

**G E O**  
**PARTNER AG**  
**RESSOURCEN**  
**M A N A G E M E N T**

Magistratsabteilungen 22 und 48 der Stadt Wien,  
Fernwärme Wien GmbH

**Routinemäßiges  
Stoffflusssmonitoring  
auf der  
MVA Spittelau**

**Messperiode  
1.5.09–30.4.10**

**Endbericht**

Zürich, 1.2.2011

[www.geopartner.ch](http://www.geopartner.ch)

CH-8050 Zürich Baumackerstrasse 24 Tel. +41 44 311 27 28 Fax +41 44 311 28 07  
CH-4051 Basel Elisabethenanlage 11 Tel. +41 61 206 65 25 Fax +41 61 206 65 99  
CH-4310 Rheinfelden Stadtweg 16 Tel. +41 61 836 89 10 Fax +41 61 836 89 01

## Bearbeitungsverlauf

Dok Name	Versionsdatum	Kommentar	Status	Bearbeiter
MAPE_Endbericht_110201.docx	1.2.2011		Endfassung	RT

## Bericht

Auftraggeber: Magistratsabteilungen 22 und 48 der Stadt Wien,  
Fernwärme Wien GmbH

Projektverantwortliche: Christian Rolland (MA22)  
Claudia Böker (MA48), seit Oktober 2010 Johannes Sturn  
Alexander Kirchner (FWW)

Projektleitung: Ruedi Taverna (GEO Partner AG)

Sachbearbeitung: Ruedi Taverna (GEO Partner AG)

GEO Partner AG 2011

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>Zusammenfassung</b>	7
<b>1. Einleitung</b>	9
<b>2. Ziele und Fragestellungen</b>	10
<b>3. Vorgehen</b>	10
<b>4. Resultate und Diskussion</b>	11
4.1    Zeitliche Verläufe im aktuellen Messjahr	12
4.1.1    Stoffflüsse im Wiener Restmüll	12
4.1.2    Mittlere, monatliche Stoffkonzentrationen im Wiener Restmüll	17
4.2    Korrelationen zwischen Stoffkonzentrationen im Müll	21
4.3    Tageswerte von Stofffrachten im Restmüll	22
4.4    Stoffverteilung in der MVA Spittelau	23
4.4.1    Mittlere Stoffverteilung während des Messjahres 2009/2010	23
4.5    Vergleich mit früheren Jahren (Trends)	25
4.5.1    Mittlere jährliche Stoffkonzentrationen	25
4.5.2    Jährliche Stofffrachten	29
<b>5. Danksagung und Würdigung der Resultate</b>	34
<b>6. Glossar</b>	35
<b>7. Literaturverzeichnis</b>	36
<b>8. Anhang</b>	37
8.1    Vorgehen	37
8.1.1    Orte und Art der Messung der Güterflüsse	37
8.1.2    Orte und Art der Probenahme, -aufbereitung und Analyse zur Bestimmung der Stoffkonzentrationen (Routinemässiges Monitoring)	38
8.1.3    Probenaufbereitung und Analysen im Labor	41
8.1.4    Probenbezeichnung, Rückstellproben	41
8.1.5    Orte und Art der Probenahme, -aufbereitung und Analyse zur Bestimmung der Transferkoeffizienten (Schlacke)	42
8.2    Güterflussdaten	43
8.2.1    Rohdaten Güterflüsse	43
8.2.2    Monatswerte Güterflüsse	45
8.2.3    Tagesverläufe Güterflüsse	46
8.3    Analysendaten der Elektrofilterasche	50
8.4    Analysedaten der Schlacke	51
8.5    Analysendaten des Siebüberlaufs der Schlackenproben	52
8.6    Analysen von Al, Br, S und Si in der Schlacke und in der EF-Asche	54
8.7    Analysendaten im Abwasser	56
8.8    Resultate zu Stoffkonzentrationen der Verbrennungsprodukte	57
8.8.1    Verläufe der Monatswerte	57
8.8.2    Verläufe von Tageswerten	60
8.9    Verwendete Transferkoeffizienten in die EF-Asche	62
8.10    Wassergehalt des Restmülls	64

