt der Fraktion 25 – 75 mm liegt deutlich unter den Gehalten der anderen Produktfraktionen, aber über dem Gehalt des Inputs. Der Fe-Gehalt der Fraktion < 25 mm liegt erheblich über allen anderen Durchschnittswerten, wobei eine Probe einen auffällig hohen Gehalt von 54.740 mg/MJ aufweist. Dieser Wert liegt um das Vierfache über dem nächst kleineren Analyseergebnis. Doch selbst bei Außerachtlassen dieses Einzelwertes ist eine Anreicherung von Fe in der Fraktion < 25 mm zu erkennen. Der durchschnittliche Si-Gehalt der Fraktion > 75 mm liegt erheblich unter den Gehalten der übrigen Fraktionen und eine Anreicherung von Si in der Fraktion < 25 mm ist deutlich ersichtlich.

**Tabelle 5.6: Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Inputfraktion**

Inputfraktion		
Parameter	Durchschnitt	Schwankungsbreite
	[mg/MJ H <sub>v</sub> ]	[mg/MJ H <sub>v</sub> ]
Aluminium	540,2	66,9 – 1.352,9
Barium	23,7	1,3 – 81,1
Beryllium	0,02	0,01 - 0,06
Calcium	1759,6	266,9 – 4.772,6
Eisen	263,0	97,1 – 593,2
Magnesium	351,5	36,4 – 843,9
Selen	0,04	0,01 – 0,09
Silicium	864,0	237,8 – 1.638,6

**Tabelle 5.7: Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Fraktion > 75 mm**

Fraktion > 75 mm		
Parameter	Durchschnitt	Schwankungsbreite
	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]
Aluminium	373,3	66,9 – 1.352,9
Barium	134,8	1,58 – 1.349,8
Beryllium	0,02	0,01 – 0,07
Calcium	1.342,9	309,4 – 3.464,6
Eisen	342,1	37,0 – 1.311,4
Magnesium	164,1	49,6 – 947,5
Selen	0,12	0,01 – 1,02
Silicium	628,0	126,5 – 1.668,5

**Tabelle 5.8: Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Fraktion 25 – 75 mm**

Fraktion 25 – 75 mm		
Parameter	Durchschnitt	Schwankungsbreite
	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]
Aluminium	758,7	196,5 – 1.374,9
Barium	51,5	7,6 – 244,7
Beryllium	0,03	0,01 – 0,11
Calcium	2.490,8	494,7 – 5.238,2
Eisen	665,2	99,5 – 2.751,4
Magnesium	462,2	126,5 – 1.009,4
Selen	0,24	0,01 – 1,39
Silicium	1.834,8	649,3 – 3.492,8

**Tabelle 5.9: Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Fraktion < 25 mm**

Fraktion < 25 mm		
Parameter	Durchschnitt	Schwankungsbreite
	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]
Aluminium	1.758,3	138,0 – 5.988,5
Barium	170,1	16,1 – 953,5
Beryllium	0,07	0,01 – 0,24
Calcium	6.602,4	546,1 – 11.673,1
Eisen	7.786,4	238,3 – 54.740,3
Magnesium	1.350,7	243,7 – 3.728,0
Selen	1,58	0,03 – 3,47
Silicium	4.091,9	1.528,9 – 12.162,3

## INHALTSVERZEICHNIS TEIL 3

<b>5.4.2 Hausmüll (SNr.: 91101)</b> .....	<b>63</b>
5.4.2.1 Wassergehalt (WG).....	63
5.4.2.2 Glühverlust (GV) und organischer Kohlenstoff (TOC).....	63
5.4.2.3 Heizwert.....	65
5.4.2.4 Chlor (Cl) .....	65
5.4.2.5 Schwefel (S).....	66
5.4.2.6 Quecksilber (Hg).....	67
5.4.2.7 Cadmium (Cd) und Thallium (Tl) .....	68
5.4.2.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr).....	68
5.4.2.9 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon ( Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn) .....	69
5.4.2.10 Weitere verbrennungsrelevanten Parameter .....	71
<b>5.4.3 Textilien (SNr.: 58107)</b> .....	<b>72</b>
5.4.3.1 Wassergehalt (WG).....	72
5.4.3.2 Glühverlust (GV) und organischer Kohlenstoff (TOC).....	72
5.4.3.3 Heizwert.....	72
5.4.3.4 Chlor (Cl) .....	73
5.4.3.5 Schwefel (S).....	73
5.4.3.6 Quecksilber (Hg).....	73
5.4.3.7 Cadmium (Cd) und Thallium (Tl) .....	73
5.4.3.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr).....	73
5.4.3.9 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon ( Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn) .....	74
5.4.3.10 Weitere verbrennungsrelevanten Parameter .....	74
<b>5.4.4 Zusammenfassung der chemischen Auswertung</b> .....	<b>75</b>
<b>6 KORNGRÖßENANALYSE</b> .....	<b>78</b>
<b>7 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>80</b>
<b>8 VERZEICHNISSE</b> .....	<b>82</b>
8.1 LITERATURVERZEICHNIS.....	82
8.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	83
8.3 TABELLENVERZEICHNIS .....	86
8.4 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	87
<b>9 ANHANG</b> .....	<b>89</b>
9.1 STOFFLICHE ZUSAMMENSETZUNG DER EINZELNEN GEWERBEABFALL- ANLIEFERUNGEN.....	89
9.2 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERBRENNUNGSRELEVANTEN PARAMETER DER GEWERBEABFALLANLIEFERUNGEN.....	93



9.3 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERBRENNUNGSRELEVANTEN PARAMETER DER HAUSMÜLLANLIEFERUNGEN .....	95
9.4 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERBRENNUNGSRELEVANTEN PARAMETER DER TEXTILANLIEFERUNG .....	95
9.5 ÜBERSICHT ÜBER DIE UNTERSUCHTEN PARAMETER UND DIE ZUGEHÖRIGEN GESETZLICHEN BEGRÜNDUNGEN .....	96
9.6 FOTODOKUMENTATION.....	97



## 5.4.2 Hausmüll (SNr.: 91101)

Insgesamt wurden an zwei Tagen Hausmüll beprobt. Von den in Summe 14 gezogenen Proben wurden 8 aufbereitet und analysiert. Die verbleibenden Proben wurden nur getrocknet und dienen als Rückstellproben. Ebenso wie bei den Gewerbeabfällen werden auch bei der Auswertung des Hausmülls die Eingangskriterien der RVL-Lenzing als Vergleich herangezogen. Aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung von Hausmüll kann es bei der vorliegenden relativ geringen Probenanzahl bei den Durchschnittsgehalten zu Abweichungen von den Erfahrungswerten kommen. Um diese zu relativieren, werden Analyseergebnisse aus einem vorangegangenen Projekt des IED, das im Folgenden „Halbenrain-Projekt“ genannt wird, als Vergleich angeführt [12]. Die Auswertung der Analyseergebnisse von Hausmüll erfolgt nach der gleichen Methodik die schon bei der Auswertung der Gewerbeabfälle angewandt wurde.

### 5.4.2.1 Wassergehalt (WG)

Abbildung 5.39 zeigt die durchschnittlichen WG und die Schwankungsbreiten der vier Fraktionen. Im Vergleich dazu weisen die Analyseergebnisse der Untersuchungen des Halbenrain-Projektes mit 18 M-% einen niedrigeren WG auf.

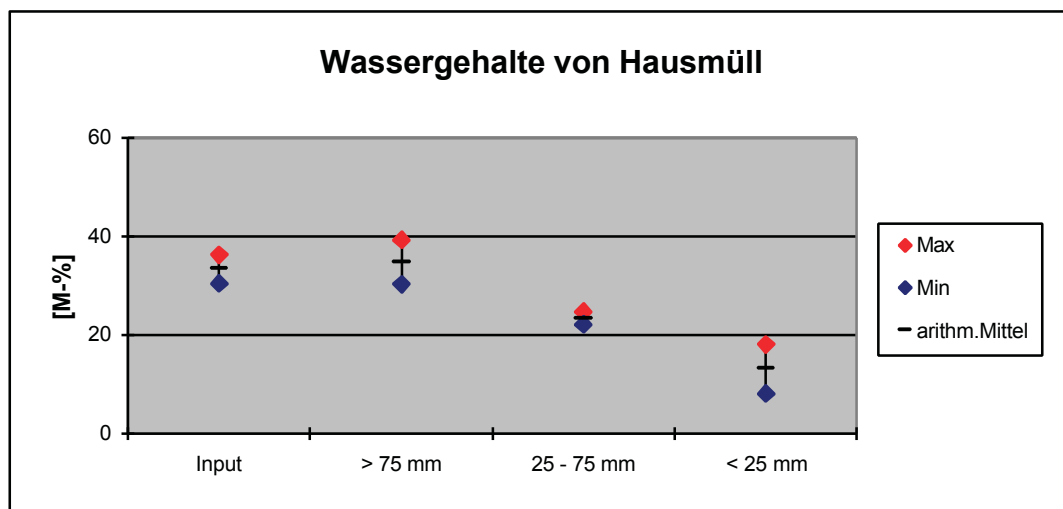
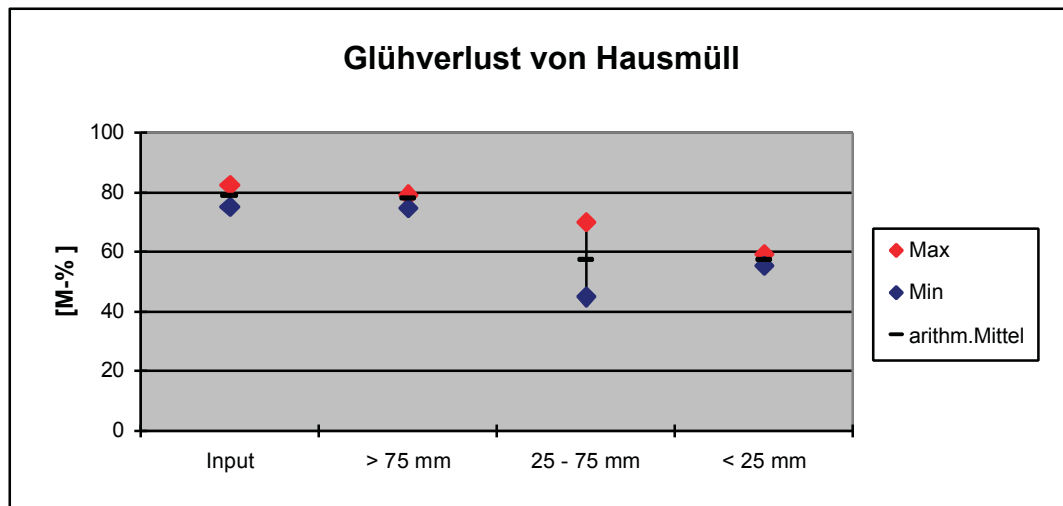


Abbildung 5.39: Durchschnittliche Wassergehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll

### 5.4.2.2 Glühverlust (GV) und organischer Kohlenstoff (TOC)

Der GV wurde bei 550 °C und bei 850 °C bestimmt, da sich aus den Differenzen Schlüsse auf den vorhandenen organischen Kohlenstoff ziehen lassen. Abbildung 5.40 zeigt die durchschnittlichen Glühverluste und die Schwankungsbreiten der vier Fraktionen.

Die Durchschnittswerte der Inputfraktion und der Fraktion > 75 mm liegen mit etwa 78 M-% über den GV der anderen Fraktionen. Die beiden Analyseergebnisse der Fraktion 25 – 75 mm unterscheiden sich um etwa 25 M-%, während die Ergebnisse der anderen Fraktionen geringe Schwankungsbreiten aufweisen. Im Halbenrain-Projekt konnte ein GV von 60 M-% nachgewiesen werden.

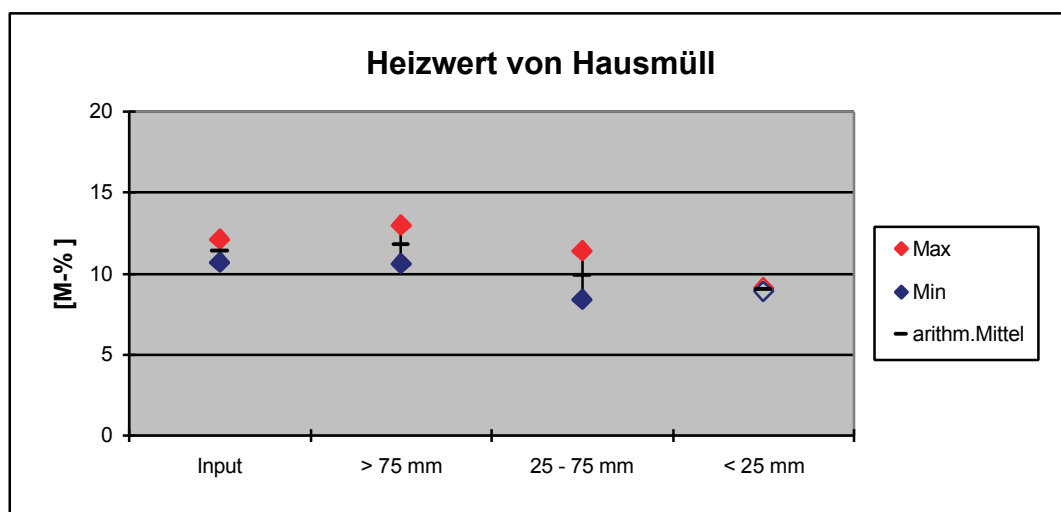


**Abbildung 5.40: Durchschnittliche Glühverluste und Schwankungsbreiten von Hausmüll bei 550°**

Die Ergebnisse der GV-Messungen bei 850 °C liegen durchschnittlich um 2 M-% höher als die GV bei 550 °C. Bei insgesamt 3 der 8 Proben liegt die Differenz höher als 2 M-%. Die TOC-Bestimmung dieser Proben ergab Werte zwischen 23 und 37 M-%. Im Vergleich mit den Gewerbeabfällen zeigt sich, daß weniger Hausmüllproben organischen Kohlenstoff enthalten, und der durchschnittliche TOC-Wert niedriger ist als der von Gewerbeabfällen.

### 5.4.2.3 Heizwert

Wie schon bei den Gewerbeabfällen wurde auch beim Hausmüll der untere Heizwert ( $H_u$ ) bezogen auf die Feuchtsubstanz bestimmt. Die Abbildung 5.41 stellt die durchschnittlichen unteren Heizwerte und die Schwankungsbreiten der einzelnen Fraktionen dar. Die Heizwerte der Hausmüllproben liegen im Bereich von 8,4 und 13 MJ/kg, wobei der durchschnittliche Heizwert der Fraktion  $> 75$  mm geringfügig höher liegt als der  $H_u$  der Inputfraktion und der Heizwert der Fraktion  $< 25$  mm am niedrigsten ist. Der Heizwert sinkt ebenso wie bei den untersuchten Gewerbeabfällen mit der Korngröße. Die Analysewerte entsprechen auch dem Ergebnis des Halbenrain-Projektes, dort wurde ein durchschnittlicher unterer Heizwert von etwa 10 MJ/kg nachgewiesen.

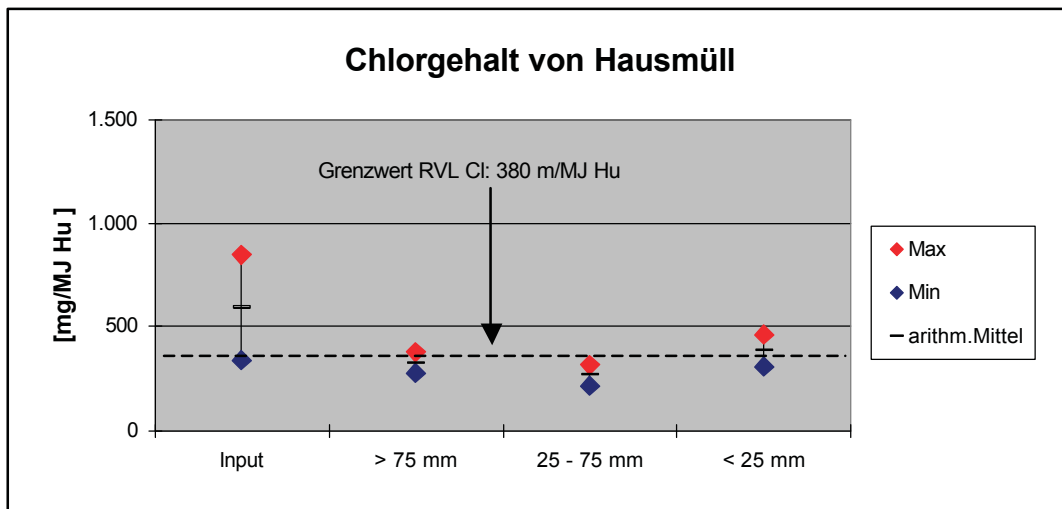


**Abbildung 5.41: Durchschnittliche Heizwerte und Schwankungsbreiten von Hausmüll**

### 5.4.2.4 Chlor (Cl)

2 der insgesamt 8 analysierten Proben überschreiten den für Chlor festgelegten RVL-Grenzwert von 380 mg/MJ  $H_u$ . Im Halbenrainprojekt wurden ein Durchschnittswert von 459 mg/MJ  $H_u$  ermittelt. Abbildung 5.42 zeigt die durchschnittlichen Cl-Gehalte und die Schwankungsbreiten der einzelnen Fraktionen. Die Inputfraktion weist mit 596 mg/MJ  $H_u$  die höchsten Chlorgehalte auf. Zusätzlich ist zu erwähnen, daß die beiden Werte dieser Fraktion um mehr als 100% von einander abweichen. Aufgrund der geringen Probenanzahl kann keine statistische Aussage getroffen werden. Trotzdem verdeutlichen diese Werte, die sich um ein Vielfaches voneinander unterscheiden, den möglichen Schwankungsbereich der Cl-Gehalte. Der durchschnittliche Cl-Gehalt der Fraktion  $> 75$  mm und der Fraktion 25 - 75 mm liegen unter den RVL-Grenzwert, während der Durchschnittsgehalt der Fraktion  $< 25$  mm knapp darüber liegt.

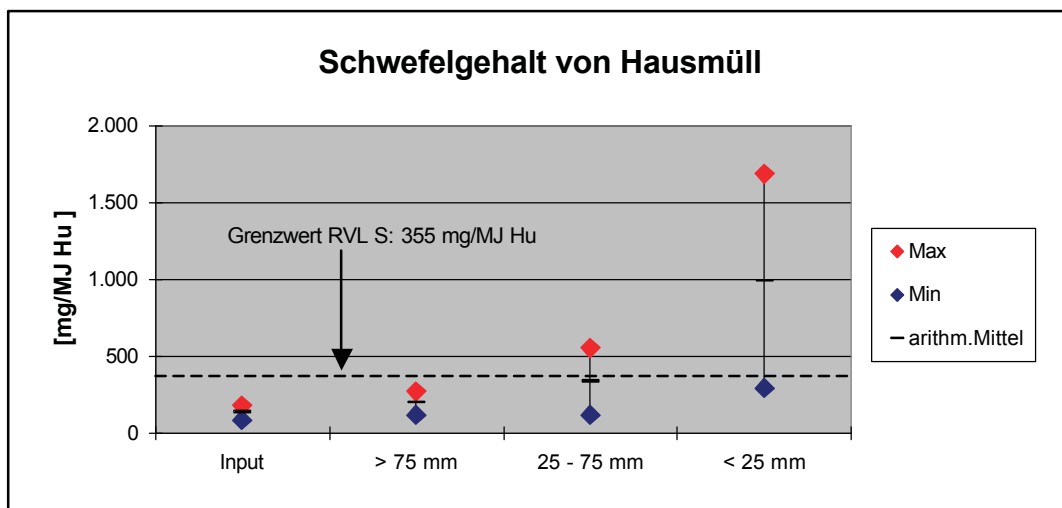




**Abbildung 5.42: Durchschnittliche Chlorgehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll**

### 5.4.2.5 Schwefel (S)

In den Eingangsanforderungen der RVL ist für Schwefel ein Grenzwert von 355 mg/MJ  $H_u$  festgelegt. Eine Probe der Fraktion < 25 mm weist mit 1.684 mg/MJ  $H_u$  einen sehr hohen S-Gehalt auf. Der Abbildung 5.43 sind die durchschnittlichen S-Gehalte und die Schwankungsbreiten der einzelnen Fraktionen zu entnehmen.



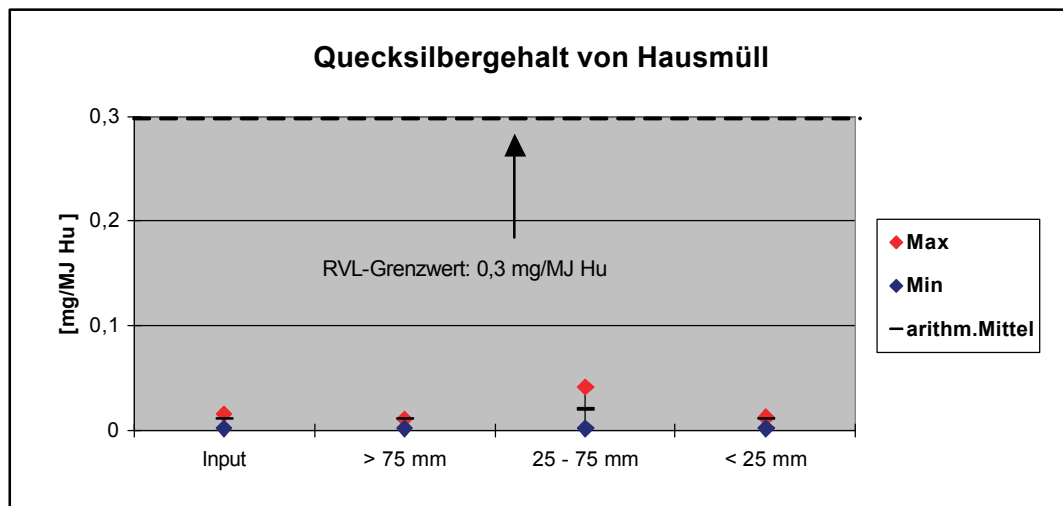
**Abbildung 5.43: Durchschnittliche Schwefelgehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll**

Bei den Schwefelgehalten zeigt sich eine Anreicherung in den kleinen Fraktionen. Der durchschnittliche S-Gehalt der Fraktion 25 –75 mm liegt bei 334 mg/MJ  $H_u$  und der Durchschnittswert der Fraktion < 25 mm überschreitet mit 989 mg/MJ  $H_u$  den RVL-Grenzwert um ein Vielfaches. Im Rahmen der Analysen im Halbenrain-Projekt ergab sich ein Mittelwert von 734 mg/MJ  $H_u$ .

### 5.4.2.6 Quecksilber (Hg)

Die Quecksilberanalyse stellt, wie schon bei den Gewerbeabfällen, ein Problem dar. Aufgrund der Meßmethodik liegen die Hg-Gehalte von 7 der insgesamt 8 Proben unter der Bestimmungsgrenze. Es soll darauf hingewiesen werden, daß es sich dabei um zensurierte Daten handelt, die grundsätzlich mit einer speziellen statistischen Methode zu bearbeiten sind. Im vorliegenden Fall wurde darauf verzichtet, da die jeweiligen Erfassungsgrenzen deutlich unterhalb des RVL-Grenzwertes von 0,3 mg/MJ  $H_u$  liegen. In der Folge werden die angegebenen Erfassungsgrenzen als Analysewerte betrachtet ( $< 0,23 \text{ mg/MJ } H_u = 0,23 \text{ mg/MJ } H_u$ ).

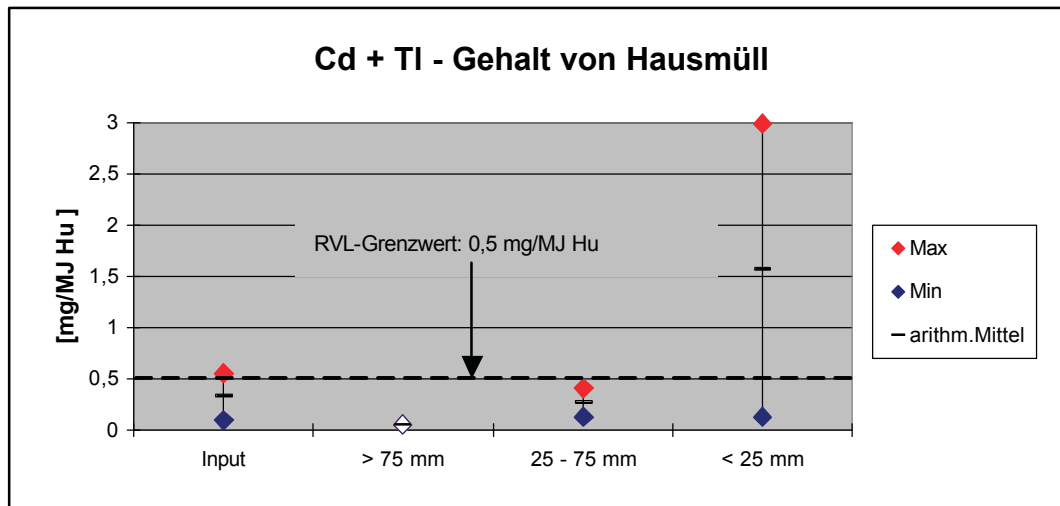
Abbildung 5.44 zeigt die durchschnittlichen Hg-Gehalte und die Schwankungsbreiten von Hausmüll. Die Gehalte liegen im Bereich von 0,001 und 0,041 mg/MJ  $H_u$  und damit deutlich unter dem RVL-Grenzwert.



**Abbildung 5.44:** Durchschnittliche Quecksilbergehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll

### 5.4.2.7 Cadmium (Cd) und Thallium (Tl)

Für die Schwermetalle Cd und Tl wurde in den Eingangsanforderungen der RVL ein Summenparameter von 0,5 mg/MJ  $H_u$  festgelegt. Abbildung 5.45 zeigt die durchschnittlichen Summengehalte und die Schwankungsbreiten von Hausmüll.

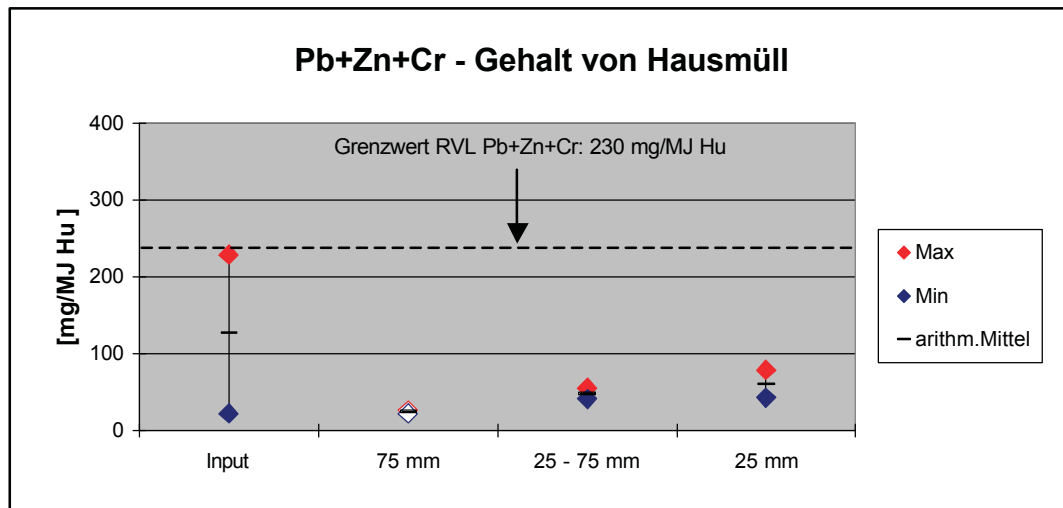


**Abbildung 5.45: Durchschnittliche Cd+TI - Gehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll**

Der Summengehalt einer Probe der Fraktion < 25 mm beträgt 2,99 mg/MJ  $H_u$ . Ausschlaggebend für diesen extrem hohen Wert ist hier jener Anteil der vom Cadmium herrührt und bei 2,94 mg/MJ  $H_u$  liegt im Vergleich zum Thallium-Gehalt von 0,043 mg/MJ  $H_u$ . Bedingt durch diesen Extremwert liegt der Durchschnittswert für die Fraktion < 25 mm bei 1,5 mg/MJ  $H_u$ . Die Analyseergebnisse für die beiden Proben der Fraktion > 75 mm ergeben einen fast identen Wert ( 0,046 und 0,050 mg/MJ  $H_u$ ) und liegen weit unter den RVL-Grenzwert. Der durchschnittliche Summengehalt der Inputfraktion liegt mit 0,3 mg/MJ  $H_u$  ebenfalls unter dem Grenzwert, ebenso liegt der Durchschnittswert der Fraktion 25 – 75 mm darunter.

### 5.4.2.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr)

Die Eingangsanforderungen der RVL legen für die Summe der Schadstoffgehalte von den Elementen Blei, Zink und Chrom einen Grenzwert von 230 mg/MJ  $H_u$  fest. Abbildung 5.46 zeigt die durchschnittlichen Pb+Zn+Cr-Gehalte und die Schwankungsbreiten der einzelnen Fraktionen.