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 4-1: Restmüll- und Stofffrachten [t/Jahr] durch die MVA Spittelau während der „Messjahre“ 2008/2009 und 2009/2010 (sortiert nach deren Größe).</i>	12
<i>Abbildung 4-2: Geglätteter Verlauf der mittleren, zwei-monatlichen Stoffflüsse im Wiener Restmüll bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2008 - 30.4.2009 („Messjahr“ 2008/2009) und 1.5.2009 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010) (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls); Für Eisen werden monatliche Mittelwerte angegeben.</i>	14
<i>Abbildung 4-3: Geglätteter Verlauf der mittleren, zwei-monatlichen Stoffkonzentrationen im Wiener Restmüll bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2008 - 30.4.2009 („Messjahr“ 2008/2009) und 1.5.2009 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010) (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls).</i>	18
<i>Abbildung 4-4: Verlauf der mittleren, täglichen Stoffflüsse für C und Cl im Wiener Restmüll, bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010) (Tagessummen).</i>	23
<i>Abbildung 4-5: Mittlere verwendete Transferkoeffizienten für die ausgewählten Elemente vom Restmüllinput (mit Angabe des mittleren jährlichen Stoffinputs) in die Verbrennungsprodukte für die Messperiode 01.05.09 bis 31.03.10 inklusive der Angabe der approximativen 95%- Konfidenzintervalle (<math>\approx \pm 2\sigma</math>).</i>	24
<i>Abbildung 4-6: Vergleich der mittleren, jährlichen Stoffkonzentrationen von C, Cl, Hg, Cd, Cu, Pb, Zn, Al, Fe, S, Na, K, Ca, Br, Sb, Sn und Si im Restmüll in der MVA Spittelau bestimmt auf der MVA Spittelau, während der Messphase 01.02.00 bis 31.03.10 (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls).</i>	27
<i>Abbildung 4-7: Vergleich der mittleren jährlichen Müllmenge und der Stoffflüsse von C, Cl, Hg, Cd, Cu, Pb, Zn, Al, Fe, S, Na, K, Ca, Br, Sb, Sn und Si im Restmüll in der MVA Spittelau bestimmt auf der MVA Spittelau, während der Messphase 01.02.00 bis 31.03.10 (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls).</i>	30
<i>Abbildung 8-1: Darstellung der Messorte für die routinemässige Messung der Stoffkonzentration auf der MVA Spittelau (Quelle: Fernwärme Wien GmbH, Dr. Krobath; mit einigen eigenen Anpassungen)</i>	38
<i>Abbildung 8-2: Verlauf des täglichen EF-Aschegüterflusses (Tagessummen in t) für Linie 1 und 2 der MVA Spittelau während der Messphase vom 1.5.2009 bis 30.4.2010 (Tagessummen in t/Tag). Totalausfall der Bandwaage 1.</i>	46
<i>Abbildung 8-3: Verlauf des täglichen Abwassergüterflusses aus dem Wäscher 1 (Linie 1 und 2) sowie des gereinigten Abwassers (Tagessummen in t) der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010 (Tagessummen in t/Tag).</i>	47
<i>Abbildung 8-4: Verlauf des täglichen Reingasvolumenstromes (Tagessummen in Nm<sup>3</sup>, trocken bei 11% O<sub>2</sub>) der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010 (Tagessummen in Nm<sup>3</sup>tr./Tag).</i>	48
<i>Abbildung 8-5: Relative Abweichung zwischen den Monatsmittelwerten der EF-Aschemenge bestimmt mittels der Brückenwaage bzw. der Bandwaage während der Messperiode vom 1.5.2009 bis 30.4.2010.</i>	49
<i>Abbildung 8-6: Verläufe der mittleren in der EF-Asche der MVA Spittelau während den beiden Messphasen 1.5.2008 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2008/2009 und 2009/2010) gemessenen Stoffkonzentrationen (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls).</i>	57