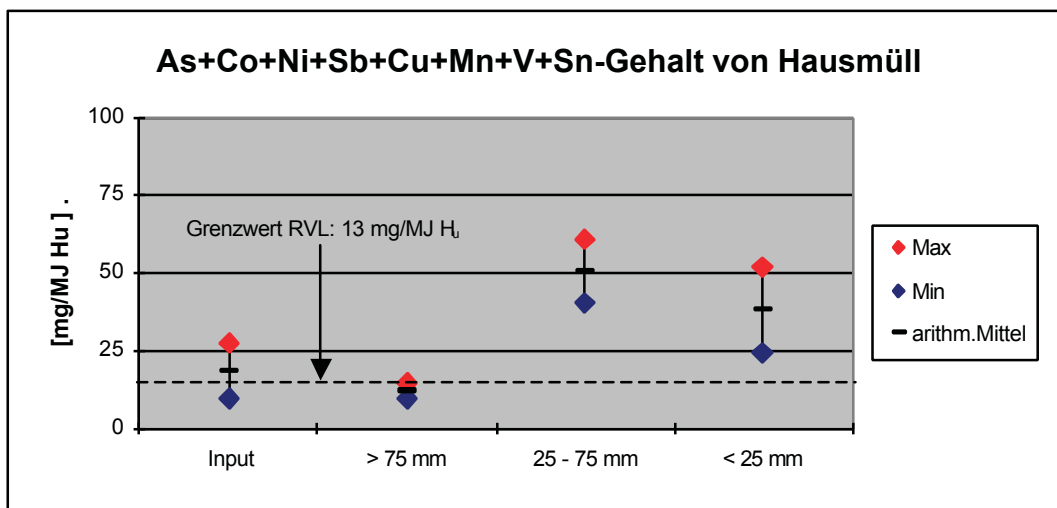


**Abbildung 5.46: Durchschnittliche Pb+Zn+Cr - Gehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll**

Die Probe mit dem höchsten Summengehalt gehört der Inputfraktion an. Der Wert liegt bei 229 mg/MJ  $H_u$  und resultiert aus dem Anteil des Zinks, der bei 181 mg/MJ  $H_u$  liegt. Die Analyseergebnisse der Fraktion > 75 mm sind, ebenso wie bei der Auswertung der Schadstoffe Cd und Tl, nahezu ident ( 23 und 27 mg/MJ  $H_u$ ). Die Schwankungsbreiten der Fraktion 25 – 75 mm und der Fraktion < 25 mm sind im vorliegenden Fall gering und die durchschnittlichen Summengehalte liegt bei 48 mg/MJ  $H_u$  bzw. bei 60 mg/MJ  $H_u$ . Die Durchschnittswerte aller Fraktionen liegen unter dem RVL-Grenzwert von 230 mg/MJ  $H_u$ .

#### 5.4.2.9 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon ( Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn)

Für die Auswertung der Element As, Co, Ni, Sb, Cu, Mn, V und Sn wurden die einzelnen Analyseergebnisse zu einem Summengehalt addiert, für den der Grenzwert der RVL bei 13 mg/MJ  $H_u$  liegt. Nur die Proben der Fraktion > 75 mm entsprechen dem RVL-Grenzwert. Abbildung 5.47 zeigt die Durchschnittsgehalte und die Schwankungsbreiten der einzelnen Fraktionen.



**Abbildung 5.47: Durchschnittliche Summengehalte der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn - Gehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll**

Eine Anreicherung der betrachteten Schadstoffe in der Fraktionen 25 – 75 mm zeigt sich deutlich. In beiden Proben dieser Fraktion wurden hohe Gehalte von Mangan und Kupfer nachgewiesen, während die anderen Parameter in durchschnittlichen Gehalten auftreten. Tabelle 5.10 zeigt die detaillierte Darstellung der Analyseergebnisse der einzelnen Parameter.

**Tabelle 5.10: Detaillierte Darstellung der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn-Gehalte von Hausmüll**

Probenbezeichnung		As	Co	Ni	Sb	Cu	Mn	V	Sn	Summe
<b>Datum</b>	<b>Fraktion</b>	<b>[mg/MJ H<sub>u</sub>]</b>								
01.09.99	Input	0,05	0,31	2,00	0,15	1,68	4,65	0,33	0,59	<b>9,78</b>
	>75 mm	0,06	0,23	1,40	1,16	2,89	7,17	0,98	0,79	<b>14,68</b>
	25 – 75 mm	0,19	0,36	5,09	0,55	8,66	42,77	1,88	1,16	<b>60,67</b>
	< 25 mm	0,21	0,44	5,55	0,16	8,42	33,49	1,85	1,85	<b>51,97</b>
02.09.99	Input	0,03	0,22	0,89	0,50	2,99	22,2	0,29	0,63	<b>27,75</b>
	>75 mm	0,05	0,42	1,57	0,35	1,96	4,44	0,72	0,42	<b>9,92</b>
	25 – 75 mm	0,06	1,64	2,53	0,04	26,62	8,19	1,09	0,52	<b>40,69</b>
	< 25 mm	0,125	0,37	2,86	0,05	5,00	13,13	2,05	1,07	<b>24,66</b>
<b>Durchschnittsgehalte</b>										
	Input	0,04	0,27	1,45	0,33	2,34	13,42	0,31	0,61	<b>18,76</b>
	>75 mm	0,06	0,33	1,48	0,75	2,42	5,81	0,85	0,61	<b>12,30</b>
	25 – 75 mm	0,13	1,0	3,81	0,29	17,64	25,48	1,48	0,84	<b>50,68</b>
	< 25 mm	0,17	0,41	4,20	0,11	6,71	23,31	1,95	1,46	<b>38,32</b>

#### 5.4.2.10 Weitere verbrennungsrelevanten Parameter

Wie bei den Gewerbeabfällen wurden zusätzlich weitere verbrennungsrelevante Parameter untersucht.

Die Be- und Se-Gehalte der Proben liegen unter den Bestimmungsgrenzen, daher wurden jeweils diese Werte für die Darstellung in Tabelle 5.11 herangezogen.

**Tabelle 5.11: Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte von Hausmüll**

Probenbezeichnung		Al	Ba	Be	Ca	Fe	Mg	Se	Si
Datum	Fraktion	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]							
01.09.99	Input	565,1	5,2	0,03	2.431,9	303,6	126,1	0,06	1.291,5
	>75 mm	412,9	8,6	0,02	1.236,1	199,5	278,1	0,04	652,0
	25 – 75 mm	1.249,1	25,8	0,11	5.097,7	632,1	677,0	0,08	2.678,8
	< 25 mm	972,5	17,4	0,05	5.571,6	1.073,1	608,5	0,09	3.390,2
02.09.99	Input	685,3	13,1	0,02	967,1	102,3	78,7	0,12	577,2
	>75 mm	417,3	6,5	0,03	971,8	183,5	111,7	0,05	1.044,3
	25 – 75 mm	927,3	5,8	0,03	1.504,1	261,8	190,7	0,06	1.297,9
	< 25 mm	1.151,1	14,8	0,11	2.534,4	559,9	402,9	0,07	3.036,9
<b>Durchschnittsgehalte</b>									
	Input	625,2	9,6	0,03	1.699,5	202,9	102,4	0,09	934,3
	>75 mm	415,1	7,6	0,02	1.103,9	191,5	194,9	0,05	848,2
	25 – 75 mm	1.088,4	15,8	0,07	3.300,8	446,9	433,9	0,07	1.987,8
	< 25 mm	1.061,7	16,1	0,08	4.052,9	816,5	505,7	0,08	3.213,0

Der Aluminium-Gehalt der Fraktion > 75 mm liegt deutlich unter den Gehalten der anderen Produktfraktionen, wobei der Gehalt an Aluminium in der Fraktion 25 – 75 mm am höchsten ist. Bei den Parametern Beryllium, Calcium, Eisen, Magnesium und Silicium ist eine Anreicherung in der Fraktion < 25 mm zu erkennen.

### 5.4.3 Textilien (SNr.: 58107)

Es wurden nur an einem Tag Textilien (Altkleidern) beprobt und von den insgesamt 7 Proben wurden vier aufbereitet und analysiert. Um die Repräsentativität der geringen Probenanzahl zu erhöhen, werden die erzielten Ergebnisse zum Teil mit Daten eines vorausgegangenen Projektes („Halbenrain-Projekt“) verglichen.

Die Splittinganlage in Redlham ist für die Zerkleinerung und die Klassierung dieser Abfälle nur bedingt einsetzbar. Die Altkleider wurden kaum zerkleinert, so daß sich die Produktströme korngößenmäßig unwesentlich unterschieden. Etwa 90 % des Inputs wurden bei der Fraktion > 75 mm ausgetragen, der Rest verteilte sich auf die beiden anderen Fraktionen.

#### 5.4.3.1 Wassergehalt (WG)

Bedingt durch die trockene Lagerung weisen die Alttextilien einen niedrigen Wassergehalt auf. So liegen die WG der Inputfraktion, der Fraktion > 75 mm und der Fraktion 25 – 75 mm zwischen 4 und 7 M-%, während der WG der Fraktion < 25 mm mit 17 M-% deutlich darüber liegt. Das ist darauf zurückzuführen ist, daß durch die Textilien die speziell in den Austragsförderbändern dieser Fraktion zurück gebliebenen Materialreste vorangegangener Siebungen ausgetragen wurden. Der WG der Textilien im Halbenrain-Projekt liegt bei 20 M-%. Der deutlich höhere Wassergehalt ist dadurch zu erklären, daß diese Textilien aus „Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen“ aussortiert wurden und vom umgebenden Material bereits Feuchtigkeit aufgenommen hatten.

#### 5.4.3.2 Glühverlust (GV) und organischer Kohlenstoff (TOC)

Die GV der Inputfraktion, der Fraktion > 75 mm und der Fraktion 25 - 75 mm liegt etwa bei 97 M-%, während der GV der Fraktion < 25 mm mit 59 M-% deutlich darunter liegt. Im Vergleich zu den Durchschnittswerten des Gewerbeabfalls und des Hausmülls (68,2 M-%) liegen diese Werte relativ hoch. Im Halbenrain-Projekt konnte für die Textilfraktion ein GV von 84 M-% nachgewiesen werden. Die Differenz zwischen den GV bei 850 °C und 550 °C ist nur bei der Fraktion < 25 mm größer als 2 M-% und die folglich durchgeführte TOC-Bestimmung ergab einen Wert von 30,5 M-%.

#### 5.4.3.3 Heizwert

Ebenso wie beim Gewerbe- und Hausmüll wurde der untere Heizwert ( $H_u$ ) bezogen auf die Feuchtsubstanz bestimmt. Der  $H_u$  der Inputfraktion, sowie der Fraktionen > 75 mm und 25 – 75 mm liegen bei etwa 17 MJ/Kg. Während der  $H_u$  der Fraktion < 25 mm mit 8,5 MJ/kg darunter liegt. Dies läßt sich wiederum durch die Verschmutzung der kleinen Produktfraktion bei der Aufbereitung erklären.

#### 5.4.3.4 Chlor (Cl)

Der in den Eingangsanforderungen der RVL festgelegte Grenzwert für Cl liegt bei 380 mg/MJ  $H_u$ . Der Analysewert der Fraktion < 25 mm überschreitet den Grenzwert mit 810 mg/MJ  $H_u$  stark, während die Werte der anderen Fraktion darunter liegen. Der Cl-Gehalt der Textilfraktion im Halbenrain-Projekt liegt durchschnittlich bei 680 mg/MJ  $H_u$ , wobei in diesem Fall die Verschmutzung durch den umgebenden Restmüll beachtet werden muß.

#### 5.4.3.5 Schwefel (S)

Der RVL-Grenzwert für Schwefel liegt bei 355 mg/MJ  $H_u$ . Neuerlich ist festzustellen, daß der Gehalt in der Fraktion < 25 mm mit 443 mg/MJ  $H_u$  deutlich höher ist als in den anderen Fraktionen und den RVL-Grenzwert überschreitet.

#### 5.4.3.6 Quecksilber (Hg)

Auch bei der Analyse dieses Parameters ergab sich aus bereits erwähnten Gründen für die Fraktion < 25 mm der höchste Hg-Gehalt (0,048 mg/MJ  $H_u$ ), der aber dennoch unter dem Grenzwert liegt.

#### 5.4.3.7 Cadmium (Cd) und Thallium (Tl)

Für diese Schadstoffe wurde in den Eingangsanforderungen der RVL ein Grenzwert von 0,5 mg/MJ  $H_u$  festgelegt, der sich auf die Summe der beiden Cd- und Tl-Gehalte bezieht. Für alle Fraktionen der untersuchten Textilien konnte ein erheblich niedrigerer Cd+Tl-Gehalt nachgewiesen werden. Der Analysewert der Fraktion < 25 mm liegt mit 0,13 mg/MJ  $H_u$  wiederum am höchsten

#### 5.4.3.8 Blei (Pb), Zink (Zn) und Chrom (Cr)

Für diese Metalle wurde ein Summengehalt als RVL-Grenzwert herangezogen und mit 230 mg/MJ  $H_u$  festgelegt. Der Analysewert für die Fraktion < 25 mm liegt mit 501 mg/MJ  $H_u$  deutlich höher, die Gehalte der anderen Fraktionen liegen wesentlich darunter, im Bereich zwischen 10 und 64 mg/MJ  $H_u$ .



### 5.4.3.9 Arsen (As), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Antimon (Sb), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn)

Der RVL-Grenzwert für den Summengehalt dieser Schadstoffe wurde mit 13 mg/MJ H<sub>u</sub> festgelegt. Auch bei diesem Parameter ist wieder der Gehalt der Fraktion < 25 mm am höchsten. Der RVL-Grenzwert wird mit 306 mg/MJ H<sub>u</sub> erheblich überschritten. Vor allem der Cu-Gehalt liegt in dieser Fraktion auffällig hoch. Als Grund für die hohe Differenz zwischen den Fraktionen ist wiederum die Verunreinigung bei der Aufbereitung anzunehmen. Tabelle 5.12 zeigt eine detaillierte Darstellung der Analyseergebnisse der einzelnen Parameter.

**Tabelle 5.12: Detaillierte Darstellung der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn-Gehalte von Textilien**

Probenbezeichnung		As	Co	Ni	Sb	Cu	Mn	V	Sn	Summe
Datum	Fraktion	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]								
01.09.99	Input	0,03	0,07	0,15	1,93	3,75	1,33	0,03	0,15	<b>7,44</b>
	75 mm	0,03	0,13	0,21	1,32	3,68	0,82	0,06	0,13	<b>6,38</b>
	25 – 75 mm	0,03	0,13	0,40	1,59	4,59	0,68	0,12	0,20	<b>7,74</b>
	25 mm	0,18	0,68	22,38	10,81	219,69	41,0	5,02	5,98	<b>306,74</b>

### 5.4.3.10 Weitere verbrennungsrelevanten Parameter

Wie bei Gewerbe- und Hausmüll wurden auch bei der Textilfraktion die Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte analysiert. In Tabelle 5.13 werden die Ergebnisse dargestellt.

**Tabelle 5.13: Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte von Textilien**

Probenbezeichnung		Al	Ba	Be	Ca	Fe	Mg	Se	Si
Datum	Fraktion	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]							
01.09.99	Input	28,9	0,4	0,02	136,1	38,1	33,46	0,02	165,6
	75 mm	25,3	1,4	0,02	169,9	38,5	11,42	0,2	109,9
	25 – 75 mm	31,7	1,8	0,02	287,1	19,9	19,1	0,05	170,1
	25 mm	722,5	23,4	0,04	3.113	1.313	616,1	0,03	2.991

#### 5.4.4 Zusammenfassung der chemischen Auswertung

Um die Fülle der Analyseergebnisse übersichtlich vergleichbar darzustellen, werden in Tabelle 5.14 alle Durchschnittsgehalte der verschiedenen verbrennungsrelevanten Parameter von Gewerbe- und Hausmüll sowie der Textilien einander gegenüber gestellt, wobei für jene Elemente die heizwertbezogen beurteilt wurden jeweils der untere Heizwert der Feuchtschubstanz herangezogen wurde. Im Anhang 9.2 – 9.4 findet sich eine detaillierte Darstellung der Analyseergebnisse aller Anlieferungen getrennt nach Schlüsselnummern. Im Folgenden werden die Ergebnisse der untersuchten Parameter diskutiert.

- Die Wassergehalte liegen zwischen 5 und 45 M-%, wobei der Hausmüll die höchste Feuchte aufweist und die Textilien aufgrund der Lagebedingungen in einen relativ trockenen Zustand sind.
- Es wurden von allen Proben der Glühverlust bei 550 und bei 850 °C bestimmt. Die durchschnittlichen Glühverlust bei 550 °C betragen zwischen 46 und 98 M-%, wobei die Werte der Textilfraktion am höchsten liegen. Die Differenz zwischen den GV bei 850 und 550 °C betragen durchschnittlich zwischen 0,2 und 4,8 M-%, wobei sich die Glühverluste der Textilfraktion am wenigsten unterscheiden. Die Glühverlustdifferenz gibt Auskunft über den Anteil von organischen Kohlenstoff (TOC). Bei Proben, die einen Unterschied zwischen den beiden Analysewerten von < 2 M-% aufweisen, kann angenommen werden, daß der vorhandene Kohlenstoff anorganischer Natur ist. Es wurde daher die TOC-Bestimmung nur für Proben durchgeführt, die eine Glühverlustdifferenz von > 2 M-% aufweisen. In Folge dieser Übereinkunft wurde die TOC-Analyse für insgesamt 29 der 60 Proben durchgeführt und TOC-Werte zwischen 1 und 55 M-% bestimmt.
- Bei Betrachtung der Heizwerte zeigt sich, daß der für Wirbelschichtanlagen günstige Bereich zwischen 6,5 und 30 MJ/kg von fast allen untersuchten Proben eingehalten wird. Nur zwei Proben der Fraktion < 25 mm liegen bei 4,5 und 4,7 MJ/kg.
- Der RVL-Grenzwert für Chlor wird lediglich von 31 der 60 Proben (etwa 52 %) eingehalten, wobei eine Anreicherung von Cl in der Fraktion > 75 mm festzustellen ist. Der Cl-Gehalte der Anlieferungen von der Fa. Ulbricht sind auffällig niedrig. Es handelt sich dabei um Produktionsabfälle aus Kunststoff.
- Der RVL-Grenzwert für Schwefel wird von etwa 66 % der Proben eingehalten. Meist sind es die Proben der Fraktionen 25 –75 mm und < 25 mm die darüber liegen, damit verhält sich S umgekehrt wie Cl.
- Der vorgegebene Grenzwert für Quecksilber wird nur von einer Probe überschritten. Diese Probe stammt aus einer Anlieferung der Fa. Esthofer und wurde der Inputfraktion entnommen. Die Hg-Gehalte der anderen Proben liegen im Bereich von einem Zehntel bis einem Hundertstel des Grenzwertes.

- Die Cadmium-Thallium-Summengehalte der Textilfraktionen liegen alle unter dem RVL-Grenzwert, während zwei Hausmüllproben den Wert überschreiten. Es handelt sich dabei jeweils um eine Inputprobe und um eine Probe der Fraktion < 25 mm. Von den Gewerbemüllanlieferungen liegen 11 Proben über dem Grenzwert, wobei eine Anreicherung von Cd und Tl in der Fraktion < 25 mm festzustellen ist.
- Der Blei-Zink-Chrom-Grenzwert der RVL wird nur von 7 der Gewerbemüllproben überschritten. Bei den Textilanlieferungen liegt nur jeweils eine Probe über diesem Grenzwert, während alle Proben der Hausmüllanlieferungen dem Eingangsparemeter entsprechen. Allgemein konnte bei diesen Schadstoffen keine Anreicherung in der Fraktion < 25 mm festgestellt werden.
- Der Summenparameter der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V und Sn-Gehalte liegt bei 38 Gewerbemüllproben zum Teil um ein zehn- bis hundertfaches über dem RVL-Grenzwert, wobei meist die Proben der Fraktion < 25 mm am höchsten belastet sind. Auch die Summengehalte der Hausmüllproben sind überhöht. Im Unterschied dazu entsprechen 3 der 4 Textilproben den Anforderungen, lediglich die Probe der Fraktion < 25 mm übersteigt den Grenzwert.
- Die Beryllium- und Selen-Gehalte liegen fast alle unter der Bestimmungsgrenze. Bei den Aluminium-Gehalten ist meist die Fraktion > 75 mm am geringsten belastet, während der durchschnittliche Barium-Gehalt der Gewerbemüllproben bei der Fraktion 25 – 75 mm am niedrigsten ist. Bei den Calcium-, Eisen, Magnesium- und Silicium-Gehalten lässt sich eine Anreicherung in der Fraktion < 25 mm erkennen.

Betrachtet man die Anlieferungen der einzelnen Firmen bezüglich ihrer Schadstoffpotentiale, so entspricht der Gewerbeabfall der Fa. Ulbricht, abgesehen von der relativ hohen Belastung durch As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn am besten den RVL-Grenzwerten. Ebenso sind die Anlieferungen der Fa. Esthofer und Rethmann relativ gering belastet. Von der Fa. AVE Bad Ischl wurden zwei Anlieferungen untersucht. Die unterschiedlichen Ergebnisse zeigen die Problematik der Inhomogenität der Abfälle, deutlich auf.

Tabelle 5.14: Vergleich der Durchschnittswerte von Gewerbeabfällen, Hausmüll und Textilien

Parameter	Grenzwert	Gewerbeabfall				Hausmüll				Textil			
		Input	>75 mm	25–75 mm	< 25 mm	Input	>75 mm	25–75mm	<25 mm	Input	>75 mm	25-75mm	<25mm
Wassergehalt [M-%]		18,5	11,0	16,6	14,0	33,4	34,8	35,8	13,5	4,8	5,2	7,1	17,3
Glühverlust 550 °C		81,6	83,1	68,3	46,3	78,8	76,9	57,4	59,4	98,2	97,6	96,2	59,2
Delta GV <sup>1)</sup>		1,7	2,6	2,6	4,8	1,8	0,4	2,1	1,6	0,2	0,02	0,4	2,2
Heizwert [MJ/kg]	6,5-30	17,0	18,6	13,5	9,1	11,4	11,8	9,9	9,0	17,2	17,3	16,4	8,6
Chlor [mg/MJ H <sub>u</sub> ]	380	398,5	1.059	395,4	340,3	596,2	326,7	267,6	387,4	242,9	153,8	243,8	810,5
Schwefel [mg/MJ H <sub>u</sub> ]	355	187,8	126,4	355,7	858,7	132,4	192,9	334,8	989,4	138,0	82,4	90,7	443,8
Quecksilber [mg/MJ H <sub>u</sub> ]	0,3	0,13	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,02	0,01	0,008	0,008	0,006	0,048
Cd+Tl [mg/MJ H <sub>u</sub> ]	0,5	0,16	0,35	0,31	0,75	0,32	0,05	0,27	1,56	0,034	0,024	0,025	0,13
Pb+Zn+Cr [mg/MJ H <sub>u</sub> ]	230	50,55	74,02	166,5	376,4	126,6	25,52	48,86	60,58	28,13	9,67	63,68	501,6
As+Co+Ni+Sb+Cu+Mn+V+Sn [mg/MJ H <sub>u</sub> ]	13	113,7	138,7	174,9	1.193,8	18,8	12,3	50,7	38,3	7,4	6,4	7,7	306,7
Aluminium [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		540,2	373,3	758,7	1.758	625,2	415,1	1.088	1.061	28,9	25,3	31,7	722,5
Barium [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		23,6	134,8	51,5	170,1	9,6	7,6	15,8	16,1	0,4	1,43	1,81	23,4
Beryllium [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		0,02	0,02	0,03	0,07	0,03	0,02	0,07	0,08	0,02	0,02	0,02	0,04
Calcium [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		1.759	1.343	2.491	6.602	1.699	1.104	3.301	4.053	136,1	169,9	287,1	3.113
Eisen [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		263,1	342,1	665,2	7.786	202,9	191,5	446,9	816,5	38,1	38,5	19,9	1.314
Magnesium [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		251,5	164,1	462,2	1.351	102,4	194,9	433,8	505,7	33,4	11,4	19,1	616,1
Selen [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		0,04	0,12	0,24	1,58	0,09	0,05	0,07	0,08	0,02	0,02	0,05	0,03
Silicium [mg/MJ H <sub>u</sub> ]		864,0	628,0	1.835	4.092	934,4	848,2	1.988	3.213	165,6	109,85	170,1	2.991

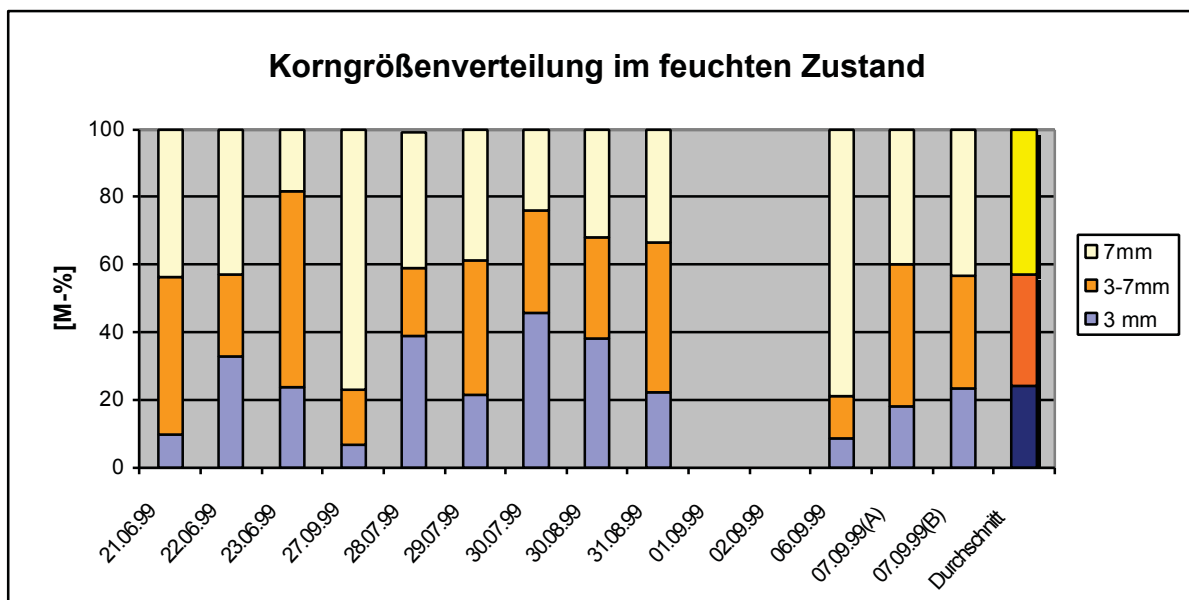
1) Differenz zwischen Glühverlust 850 und 550°C



## 6 Korngrößenanalyse

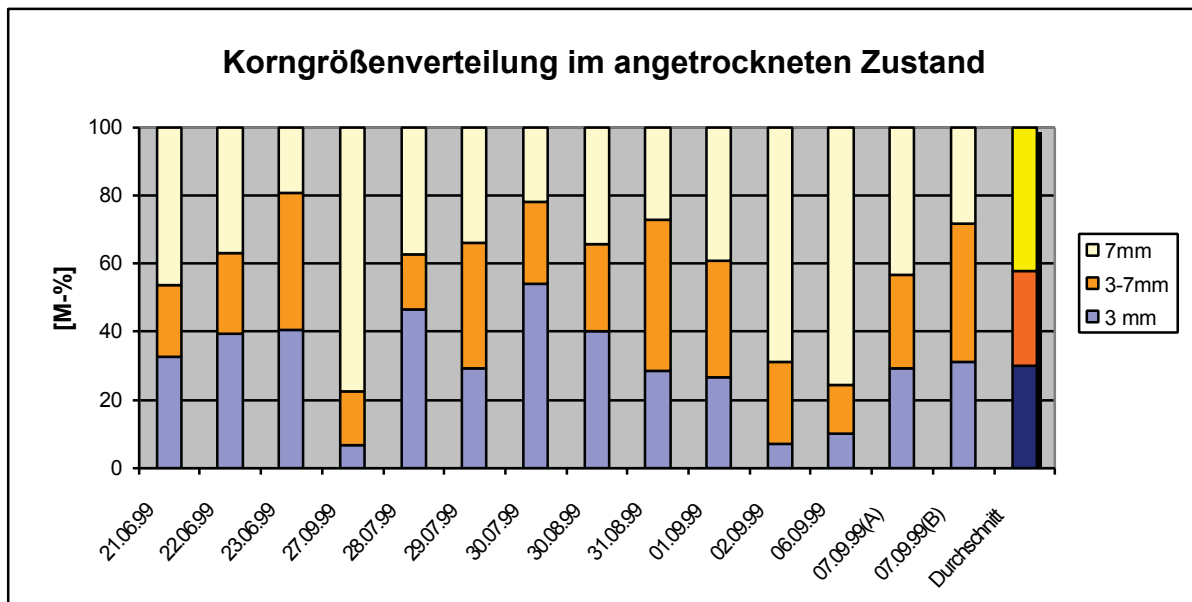
Von der Fraktion < 25 mm wurden an allen Probenahmetagen je eine Probe für die chemische Analyse und eine Probe für die Korngrößenanalyse gezogen. Ziel einer Korngrößenbestimmung ist es, Anreicherungen von Schadstoffgehalten, insbesondere Schwermetallgehalte, in der Fraktion der Siebreste festzustellen. Allgemein werden deshalb dafür Proben der Fraktion < 25 mm im feuchten und vorgetrockneten Zustand (WG < 15 %) mit den entsprechenden Analysesieben abgeseibt und anschließend auf die Parameter unterer Heizwert, Chlor, Quecksilber und Chrom analysiert. Im feuchten Zustand haften die Feianteile größtenteils an den Grobteilen, wohingegen es im vorgetrockneten Zustand zu einer deutlich bessere Schadstoffentfrachtung kommt.