- Abbildung 8-7: Verlauf der mittleren Cl-Stoffkonzentration im Abwasser mittels der Cl-Messung der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2007 bis 30.4.2010 (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls); (Monatsmittelwerte in g/l). 59
- Abbildung 8-8: Geglätteter Verlauf der mittleren C-Konzentration im Reingas der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010 (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls); (Mittelwerte in g/kg). 60
- Abbildung 8-9: Verlauf der mittleren Tages-Stoffkonzentration von Cl im Abwasser [g/l] der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010. 61
- Abbildung 8-10: Verlauf der mittleren Tages-Stoffkonzentration von CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O im Reingas der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2007 bis 30.4.2010 (Tagesmittelwerte in Vol.-%). 61
- Abbildung 8-11: Vergleich der mittleren monatlichen Transferkoeffizienten aus dem Pilotprojekt 2000 bis 2004 und den Mittelwerten der letzten und der aktuellen Messperiode 2009/2010. 63
- Abbildung 8-12: Geglätteter Verlauf des mittleren, monatlichen Wassergehalts [-] im Wiener Restmüll bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.10.2002 bis 30.4.2008 (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls). 65

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 4-1:</b>	Vergleich der Bereiche für die mittleren Stoffflüsse zwischen den Messperioden 2008/2009 und im aktuellen Messjahr 2009/2010, welche durch den Wiener Restmüll in der MVA Spittelau monatlich umgesetzt werden.	13
<b>Tabelle 4-2:</b>	Vergleich der Wiener Müllzusammensetzungen [g/kg Müll (FS)] 2008/2009 sowie 2009/2010 auf der MVA Spittelau.	17
<b>Tabelle 4-3:</b>	Vergleich der Bereiche für die mittleren Stoffkonzentrationen im Wiener Restmüll in der MVA Spittelau in den Messjahren 2008/2009 und 2009/2010 (aktuelles Messjahr).	21
<b>Tabelle 4-4:</b>	(Pearson-)Korrelationskoeffizienten zwischen Monatsmittelwerten verschiedener Müllkonzentrationen auf der MVA Spittelau in der Messperiode 1.5.2009 - 30.4.2010.	22
<b>Tabelle 4-5:</b>	Mittlere jährliche Stoffverteilung für die ausgewählten Elemente vom Restmüllinput in die Verbrennungsprodukte während der Messperiode zwischen dem 01.05.09 und dem 30.4.10 in t/a. (Angabe mit 2 relevanten Stellen)	25
<b>Tabelle 8-1:</b>	Erfassung der Güterflüsse auf der MVA Spittelau	37
<b>Tabelle 8-2:</b>	Messorte der Erfassung der Stoffkonzentrationen auf der MVA Spittelau	39
<b>Tabelle 8-3:</b>	Probenahmekonzept auf der MVA Spittelau im Jahr 2009/2010	40
<b>Tabelle 8-4:</b>	Probenaufbereitung und Analyse mittels der Online-Messgeräte auf der MVA Spittelau	41
<b>Tabelle 8-5:</b>	Probenbezeichnung anhand von Beispielen	42
<b>Tabelle 8-6:</b>	Definition der Rückstellproben	42
<b>Tabelle 8-7:</b>	Vorgehen bei der Schlackenbeprobung	43
<b>Tabelle 8-8:</b>	Monatliche Güterflüsse der relevanten Inputgüter sowie der Verbrennungsprodukte der MVA Spittelau in t/Monat bzw. Nm <sup>3</sup> /tr/Monat (Erdgas, Reingas = gereinigtes Abgas) während der Messphase 1.5.2009 – 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010).	44
<b>Tabelle 8-9:</b>	Vergleich der mittleren monatlichen Güterflüsse [t/Monat] durch die MVA Spittelau während der zwei Messphasen 1.5.2008 bis 30.4.2009 und 1.5.2009 bis 30.4.2010 ohne Berücksichtigung der beiden Revisionsmonate Oktober/November 2008.	45
<b>Tabelle 8-10:</b>	Stoffkonzentrationen in der EF-Asche der MVA Spittelau nach Probenahmeplan 2007/2009 und 2009/2010 jeweils (Doppelbestimmungen), Mittelwert (MW) und zwei Standardabweichungen (2Stabw).	50
<b>Tabelle 8-11:</b>	Daten der Probenaufbereitung und Analyse der Schlackenproben der MVA Spittelau vom September/Okttober 09, Januar/Februar 10 (Mischproben).	52
<b>Tabelle 8-12:</b>	Daten der Probenaufbereitung und Analyse der Siebüberläufe >8 mm der Schlackenproben der MVA Spittelau September 09 /Okttober 09/Januar 10/ Februar 10 (Mischproben).	53
<b>Tabelle 8-13:</b>	Vergleich zwischen den mittleren monatlichen EF-Stoffkonzentrationen in den vier Messjahren 1.5.2006 bis 30.4.2006, 1.5.2006 bis 30.4.2007, 1.5.2007 bis 30.4.2009 und 1.5.2009 bis 30.4.2010.	58
<b>Tabelle 8-14:</b>	Korrelationskoeffizienten in der EF-Asche der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010.	58
<b>Tabelle 8-15:</b>	Vergleich der mittleren monatlichen Transferkoeffizienten in die EF-Asche aus dem Pilotprojekt 2000 bis 2004 und den Mittelwerten der letzten und der aktuellen Messperiode 2009/2010.	62