Von Seiten des IED wurden für die Absiebung die Maschenweiten 2, 4, 6, 11 und 16 mm vorgeschlagen, um 6 Teilfraktionen für die chemischen Analyse herzustellen. Aufgrund technischer Gegebenheiten wurde vom Umweltanalytiklabor der Lenzing AG die Absiebung bei 3 und 7 mm durchgeführt, womit also eine Teilung in 3 Fraktionen erreicht wurde. Da die Zerkleinerung der Textilien in der Splittinganlage nicht einwandfrei durchführbar war, konnte von dieser Anlieferung (03.09.99) keine Probe für die Korngrößenanalyse genommen werden. Es finden sich daher in Abbildung 6.1 von 14 Proben die Verhältnisse zwischen den Siebfraktionen < 3 mm, 3 – 7 mm und > 7 mm im feuchten Zustand dargestellt. Beide Hausmüllproben vom 01.09.99 und 02.09.99 konnten aufgrund der zu hohen Feuchtigkeit nicht gesiebt werden, da es dabei zum Verkleben der Siebmaschen kam.



**Abbildung 6.1: Korngrößenverteilung der Fraktion < 25 mm von Gewerbe- und Hausmüll im feuchten Zustand**

In Abbildung 6.2 werden die Korngrößenverteilungen von Gewerbemüll und Hausmüll im angetrockneten Zustand dargestellt.



**Abbildung 6.2: Korngrößenverteilung der Fraktion <25 mm von Gewerbe- und Hausmüll im angetrockneten Zustand (WG 15%)**

Es zeigt sich eine Zunahme der Korngröße < 3 mm in angetrockneten Zustand um durchschnittlich 6 M-% bei gleichzeitiger Abnahme der Fraktion 3 - 7 mm um etwa 6 M-%. Der Anteil der Fraktion > 7 mm bleibt durch die Trocknung nahezu unverändert.

Aufgrund eines Mißverständnisses wurden die durch Siebung getrennten Fraktionen keiner chemischen Analyse unterzogen, die Schlüsse auf eine etwaige Schadstoffanreicherung in den Feinanteilen zulassen würde.

## 7 Zusammenfassung

Da aufgrund der geltenden Gesetzeslage die Ablagerung von unbehandelten Abfällen ab dem Jahr 2004 nicht mehr zulässig ist, stellt sich die Anpassung der Entsorgungs- und Verwertungsgegebenheiten als Notwendigkeit dar. Die Möglichkeiten der Abfallbehandlung vor der Deponierung umfassen u.a. mechanische und/oder biologische sowie thermische Verfahrensschritte. In der vorliegenden Arbeit wurde eine Kombination dieser Optionen, nämlich die des Restabfallsplittings an Hand der Splittinganlage der Fa. AVE in Redlham (OÖ) detailliert untersucht. Das Prinzip des Abfallsplittings besteht in der Auftrennung von Abfällen in eine thermisch verwertbare und in eine deponierbare Fraktion. Hauptaugenmerk wurde dabei in Hinblick auf den Einsatz des Materials in der Wirbelschichtanlage der RVL Lenzing auf die stofflichen und chemischen Eigenschaften der zu verwertenden Stoffströme gelegt. Von Seiten der Behörde wurden für den Versuchsbetrieb in der RVL-Anlage Anforderungen an das Eingangsmaterial bezüglich der Schadstoffpotentiale festgelegt, mit denen die Ergebnisse der untersuchten Abfallanlieferungen verglichen wurden.

Es wurden während der Sommermonate 1999 insgesamt 12 Gewerbemüll- und zwei Hausmüllanlieferungen sowie eine reine Textilanlieferung ausgewählt, und von diesen wurde jeweils das Eingangsmaterial und die drei in der Splittinganlage produzierten Fraktionen  $> 75$  mm,  $25 - 75$  mm und  $< 25$  mm beprobt. Zusätzlich dazu erfolgt die Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung der Siebüberlauffraktion ( $> 75$  mm) mittels Handsortierung. Dabei wurde besonders auf die beinhalteten Inertstoffe wie Mineralien, Metalle oder Glas geachtet, da diese in der Wirbelschichtanlage evtl. zu Problemen bei der Beschickung und zu Beschädigungen der Ausmauerung führen können.

Die Aufbereitung und die Analyse der gewonnenen Müllproben wurde vom Umweltanalytiklabor der Lenzing AG durchgeführt. Die Methodik der Aufbereitung unterschied sich insofern von der üblichen Handhabung am IED, als die Zerkleinerung in einem einzigen Schritt mittels Schneidemühle (Sieblochung 1 mm) erfolgt, während am IED eine zweistufige Zerkleinerung auf 0,5 mm inkl. Aussortierung der Störstoffe erfolgt.

Als Analyseparameter wurden der Wassergehalt (WG), der Glühverlust (GV) bei 550 und 850 °C, der unterer Heizwert ( $H_u$ ) und die Schadstoffpotentiale unter Berücksichtigung einerseits der RVL-Eingangsanforderungen und andererseits der ÖNORM S2110 und der Verordnung über die Verbrennung von gefährlichen Abfällen herangezogen.

Als Ergebnis der Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung kann festgehalten werden, daß der Inerstoffanteil von Gewerbemüll bei durchschnittlich 6,4 M-% und der von Hausmüll bei durchschnittlich 5,9 M-% liegen. Weiters zeigt sich, daß aufgrund der Verschiedenartigkeit der Gewerbemüllanlieferungen von Produktionsabfällen (etwa der Kunststoffindustrie) bis zu Mischungen von mehreren kleinen Gewerbebetrieben die Anteile der einzelnen Stofffraktionen stark schwanken. So liegt der Anteil der Kunststoffe beispielsweise zwischen 16 und 80 M-%, der Anteil von Papier/Pappe zwischen 6 und

42 M-%, der Anteil der Materialverbunde zwischen 7 und 44 M-% oder der Anteil an Holz/Gummi/Leder zwischen 3 und 31 M-%.

Die Ergebnisse der chemisch physikalische Analysen der Proben zeichnen ein ähnliches Bild. Für alle Anlieferungen gemeinsam kann festgehalten werden, daß die Heizwerte im für Wirbeschichtanlagen günstigen Bereich von 6,5 – 30 MJ/kg liegen, wobei die höchsten Heizwerte bei etwa 20 MJ/kg Abfall liegen. Lediglich von zwei Proben der Fraktion < 25 mm liegen die Heizwerte unter den geforderten Wert von 6,5 MJ/kg. Der durchschnittliche Wassergehalt der Hausmüllanlieferungen liegt höher als der WG des Gewerbemülls und der Textilien. Die durchschnittlichen Glühverluste bei 550 °C liegen bei den Gewerbeabfällen etwa zwischen 46 und 83 M-%, im Vergleich dazu beim Hausmüll zwischen 57 und 78 M-% und bei der Textilfraktion mit 59 – 98 M-% am höchsten. Interessant ist der Unterschied zwischen den Glühverlusten bei 850 und 550 °C. Diese unterschieden sich bei den Textilien am wenigsten, die höchste Differenz ( 9 M-%) konnte bei einer Probe der Fraktion < 25 mm einer Gewerbemüllanlieferung nachgewiesen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Cl-Gehalte der untersuchten Anlieferungen großteils über den für den Versuchsbetrieb der Wirbelschichtanlage Lenzing festgelegten Grenzwerten liegen. Zwei der Gewerbemüllanlieferungen entsprechen den Anforderungen hinsichtlich der Cl-Belastung. Bezüglich der Belastung durch Schwefel liegen 10 der 15 Anlieferungen unter den Anforderungen, wenn nur die eigentlich für die thermische Verwertung herangezogenen Fraktionen > 75 mm und 25 – 75 mm betrachtet werden. Die Hg-Gehalte liegen mit einer Ausnahme alle deutlich unter dem Grenzwert (diese Probe wurde der Inputfraktion entnommen). Von 11 Anlieferungen entsprechen die Cd+Ti-Gehalte der Fraktionen > 75 mm und 25 – 75 mm den Anforderungen. Die Belastung durch Pb, Zn und Cr ist lediglich bei einer Anlieferungen höher als es der RVL-Grenzwert vorschreibt, wenn nur die thermischen zu verwertenden Fraktionen betrachtet werden. Im Unterschied dazu ist die Belastung durch As, Co, Ni, Sb, Cu, Mn, V und Sn doch erheblich. Nur die Textilfraktion entspricht der Anforderung in Bezug auf die Schadstoffgehalte.

Die Gewerbemüllsplittingsanlage in Redlham zeigt sich, infolge der an den 15 Probenahmetage gewonnenen Eindrücke, nur bedingt für die Aufbereitung von Abfällen geeignet. Besonders die Inhomogenität der Anlieferungen bezüglich stofflicher Zusammensetzung und Stückigkeit schafft teilweise erhebliche Probleme beim Durchsatz. Es kommt zu Ballenbildung im Bereich des Einwellenzerkleinerers und des Trommelsiebes, was nur durch Abschaltung der Anlage und manuelle Entfernung der „Störstoffe“ behoben werden kann. Die Anlage wurde durch Adaptierung einer bestehenden Anlage ausgebaut, wodurch es teilweise zu den Einschränkungen bezüglich Platzangebot und Bestückung mit Aufbereitungs- und Fördereinheiten gekommen ist.

Die Fraktion < 25 mm wird in Hinblick auf rechtlichen Bedingungen ab den Jahr 2004 nicht mehr direkt deponierbar sein, sondern wird entsprechend diesen Rahmenbedingungen einer Behandlung zuzuführen sein.



## 8 Verzeichnisse

### 8.1 Literaturverzeichnis

- [1] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT: Abfallwirtschaftsgesetz, BGBl. Nr. 325/1990, Wien 190
- [2] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT: OÖ. Abfallwirtschaftsgesetz LGBl 1997/86, 1997
- [3] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT Verordnung des Bundesministeriums für Umwelt über die Ablagerung von Abfällen (Deponieverordnung), BGBl. 164/1996, Wien 1996
- [4] GRECH, H.: Mitverbrennung von heizwertreichen Abfallfraktionen in industriellen Feuerungsanlagen – Rechtliche Rahmenbedingungen, Leoben 1999
- [5] RAGOSSNIG, A., NELLES, M., TESCH, H., HOFER, M., LORBER, K.E., GRECH, H., TASSER, Ch.: Restabfallsplitting bzw. mechanisch-biologische Restabfallbehandlung vor der Verbrennung, Leoben 1999
- [6] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT: Bundesabfallwirtschaftsplan, Wien, 1998
- [7] RESTSTOFFVERWERTUNG LENZING GMBH: Projektinformation, Lenzing, 1994
- [8] BEZIRKSHAUPTMANNSCHAFT VÖCKLABRUCK: Gewerberechtliche Genehmigung, Vöcklabruck, 1986
- [9] KRÖPFEL GMBH: Technischer Bericht, Attnang-Puchheim, Februar 1998
- [10] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM S2100 Abfallkatalog, Wien, 1997
- [11] UERKVITZ, R.: Prozeßniveau im Grenzbereich, München, 1999
- [12] TESCH, H.: Charakterisierung von Gewerbe- und Industrieabfällen, Leoben, 1998
- [13] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM S2110 Analytische Beurteilung von Abfällen, Wien, 1991
- [14] Faxinformation Dr. Wiedemann ( Mai 2000)

## 8.2 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1.1: Schematische Darstellung grundlegender Varianten der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung
- Abbildung 2.1: Entwicklung der AISAG-Beiträge
- Abbildung 3.1: Thermische Verwertung in der österreichischen Industrie nach Branchen
- Abbildung 4.1: Wirbelschichtverbrennungsanlage der RVL-Lenzing
- Abbildung 4.2: Verfahrensdiagramm der Splittinganlage in Redlham
- Abbildung 5.1: Durchschnittliche Zusammensetzung der sortierten Gewerbeabfälle bezogen auf die Feuchtmasse
- Abbildung 5.2: Zusammensetzung der Gewerbeabfälle von verschiedenen Anlieferungen bezogen auf die Feuchtmasse
- Abbildung 5.3: Durchschnittliche Abfallzusammensetzung der sortierten Hausmüllanlieferungen bezogen auf die Feuchtmasse
- Abbildung 5.4: Zusammensetzung der verschiedenen Hausmüllanlieferungen bezogen auf die Feuchtmasse
- Abbildung 5.5: Durchschnittliche Wassergehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.6: Durchschnittliche Glühverluste und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall bei 550 °C
- Abbildung 5.7: Durchschnittliche Heizwerte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.8.: Heizwert der Inputfraktion
- Abbildung 5.9: Heizwert der Fraktion > 75 mm
- Abbildung 5.10: Heizwert der Fraktion 25 - 75 mm
- Abbildung 5.11: Heizwert der Fraktion < 25 mm
- Abbildung 5.12: Durchschnittliche Chlorgehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.13: Chlorgehalt der Inputfraktion

- Abbildung 5.14: Chlorgehalt der Fraktion > 75mm
- Abbildung 5.15: Chlorgehalt der Fraktion 25 - 75 mm
- Abbildung 5.16: Chlorgehalt der Fraktion < 25 mm
- Abbildung 5.17: Durchschnittliche Chlorgehalte der verschiedenen Fraktionen mit/und ohne Extremwert der Fraktion > 75 mm
- Abbildung 5.18: Durchschnittliche Schwefelgehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.19: Schwefelgehalt der Inputfraktion
- Abbildung 5.20: Schwefelgehalt der Fraktion > 75mm
- Abbildung 5.21: Schwefelgehalt der Fraktion 25 - 75mm
- Abbildung 5.22: Schwefelgehalt der Fraktion < 25 mm
- Abbildung 5.23: Durchschnittliche Quecksilbergehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.24: Quecksilbergehalt der Inputfraktion
- Abbildung 5.25: Quecksilbergehalt der Fraktion > 75mm
- Abbildung 5.26: Quecksilbergehalt der Fraktion 25 - 75mm
- Abbildung 5.27: Quecksilbergehalt der Fraktion < 25 mm
- Abbildung 5.28: Durchschnittliche Cd+Tl - Gehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.29: Cd+Tl - Gehalt der Inputfraktion
- Abbildung 5.30: Cd+Tl - Gehalt der Fraktion > 75mm
- Abbildung 5.31: Cd+Tl - Gehalt der Fraktion 25 - 75mm
- Abbildung 5.32: Cd+Tl - Gehalt der Fraktion < 25 mm
- Abbildung 5.33: Durchschnittliche Pb+Zn+Cr - Gehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.34: Pb+Zn+Cr - Gehalt der Inputfraktion
- Abbildung 5.35: Pb+Zn+Cr - Gehalt der Fraktion > 75 mm

- Abbildung 5.36: Pb+Zn+Cr - Gehalt der Fraktion 25 – 75 mm
- Abbildung 5.37: Pb+Zn+Cr - Gehalt der Fraktion < 25 mm
- Abbildung 5.38: Durchschnittliche Summengehalte der As-,Co-,Ni-,Sb-,Cu-,Mn-,V- und Sn – Gehalte und Schwankungsbreiten von Gewerbeabfall
- Abbildung 5.39: Durchschnittliche Wasserhalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 5.40: Durchschnittliche Glühverluste und Schwankungsbreiten von Hausmüll bei 550 °C
- Abbildung 5.41: Durchschnittliche Heizwerte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 5.42: Durchschnittliche Chlorgehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 5.43: Durchschnittliche Schwefelgehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 5.44: Durchschnittliche Quecksilbergehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 5.45: Durchschnittliche Cd+Tl - Gehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 5.46: Durchschnittliche Pb+Zn+Cr – Gehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 5.47: Durchschnittliche Summengehalte der As-,Co-,Ni-,Sb-,Cu-,Mn-,V- und Sn – Gehalte und Schwankungsbreiten von Hausmüll
- Abbildung 6.1: Korngrößenverteilung der Fraktion < 25 mm von Gewerbe- und Hausmüll im feuchten Zustand
- Abbildung 6.2: Korngrößenverteilung der Fraktion < 25 mm von Gewerbe- und Hausmüll im angetrockneten Zustand (WG 15%)

### 8.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Grenzwerte für Schadstoffgesamtgehalte für Reststoff- und Massenabfalldeponien gemäß Anlage 1/ Tabelle 5 und 7 der Deponieverordnung
Tabelle 2.2:	Rechtliche Rahmenbedingungen für die (Mit-) Verbrennung in Österreich
Tabelle 3.1:	Thermische Behandlung und Verwertung in Österreich (Stand 1998)
Tabelle 5.1:	Zusammensetzung der sortierten Gewerbeabfallchargen bezogen auf die Feuchtmasse
Tabelle 5.2:	Zusammensetzung der sortierten Hausmüllchargen bezogen auf die Feuchtmasse
Tabelle 5.3:	Anforderungen an die Abfälle für die Verbrennung in der Anlage der RVL
Tabelle 5.4	TOC-Werte von Gewerbeabfall
Tabelle 5.5:	Detaillierte Darstellung der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn – Gehalte von Gewerbeabfall
Tabelle 5.6:	Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Inputfraktion
Tabelle 5.7:	Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Fraktion > 75 mm
Tabelle 5.8:	Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Fraktion 25 – 75 mm
Tabelle 5.9:	Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte der Fraktion < 25 mm
Tabelle 5.10	Detaillierte Darstellung der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn – Gehalte von Hausmüll
Tabelle 5.11:	Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte von Hausmüll
Tabelle 5.12:	Detaillierte Darstellung der As-, Co-, Ni-, Sb-, Cu-, Mn-, V- und Sn – Gehalte von Textilien
Tabelle 5.13:	Darstellung der Al-, Ba-, Be-, Ca-, Fe-, Mg-, Se- und Si-Gehalte von Textilien

Tabelle 5.14: Vergleich der Durchschnittswerte von Gewerbeabfällen, Hausmüll und Textilien

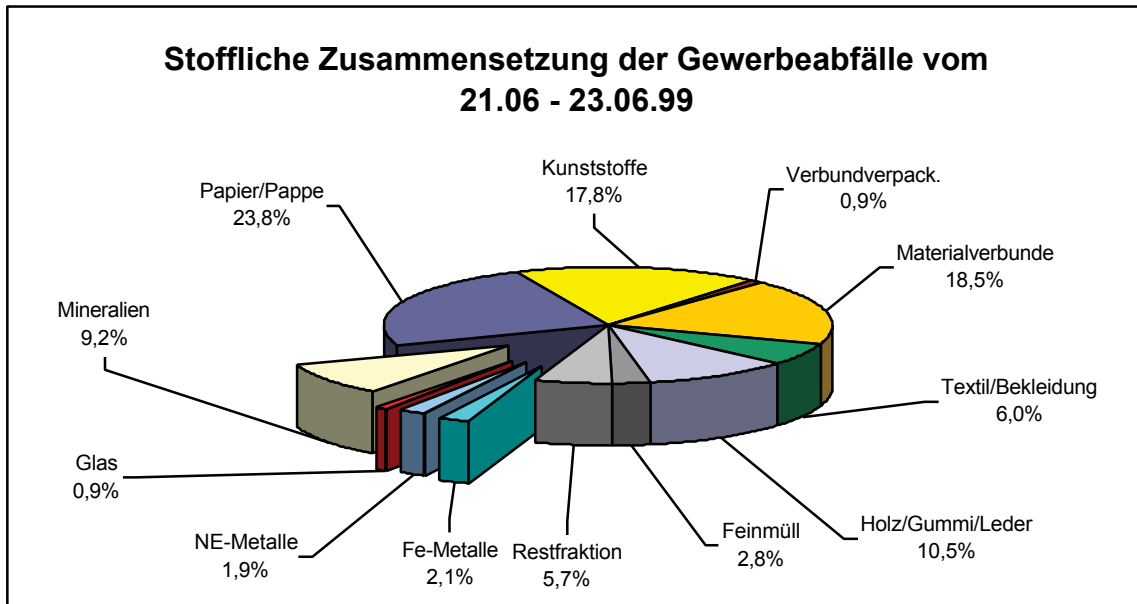
## 8.4 Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AISAG	Altlastensanierungsgesetz
arithm. Mittel	arithmetisches Mittel
As	Arsen
ATS	Österreichische Schilling
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
AVE	Abfall-Verwertung-Entsorgung-Ges.m.b.H.
BergG	Berggesetz
BGBI.	Bundesgesetzblatt
bzw.	beziehungsweise
Cd	Cadmium
Cl	Chlor
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
d.h.	das heißt
DVO	Deponieverordnung
Fa.	Firma
Fe-Metalle	Eisenmetalle
GewO	Gewerbeordnung
g/kg	Gramm pro Kilogramm
GV	Glühverlust
Hg	Quecksilber
Kap.	Kapitel
H <sub>u</sub>	unterer Heizwert
HW	Heizwert
IED	Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik
kg/m <sup>3</sup>	Kilogramm pro Kubikmeter
kJ/kg	Kilojoule pro Kilogramm
LRV-K	Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen
M-%	Masseprozent
mbar	Millibar

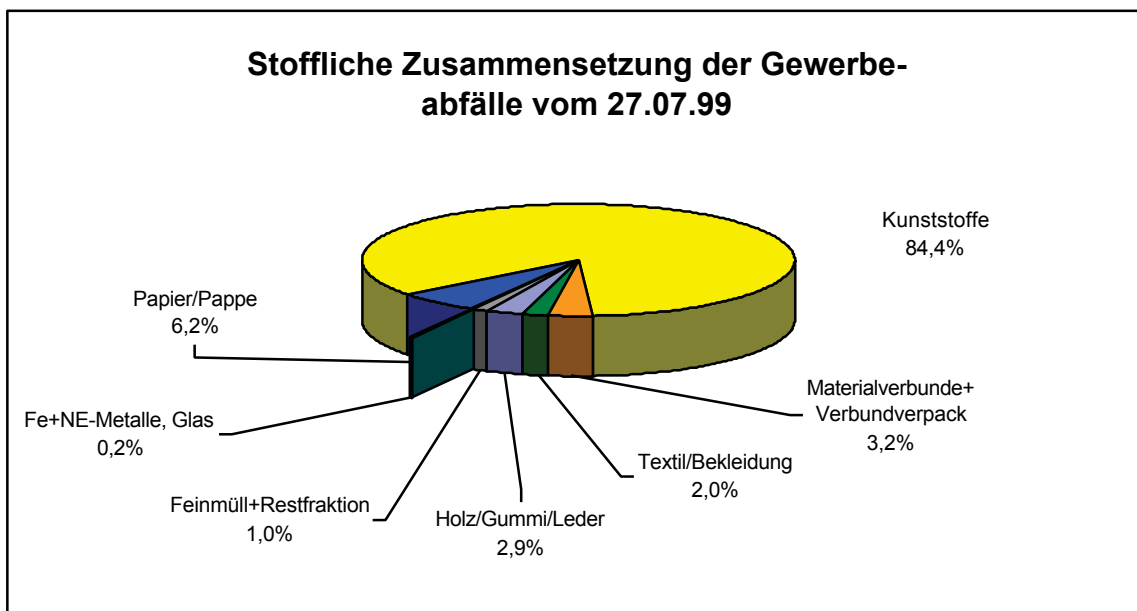
MBA	Mechanisch-biologische Abfallbehandlung
MBR (VD)	Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung vor der Deponierung
MB (RS)	Mechanisch-biologisches Restabfallsplitting
MBR (VV)	Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung vor der Verbrennung
Mg/a	Megagramm (entspricht Tonnen) pro Jahr
mg/m <sup>3</sup>	Milligramm pro Kubikmeter
mg/MJ TS	Milligramm pro Megajoule Trockensubstanz
mg/MJ H <sub>u</sub>	Milligramm pro Megajoule bezogen auf den unteren Heizwert
mm	Millimeter
Mn	Mangan
MVA	Müllverbrennungsanlage
NE-Metalle	Nichteisenmetalle
ng TE/NM <sup>3</sup>	Nanogramm Dioxinäquivalent pro Normkubikmeter
Ni	Nickel
OöAWG	Oberösterreichisches Abfallwirtschaftsgesetz
Pb	Blei
RVL Lenzing	Reststoffverwertung Lenzing GMBH
S	Schwefel
Sb	Antimon
Sn	Zinn
SNr.	Schlüsselnummer laut Abfallkatalog S2100
StörfallVO	Störfallverordnung
Tl	Thallium
TOC	total organic carbon ( gesamter organischer Kohlenstoff)
TS	Trockensubstanz
u.a.	unter anderem
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
V	Vanadium
WG	Wassergehalt
WRG	Wasserrechtsgesetz
ZemVO	Zementverordnung
Zn	Zink
z.T.	zum Teil