## Zusammenfassung

Seit Abschluss des fünfjährigen Pilotprojekts (2000 bis 2004) wird das routinemässige Stoffflussmonitoring in der Müllverbrennungsanlage (MVA) Spittelau nun seit weiteren fünf Messjahren durchgeführt. Dabei wird die identische Methodik der indirekten Analyse, wie im Pilotprojekt erprobt, angewandt. Zusätzlich zu den ursprünglich analysierten Stoffen C, Cl, Al, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb und Zn wurden in den letzten vier Jahren auch S, Br, Na, K und Ca analysiert. Seit dem Messjahr 2007/2008 sind noch Sb, Sn und Si hinzugekommen.

Das **Ziel** des Projekts ist die routinemässige Bestimmung der elementaren Restmüllzusammensetzung sowie der Stoffflüsse der gewählten Stoffe. Die Resultate des Monitorings dienen als Basis, um den Einfluss von Maßnahmen zur Vermeidung von Schadstoffen in Produkten und der Abfallwirtschaft auf die Qualität des Restmülls zu beurteilen.

Die **Resultate** des letzten Messjahres zeigen, dass sich für die Elemente Al, Hg, und Cd der Abwärtstrend der Abfallkonzentration nach einem kleinen Gegenanstieg 2007/2008 weiter fortsetzt. Auch die Gehalte von Cu, Pb und Fe fallen nach einem Zwischenanstieg wieder. Große und signifikante Veränderungen gab es bei den Elementen Fe, Al, Hg, Na und Si. Mit Ausnahme von Na nahmen die Konzentrationen von Fe, Al, Hg, Br und Si ab. Die C-Konzentration stieg nach einer kurzen Senkung im letzten Jahr nun wieder, nachdem sie schon seit 2004 stetig anstieg. Seit 2000 sind die sinkenden Konzentrationen von Hg Cd und Al signifikant; die Zunahmen von C und Cl ebenfalls. Die restlichen Veränderungen liegen innerhalb der Vertrauensintervalle.

### 10-jährige Messreihe

### Restmüllzusammensetzung

### Trends der einzelnen Elemente

Stoff	Aktuelle Konzentration (2009/2010)	Unterschied zwischen 2009/2010 und 2008/2009 (in %)		Trend seit dem Jahr 2000		
		in g/kgFS	Differenz	Signifikanz	Trend	Ab-/Zunahme
C	<b>230 ± 20</b>	7%	Nein	Steigend	20%	Nein
Cl	<b>5,8 ± 0,6</b>	4%	Nein	Steigend	21%	Nein
Fe	<b>21 ± 5</b>	-22%	Ja	Fallend	-25%	(Nein)
Al	<b>6,0 ± 1,1</b>	-40%	Ja	Fallend	-40%	Ja
Pb	<b>0,20 ± 0,05</b>	-13%	Nein	Fallend	-20%	Nein
Zn	<b>0,50 ± 0,10</b>	2%	Nein	Fallend	-13%	Nein
Cu	<b>0,24 ± 0,07</b>	-4%	Nein	Fallend	-3%	Nein
Cd	<b>0,0042 ± 0,0009</b>	-9%	Nein	Fallend	-40%	Ja
Hg	<b>0,00025 ± 0,00005</b>	-31%	Ja	Fallend	-77%	Ja
Sb	<b>0,024 ± 0,006</b>	-8%	Nein	-	-	-
Sn	<b>0,014 ± 0,002</b>	-22%	(Nein)	-	-	-
Br	<b>0,053 ± 0,008</b>	-17%	Nein	-	-	-
S	<b>2,4 ± 0,2</b>	4%	Nein	-	-	-
Na	<b>1,8 ± 0,2</b>	20%	Ja	-	-	-
K	<b>1,2 ± 0,1</b>	9%	Nein	-	-	-
Ca	<b>14 ± 1,5</b>	+/- 0 %	Nein	-	-	-
Si	<b>14 ± 1,8</b>	-30%	Ja	-	-	-

Nachdem in den vergangenen Jahren häufig unplausible Wassergehalte berechnet und die Gründe dafür nicht eruiert werden konnten, wurde beschlossen, auf eine weitere Bestimmung zu verzichten. Die alte Messreihe wird aber weiter dargestellt. Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Müllkonzentrationen wurden wieder bestimmt. Eine Interpretation der Resultate im Rahmen dieses Projekts ist aber nur in wenigen Fällen möglich.

### Angabe von Korrelationskoeffizienten

Schlagwörter: Chemische Müllzusammensetzung, Abfallzusammensetzung, Müllverbrennungsanlage, routinemässiges Monitoring, Stoffflüsse, Stoffbilanz.

## Abstract

In a five year pilot project phase between 2000 and 2004, the routinely substance flow monitoring has been tested in the municipal solid waste incineration plant (MSWIP) Spittelau. The monitoring has been running routinely for five more years since May 1<sup>st</sup> 2005. The method of the indirect analysis in single residues only was applied as elaborated in the pilot study. S, Br, Sb, Sn, Na, K, Ca and Si were analysed in addition to the elements C, Cl, Al, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb and Zn included in the pilot project.

### 10 year data series

The **objective** of the project is the routine analyses of the elemental composition in the residual waste as well as to determine the substance flows for the selected elements. The results of the monitoring serve as a basis to evaluate the influence of the measures taken in order to reduce contaminants in products and in waste management on the quality of the residual waste.

### Elemental composition in the residual waste

The **results** of the last monitoring year show the on-going decreasing trend of Al, Hg and Cd. Also the concentration of Cu, Pb and Fe are still decreasing, that after a short increasing period. Significant change shows Fe, Al, Hg, Na and Si. Fe, Al, Hg, Br and Si are decreasing, Na is increasing. The increasing of C is going on after a short pause in 2008/2009. Since 2000 the decreasing concentrations of Hg, Cd and Al are significant. The increasing concentrations of C and Cl are significant too. The other changes aren't significant.

Substance	actual concentration (2009/2010)	difference between 2009/2010 and 2008/2009 (in %)		trend since 2000		
		in g/kgFS	difference	significance	trend	de-/increase
C	230 ± 20	7%	no	increasing	23%	no
Cl	5,8 ± 0,6	4%	no	increasing	25%	no
Fe	21 ± 5	-22%	yes	decreasing	-25%	(no)
Al	6,0 ± 1,1	-40%	yes	decreasing	-38%	yes
Pb	0,20 ± 0,05	-13%	no	decreasing	-17%	no
Zn	0,50 ± 0,10	2%	no	decreasing	-11%	no
Cu	0,24 ± 0,07	-4%	no	decreasing	0%	no
Cd	0,0042 ± 0,0009	-9%	no	decreasing	-39%	yes
Hg	0,00025 ± 0,00005	-31%	yes	decreasing	-77%	yes
Sb	0,024 ± 0,006	-8%	no	-	-	-
Sn	0,014 ± 0,002	-22%	(no)	-	-	-
Br	0,053 ± 0,008	-17%	no	-	-	-
S	2,4 ± 0,2	4%	no	-	-	-
Na	1,8 ± 0,2	20%	yes	-	-	-
K	1,2 ± 0,1	9%	no	-	-	-
Ca	14 ± 1,5	+/- 0 %	no	-	-	-
Si	14 ± 1,8	-30%	yes	-	-	-

After having unexplainable problems in the calculation of the water balance for several years, it was decided to stop this investigation. However, the previous data are illustrated in this report. The correlation coefficients between the waste concentrations of different elements were also determined. An interpretation of the results was only possible in a few cases in the framework of this project.