## 9 Anhang

### 9.1 Stoffliche Zusammensetzung der einzelnen Gewerbeabfallanlieferungen

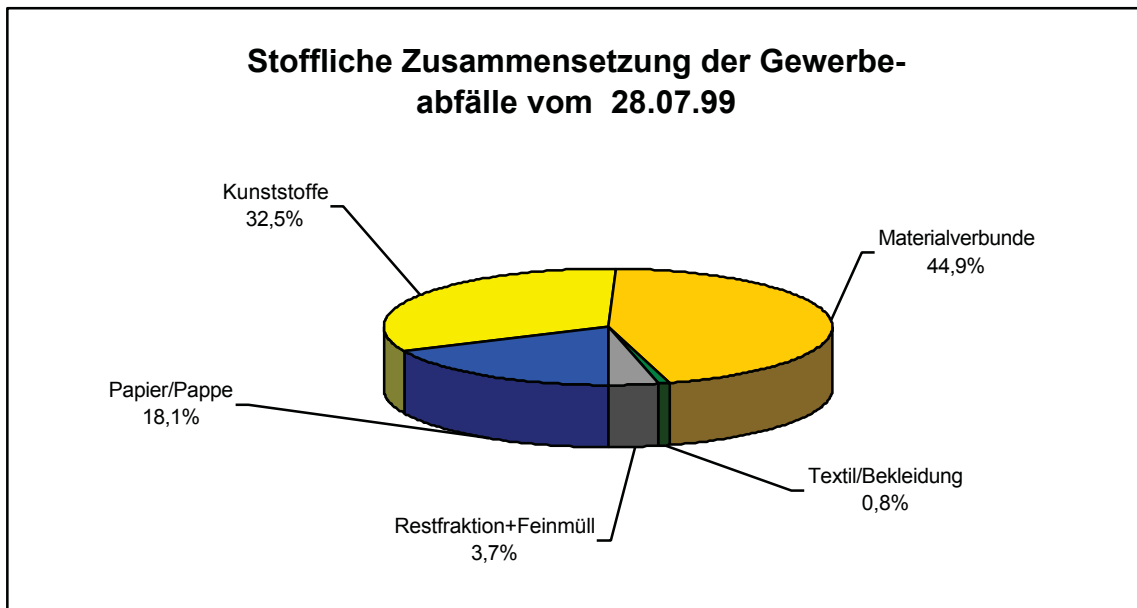


Anlieferungen vom 21.06 – 23.06.99

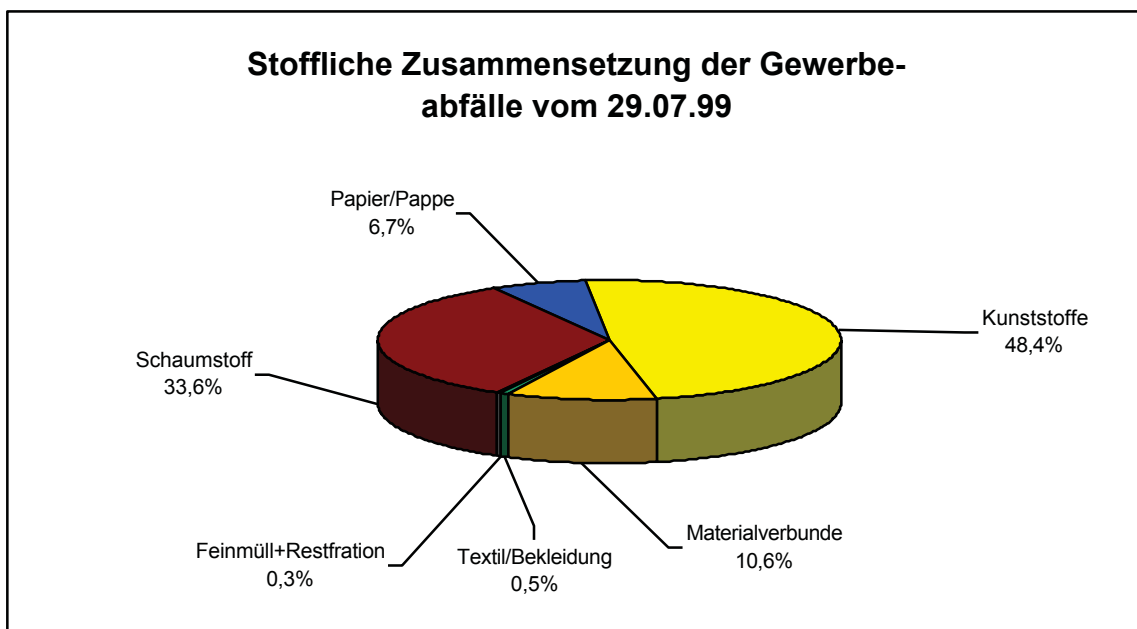


Anlieferung der Fa. Ulbricht Kunststoffwerk vom 27.07.99

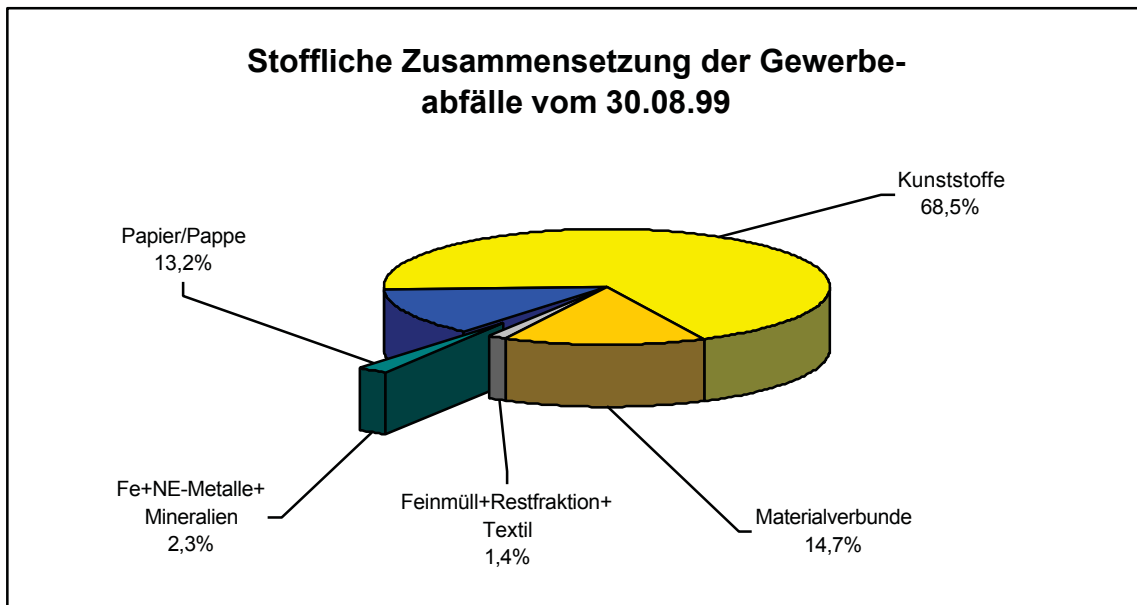




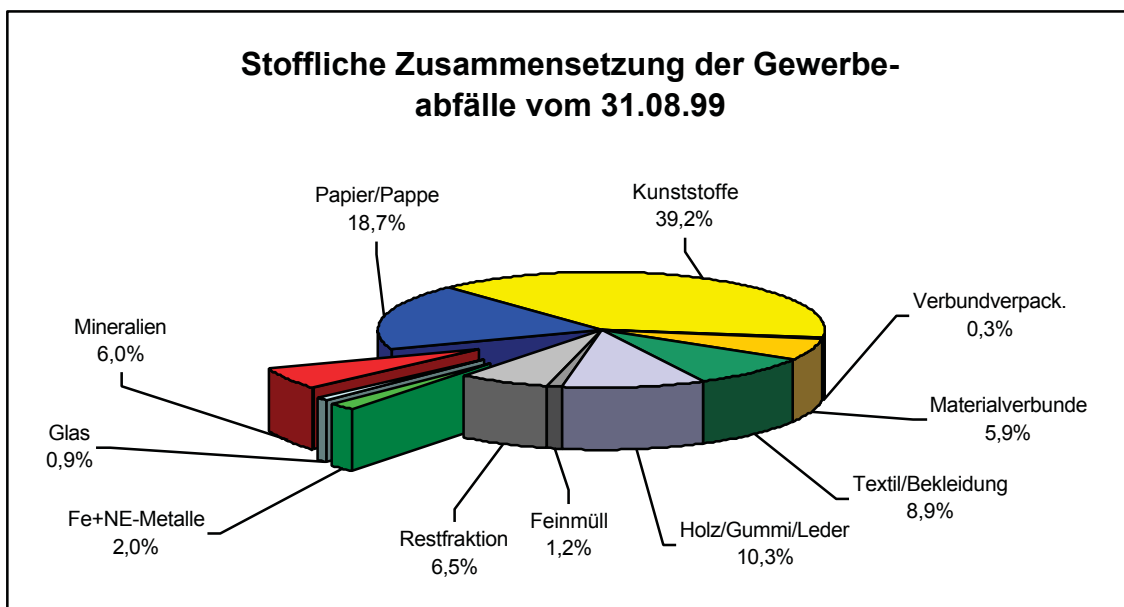
Anlieferungen der Fa. Rethmann vom 28.07.99



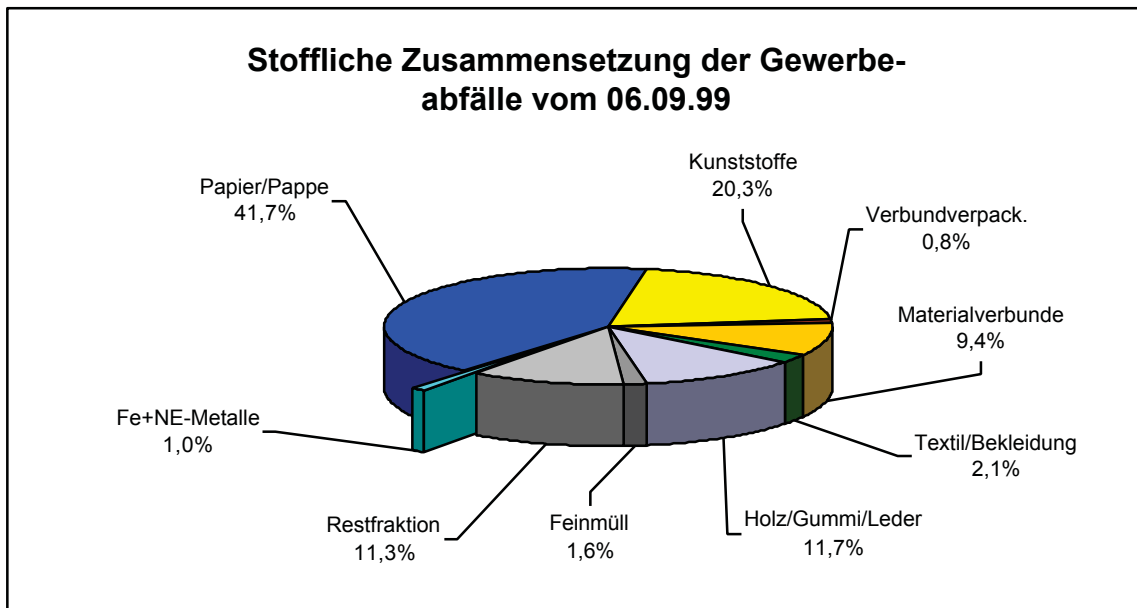
Kleinanlieferercontainer des Altstoffsammelzentrums am Betriebsgelände der AVE in Redlham vom 29.07.99



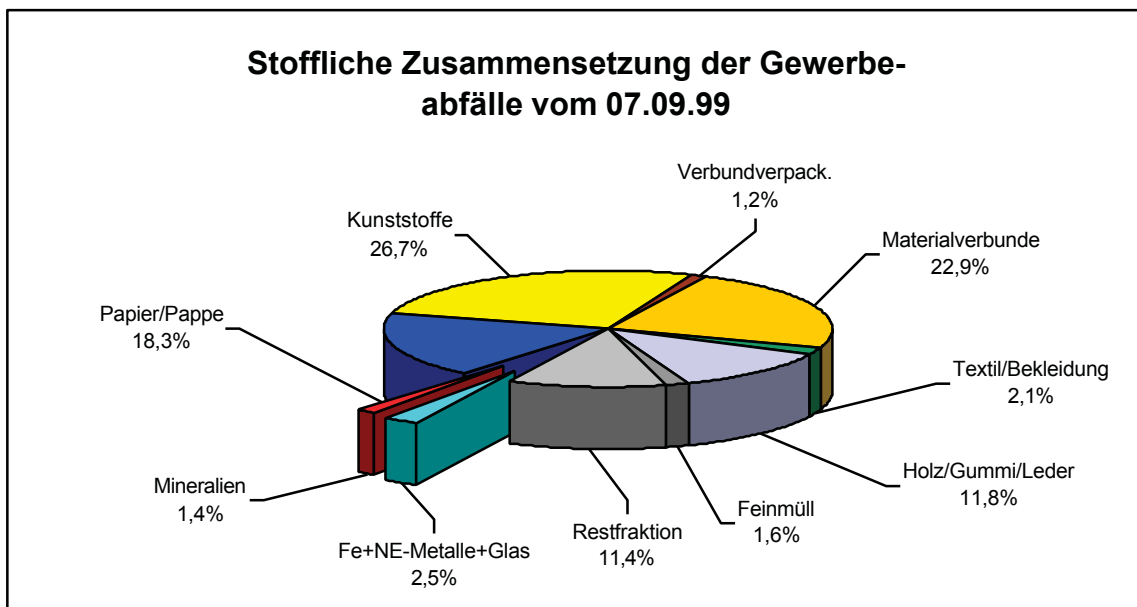
Anlieferungen der Fa. Ing. Rauch vom 30.08.99



Anlieferungen der Fa. AVE Bad Ischl vom 31.08.99



Anlieferungen der Fa. AVE Hörsching vom 06.09.99



Anlieferungen der Fa. Vorwagner vom 07.09.99 (B)

## 9.2 Überblick über die verbrennungsrelevanten Parameter der Gewerbeabfallanlieferungen

Datum	Fraktion	Parameter																	
		WG	GV 550 °C <sup>1)</sup>	TOC	HW (H <sub>u</sub> )	Cl	S	Hg	Cd+Tl	Pb+Zn+ Cr-	As+Co+Ni +Sb+Cu+ Mn+V+Sn	Al	Ba	Be	Ca	Fe	Mg	Se	Si
		[%]	[%]	[%]	[MJ/kg]	[mg/MJ H <sub>u</sub> FS]													
		Grenzwerte																	
					6,5 - 30	380	355	0,3	0,5	230	13								
<b>21.06.99</b>	<b>Input</b>	4,7	86,2 (1,9)		22,2	562,3	141,6	0,004	0,129	71,66	54,72	405,6	9,2	0,01	1.115,8	212,1	141,9	0,02	600,9
	> 75 mm	12,4	74,6 (6,1)	42,9	17,4	287,5	126,1	0,008	0,176	45,48	591,73	544,3	16,3	0,01	3.464,6	552,2	104,5	0,02	453,9
	25 – 75 mm	8,2	59,7 (5,4)	26,3	11,7	383,6	508,9	0,034	0,200	77,19	35,94	1.020,4	56,6	0,02	5.238,2	692,6	748,0	0,04	2.348,5
	< 25 mm	6,9	38,8 (4,8)	19,8	10,3	153,9	1.629,7	0,078	0,572	126,57	68,42	1.297,3	953,5	0,02	6.660,5	1.835,6	755,4	1,81	3.621,5
<b>Fa. Rieger</b>																			
<b>22.06.99</b>	<b>Input</b>	8,9	84,5 (3,1)	51,2	19,9	720,6	104,9	0,009	0,281	58,38	9,47	275,4	28,1	0,01	2.344,8	204,4	99,3	0,06	456,1
	> 75 mm	4,5	80,2 (6,1)		19,5	719,9	352,6	0,026	2,170	109,78	20,56	339,8	1.349,8	0,01	1.881,8	564,6	81,4	0,02	685,7
	25 – 75 mm	9,8	75,3 (3,6)	34,7	12,8	422,6	838,2	0,013	0,636	125,60	16,56	648,1	244,7	0,02	3.683,2	526,1	462,9	0,01	1.267,9
	< 25 mm	5,1	42,2 (6,4)	18,8	8,1	442,8	1.677,9	0,027	0,457	245,62	110,84	1.273,2	230,9	0,03	10.406,6	4.071,3	1.917,1	2,33	5.126,8
<b>Fa. Esthofer</b>																			
<b>23.06.99</b>	<b>Input</b>	7,1	86,9 (2,1)	50,4	18,7	49,7	124,2	1,540	0,030	60,09	13,46	362,4	8,2	0,01	1.808,9	125,8	171,7	0,06	546,6
	> 75 mm	10,8	76,3 (1,1)		17,4	404,6	174,1	0,037	0,032	111,21	10,60	557,7	19,9	0,01	911,1	1.311,4	68,4	1,02	768,3
	25 – 75 mm	11,3	64,6 (1,6)		17,7	179,8	214,8	0,080	0,325	75,52	32,19	626,8	50,5	0,01	1.456,4	2.751,4	276,5	1,00	649,3
	< 25 mm	10,2	22,6 (3,8)	13,9	7,0	127,5	612,1	0,255	0,274	251,10	443,99	1.397,4	67,6	0,03	2.393,9	54.740,3	416,1	2,55	1.530,3
<b>Fa. Ulbricht</b>																			
<b>27.07.99</b>	<b>Input</b>	0,9	82,8 (0,7)		24,7	40,1	52,1	0,006	0,024	65,66	819,23	143,2	2,5	0,01	277,8	151,5	208,1	0,05	520,5
	> 75 mm	9,0	93,4 (0,5)		20,7	140,3	39,5	0,003	0,027	19,41	11,42	197,8	5,6	0,01	327,2	73,2	94,4	0,05	306,9
	25 – 75 mm	6,7	73,7 (0,9)		17,7	257,9	121,1		0,522	88,23	1.519,15	196,5	23,9	0,01	494,7	99,6	1.009,4	0,17	1.579,4
	< 25 mm	2,1	62,8 (1)		16,9	225,8	81,1		0,125	1.752,50	5.349,57	138,0	16,6	0,01	546,1	238,3	1.388,2	0,07	2.315,7
<b>Fa. Rethmann</b>																			
<b>28.07.99</b>	<b>Input</b>	4,2	83,6 (0,8)		21,9	43,8	43,8	0,004	0,061	31,62	4,08	287,1	81,1	0,02	879,1	135,1	48,2	0,02	1.050,9
	> 75 mm	6,5	75,0 (2,4)	46,3	18,3	444,1	56,2	0,005	0,225	109,19	12,51	818,7	96,4	0,03	1.829,9	214,3	87,7	0,03	1.429,2
	25 – 75 mm	7,2	70,5 (0,6)		16,7	89,0	72,3	0,005	0,078	69,45	49,65	795,1	94,9	0,01	1.733,8	259,3	147,0	0,03	2.337,2
	< 25 mm	4,3	34,7 (5,6)	18,6	8,2	164,1	539,2	0,040	3,329	238,30	276,30	2.646,8	129,9	0,06	7.406,0	14.586,4	1.055,9	2,34	4.219,8
<b>Kleinanlieferer</b>																			
<b>29.07.99</b>	<b>Input</b>	13,1	73,8 (2,3)	0,71	14,4	427,3	222,7	0,001	0,439	64,10	16,53	588,8	6,4	0,03	2.814,7	504,1	843,9	0,03	1.023,1
	> 75 mm	4,8	96,2 (0,3)		18,9	543,3	95,6	0,001	0,206	138,60	5,05	105,9	13,7	0,03	309,4	37,1	73,1	0,03	201,2
	25 – 75 mm	8,2	81,1 (1,1)		16,8	435,2	282,9	0,003	1,093	34,52	44,79	515,1	18,8	0,03	1.322,9	288,1	413,3	0,08	1.033,6
	< 25 mm	20,0	57,5 (3,4)	27,6	7,7	331,1	620,9	0,024	1,205	108,65	79,08	894,3	76,8	0,02	4.857,2	3.631,8	1.471,5	2,07	2.379,9
<b>AVE Bad Ischl</b>																			
<b>30.07.99</b>	<b>Input</b>	22,4	82,1 (2,2)	42,3	12,6	270,5	399,6	0,004	0,090	16,52	273,81	467,7	48,3	0,01	2.235,6	352,6	165,9	0,03	1.045,2
	> 75 mm	16,8	83,4 (1,7)		17,1	895,2	272,5	0,008	0,759	52,94	463,09	263,8	31,5	0,02	1.886,0	611,7	170,9	0,02	632,5
	25 – 75 mm	13,3	72,7 (3,8)	45,4	14,2	878,1	329,3	0,004	0,222	102,93	223,02	497,7	44,9	0,01	3.290,8	471,6	339,3	0,03	1.036,6
	< 25 mm	10,7	63,2 (7,3)	26,2	7,2	468,2	579,1	0,026	0,572	82,93	140,88	758,4	218,8	0,02	10.867,1	4.757,3	3.728,0	2,46	2.464,4

Datum	Fraktion	Parameter																	
		WG	GV 550 °C <sub>1</sub>	TOC	HW (H <sub>u</sub> )	Cl	S	Hg	Cd+Tl	Pb+Zn+ Cr-	As+Co <sub>0</sub> ,+Ni +Sb+Cu+M n+V+Sn	Al	Ba	Be	Ca	Fe	Mg	Se	Si
		[%]	[%]	[%]	[MJ/kg]	[mg/MJ H <sub>u</sub> FS ]													
		Grenzwerte																	
				6,5 - 30	380	355	0,3	0,5	230	13									
<b>Fa. In Rauch</b>																			
<b>30.08.99</b>	<b>Input</b>	40,8	74,5 (2,5)	36,8	8,3	398,9	121,1	0,001	0,091	156,3	77,23	1.304,1	80,86	0,01	2.395,2	593,2	423,4	0,04	1.638,5
	> 75 mm	12,3	83,0 (8,4)	41,5	14,6	7.287,2	126,5	0,001	0,381	223,7	82,35	189,5	21,86	0,01	795,9	119,1	134,0	0,03	481,8
	25 – 75 mm	22,3	58,3 (3,1)	30,9	10,6	735,5	1.073,8	0,001	0,073	191,6	31,90	785,5	27,36	0,03	3.881,5	595,0	478,9	0,04	2.500,6
	< 25 mm	25,0	50,1 (7,9)	38,4	11,6	323,9	1.036,6	0,001	0,066	27,5	111,05	1.230,2	22,55	0,09	7.784,7	664,2	1.275,9	0,03	2.591,5
<b>AVE Bad Ischl</b>																			
<b>31.08.99</b>	<b>Input</b>	20,9	63,4 (2,5)		13,8	344,2	625,3	0,002	0,068	13,4	56,67	954,5	9,81	0,06	4.772,6	323,7	659,5	0,09	1.548,9
	> 75 mm	12,2	77,5 (6,0)	34,7	20,8	189,7	71,7	0,007	0,014	9,2	426,32	105,2	46,49	0,01	2.682,6	63,8	947,5	0,07	126,5
	25 – 75 mm	5,7	55,9 (5,6)	55,2	13,6	277,4	374,5	0,012	0,034	1.129,7	59,37	1.200,2	14,49	0,01	3.080,7	1.075,7	878,8	1,39	2.427,4
	< 25 mm	16,8	39,6 (9,5)	28,5	11,1	261,4	1.135,3	0,058	0,025	44,5	134,05	1.673,8	61,92	0,13	11.673,1	911,7	1.783,6	0,12	3.883,8
<b>AVE Hörsching</b>																			
<b>06.09.99</b>	<b>Input</b>	24,6	84,3 (1,4)		14,4	151,9	94,3	0,005	0,356	14,5	22,06	1.353,9	4,56	0,02	1.449,9	278,9	159,6	0,06	1.257,1
	> 75 mm	11,3	92,3 (0,6)		16,4	712,3	43,2	0,002	0,028	26,7	20,61	176,2	3,56	0,01	362,1	182,4	49,6	0,03	377,7
	25 – 75 mm	32,9	79,7 (1,5)		12,3	152,9	65,6	0,007	0,024	34,7	21,68	768,9	9,01	0,03	1.222,3	199,9	168,9	0,03	1.256,3
	< 25 mm	7,5	55,1 (0,1)		11,5	732,3	321,9	0,003	0,639	1.345,4	7.373,68	2.087,5	146,61	0,01	2.569,1	2.207,9	243,7	1,61	1.528,8
<b>Fa. Auer</b>																			
<b>07.09.99 (A)</b>	<b>Input</b>	28,8	92,8 (1,0)		20,9	1.599,8	27,2	0,003	0,015	4,9	9,78	66,9	1,29	0,01	266,9	97,1	36,4	0,01	237,7
	> 75 mm	14,5	91,7 (1,0)		25,4	579,4	26,9	0,003	0,015	15,5	12,02	127,8	1,58	0,01	407,4	152,9	62,0	0,01	404,2
	25 – 75 mm	47,7	54,4 (3,8)	35,7	7,2	633,8	201,7	0,026	0,220	20,3	36,57	675,2	7,56	0,08	2.956,1	604,7	496,6	0,03	2.088,5
	< 25 mm	42,3	44,9 (7,6)	21,4	4,5	140,5	472,4	0,031	0,497	34,8	82,01	1.713,6	16,09	0,18	5.359,9	1.574,8	1.019,6	0,14	7.277,8
<b>Fa. Vorwagner</b>																			
<b>07.09.99 (B)</b>	<b>Input</b>	45,1	84,9 (0,1)		12,4	172,7	296,7	0,004	0,376	49,5	7,41	274,2	3,50	0,02	753,2	178,2	60,2	0,05	442,8
	> 75 mm	17,4	73,7 (1,3)		16,8	510,4	132,5	0,001	0,220	26,5	8,63	1.052,5	11,39	0,07	1.257,5	222,5	96,2	0,15	1.668,5
	25 – 75 mm	25,4	73,9 (1,0)		10,5	299,4	185,3	0,001	0,356	48,3	29,03	1.374,9	24,81	0,11	1.529,1	419,0	126,5	0,08	3.492,8
	< 25 mm	19,9	44,5 (3,0)	14,3	4,7	712,4	1.598,5	0,003	1,286	258,5	155,23	5.988,5	99,73	0,24	8.704,5	4.217,4	1.152,8	3,47	12.162,3
<b>Durchschnitt</b>																			
	<b>Input</b>	<b>18,5</b>	<b>81,7 (1,7)</b>	<b>2)</b>	<b>17,0</b>	<b>398,5</b>	<b>187,8</b>	<b>0,13</b>	<b>0,164</b>	<b>50,5</b>	<b>113,70</b>	<b>540,2</b>	<b>23,65</b>	<b>0,02</b>	<b>1.759,6</b>	<b>263,0</b>	<b>251,5</b>	<b>0,04</b>	<b>864,0</b>
	> 75 mm	<b>11,04</b>	<b>83,1 (2,6)</b>	<b>2)</b>	<b>18,6</b>	<b>1.059,5</b>	<b>126,4</b>	<b>0,01</b>	<b>0,354</b>	<b>74,0</b>	<b>138,74</b>	<b>373,3</b>	<b>134,84</b>	<b>0,02</b>	<b>1.342,9</b>	<b>342,1</b>	<b>164,1</b>	<b>0,12</b>	<b>628,0</b>
	25 – 75 mm	<b>16,6</b>	<b>68,3 (2,6)</b>	<b>2)</b>	<b>13,5</b>	<b>395,4</b>	<b>355,7</b>	<b>0,02</b>	<b>0,315</b>	<b>166,5</b>	<b>174,98</b>	<b>758,7</b>	<b>51,46</b>	<b>0,03</b>	<b>2.490,8</b>	<b>665,2</b>	<b>462,2</b>	<b>0,24</b>	<b>1.834,9</b>
	< 25 mm	<b>14,1</b>	<b>46,3 (4,8)</b>	<b>2)</b>	<b>9,1</b>	<b>340,3</b>	<b>858,7</b>	<b>0,05</b>	<b>0,754</b>	<b>376,4</b>	<b>1.193,76</b>	<b>1.758,3</b>	<b>170,08</b>	<b>0,07</b>	<b>6.602,4</b>	<b>7.786,4</b>	<b>1.350,7</b>	<b>1,58</b>	<b>4.091,9</b>

### 9.3 Überblick über die verbrennungsrelevanten Parameter der Hausmüllanlieferungen

Datum	Fraktion	Parameter																	
		WG	GV 550 °C <sup>1)</sup>	TOC	HW (H <sub>u</sub> )	Cl	S	Hg	Cd+Tl	Pb+Zn+ Cr-	As+Co+Ni +Sb+Cu+M n+V+Sn	Al	Ba	Be	Ca	Fe	Mg	Se	Si
		[%]	[%]	[%]	[MJ/kg]	[mg/MJ H <sub>u</sub> FS]													
		Grenzwerte																	
					6,5 - 30	380	355	0,3	0,5	230	13								
<b>01.09.99</b>	<b>Input</b>	30,5	75,1 (2,2)	37,4	10,7	342,2	180,8	0,02	0,096	23,89	8,78	565,1	5,17	0,03	2.431,8	303,6	126,1	0,06	1.291,5
	> 75 mm	39,3	74,6 (0,5)		13,0	274,8	274,8	0,01	0,046	23,89	14,68	412,9	5,57	0,02	1.236,1	199,5	278,1	0,04	652,1
	25 – 75 mm	24,8	44,8 (3,8)	23,6	8,4	214,3	553,6	0,04	0,132	56,97	60,67	1.249,1	25,8	0,11	5.097,7	632,1	667,0	0,08	2.678,7
	< 25 mm	8,2	55,4(3,2)	25,7	8,9	462,3	1.684,8	0,002	0,12	78,38	51,97	972,5	17,4	0,05	5.571,6	1.073	608,5	0,09	3.390,2
<b>02.09.99</b>	<b>Input</b>	36,3	82,5 (1,5)		12,1	850,1	83,9	0,001	0,549	229,21	27,75	685,3	14,1	0,02	967,1	102,3	78,71	0,12	577,2
	> 75 mm	30,3	79,2 (1,1)		10,7	378,6	110,9	0,001	0,05	27,15	9,92	417,3	6,53	0,03	971,7	183,5	111,7	0,05	1.044,3
	25 – 75 mm	22,1	70,0 (1,2)		11,4	320,8	116,1	0,001	0,401	40,75	40,69	927,6	5,80	0,03	1.504,1	261,8	190,7	0,06	1.296,9
	< 25 mm	18,7	63,9 (1,7)		9,1	312,5	294,7	0,013	2,989	42,77	24,66	1.151,1	14,8	0,11	2.534,4	559,9	402,9	0,07	3.035,9
<b>Durchschnitt</b>																			
	<b>Input</b>	<b>33,4</b>	<b>78,8 (1,8)</b>	<b>2)</b>	<b>11,5</b>	<b>596,2</b>	<b>132,4</b>	<b>0,01</b>	<b>0,323</b>	<b>126,55</b>	<b>18,76</b>	<b>625,2</b>	<b>9,64</b>	<b>0,03</b>	<b>1.699,5</b>	<b>202,9</b>	<b>102,4</b>	<b>0,09</b>	<b>934,3</b>
	> 75 mm	<b>34,8</b>	<b>76,9 (0,4)</b>	<b>2)</b>	<b>11,9</b>	<b>326,7</b>	<b>192,9</b>	<b>0,01</b>	<b>0,048</b>	<b>25,52</b>	<b>12,30</b>	<b>415,1</b>	<b>7,55</b>	<b>0,02</b>	<b>1.103,9</b>	<b>191,5</b>	<b>194,9</b>	<b>0,05</b>	<b>848,2</b>
	25 – 75 mm	<b>35,9</b>	<b>57,4 (2,1)</b>	<b>2)</b>	<b>9,9</b>	<b>267,6</b>	<b>334,8</b>	<b>0,02</b>	<b>0,267</b>	<b>48,86</b>	<b>50,68</b>	<b>1.088</b>	<b>15,8</b>	<b>0,07</b>	<b>3.300,9</b>	<b>446,9</b>	<b>433,8</b>	<b>0,07</b>	<b>1.987,8</b>
	< 25 mm	<b>13,5</b>	<b>59,7 (1,6)</b>	<b>2)</b>	<b>9,0</b>	<b>387,4</b>	<b>989,7</b>	<b>0,01</b>	<b>1,555</b>	<b>60,58</b>	<b>38,32</b>	<b>1.061</b>	<b>16,1</b>	<b>0,08</b>	<b>4.052,9</b>	<b>816,5</b>	<b>505,7</b>	<b>0,08</b>	<b>3.213,0</b>

### 9.4 Überblick über die verbrennungsrelevanten Parameter der Textilanlieferung

Datum	Fraktion	Parameter																	
		WG	GV 550 °C	GV 850 °C	HW (H <sub>u</sub> )	Cl	S	Hg	Cd+Tl	Pb+Zn+ Cr-	As+Co+Ni +Sb+Cu+M n+V+Sn	Al	Ba	Be	Ca	Fe	Mg	Se	Si
		[%]	[%]	[%]	[MJ/kg]	[mg/MJ H <sub>u</sub> ]													
		Grenzwerte																	
					6,5 – 30	380	355	0,3	0,5	230	13								
<b>03.09.99</b>	<b>Input</b>	4,5	98,2 (0,2)		17,2	292,9	138,0	0,008	0,034	28,13	7,44	28,88	0,04	0,02	136,1	38,0	33,46	0,02	165,6
	> 75 mm	5,2	97,6 (0,2)		17,2	153,8	82,4	0,008	0,024	9,67	6,36	25,32	1,43	0,02	169,1	38,5	11,42	0,02	109,9
	25 – 75 mm	7,1	96,2 (0,4)		16,4	243,8	90,7	0,006	0,025	63,68	7,74	31,70	1,81	0,02	287,1	19,9	19,05	0,05	170,1
	< 25 mm	17,3	59,2 (2,2)	30,0	8,6	810,5	443,8	0,048	0,130	501,61	306,74	722,46	23,35	0,04	3.113,2	1.313,8	616,04	0,03	2.990,9

1) Die Werte in der Klammer bedeuten die Differenz zwischen dem GV 850 und 550 °C

2) kann nicht bestimmt werden, da nicht bei allen Proben ein TOC-Wert vorliegt

Der Gehalt überschreitet den Grenzwert

## 9.5 Übersicht über die untersuchten Parameter und die zugehörigen gesetzlichen Begründungen

Parameter	Begründung
H <sub>u</sub>	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL
WG	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle
GV	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle
Cl	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL
As	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Ba	ÖN S2110; DVO
Be	ÖN S2110
Cd	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Co	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Cr	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Cu	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Hg	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Mn	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL
Ni	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Pb	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Sb	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL
Se	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle
Sn	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL
Tl	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL
V	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL
Zn	ÖN S2110; VO für die Verbr. gefährl. Abfälle; RVL; DVO
Al	Produkteigenschaften
Si	Produkteigenschaften
Fe	Produkteigenschaften
Ca	Produkteigenschaften
Mg	ÖN B3310
S	RVL

## 9.6 Fotodokumentation

### Fotos der Splittinganlage in Redham



Austrag der Fraktion  $> 75$  mm



Austrag der Fraktion 25 – 75 mm





Austrag der Fraktion < 25 mm

**Fotos der Anlieferung vom 29.07.99 vor der Zerkleinerung im Umweltanalytiklabor der Lenzing AG**



Inputfraktion



Fraktion > 75 mm



Fraktion 25 – 75 mm



Fraktion < 25 mm