### Correlation coefficients

Key words: waste analysis, chemical waste composition, substance flow, routinely monitoring, time trends, waste incinerator

## 1. Einleitung

In mehreren Jahren Forschungs- und Entwicklungsarbeit wurde am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft der TU Wien in den neunziger Jahren eine Methode entwickelt, welche die routinemässige, kostengünstige und genaue Bestimmung der elementaren Müllzusammensetzung erlaubt. Die Methode wird seit dem Jahre 2000 in der MVA Spittelau in Wien angewandt. Die Anwendung in Wien ist weltweit erstmalig. In den Jahren 2000 bis 2004 wurde diese in einem fünfjährigen Pilotprojekt auf deren Praxistauglichkeit getestet. Das Pilotprojekt wurde von der TU Wien, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt (IWA) und von GEO Partner AG Ressourcenmanagement (GEO) zusammen mit der Fernwärme Wien GmbH (FWW) und den beiden Magistrat Abteilungen MA 22 und MA 48 der Stadt Wien durchgeführt.

**Methode zur kosten-günstigen Bestim-mung der elementa-ren Müllzusam-men-setzung**

Mit Ende September 2004 wurde das letzte von fünf Messjahren des Pilotprojektes beendet. Es wurde ein Endbericht der fünfjährigen Pilotphase verfasst. Die Fernwärme Wien GmbH und die Stadt Wien (MA 22 und 48) haben entschieden, das Stoffflussmonitoring in ähnlicher Weise wie im Pilotprojekt weiterzuführen. Die Müllzusammensetzung wird daher seit dem 1. Mai 2005 weiterhin routinemässig bestimmt.

**Pilotprojekt während 5 Jahren**

Der vorliegende Bericht beschreibt die Resultate des 10. Messjahres. Seit dem 6. Messjahr entspricht das Messjahr nicht mehr einem Kalenderjahr, sondern der Zeitperiode vom 1.5. bis 30.4. des Folgejahres („Messjahr“ 2008/2010). Der Schwerpunkt liegt wie bisher auf der Darstellung der Resultate für die Stoffkonzentrationen und Stoffflüsse im Restmüllinput der MVA. Andere Aspekte befinden sich im Anhang, oder es wird auf den Endbericht des Pilotprojekts „*Online-Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau – Endbericht Synthese der Resultate 2000-2004*“ [Morf et al., 2005] verwiesen.

**10 jährige Messreihe**

## 2. Ziele und Fragestellungen

### Ziele:

Hauptziel des vorliegenden Projektes ist die routinemässige Erfassung der Stoffflüsse von C, Cl, Br, S, Al, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb, Zn, Sb, Sn, Na, K, Ca und Si auf der MVA Spittelau. Zudem soll anhand der vorhandenen Messungen auch die Bestimmung der Müllfeuchte erfolgen. Dieses Ziel wurde wegen Interpretationsproblemen nur bis ins Jahr 2008 verfolgt.

### Erfassung der Stoffflüsse

### Fragestellungen:

Die Fragestellungen betreffen die Ermittlung der Stoffkonzentrationen und Stoffflüsse im Müllinput sowie die Darstellung von jährlichen mittleren Transferkoeffizienten.

- Wie verlaufen die Müllkonzentrationen und Stoffflüsse der untersuchten Elemente sowie die Müllfeuchte mit der Zeit?
- Sind Veränderungen zu den vergangenen Jahren ersichtlich?
- Gibt es Korrelationen zwischen den einzelnen Elementen im Müll?
- Wie sind diese Veränderungen im Vergleich zur Vergangenheit (Variationen/Trends), bzw. sind sie als signifikant einzustufen?
- Verändern sich die Transferkoeffizienten im Laufe der Zeit?

## 3. Vorgehen

Das Vorgehen während des routinemässigen Monitorings in der aktuellen Messperiode vom 1.5.2009 bis zum 30.4.2010 entspricht im Wesentlichen demjenigen des Messjahres 2008/2009. Ausführungen dazu sowie Änderungen im Vergleich zum Vorgehen im Pilotprojekt werden im Anhang (Kap. 8.1) beschrieben.

### Bisheriges Vorgehen beibehalten

## 4. Resultate und Diskussion

In diesem Kapitel werden die Messresultate für den Restmüll während der Zeitsperiode 1.5.2009 bis 30.4.2010 (**=10. Messjahr**) dargestellt. Die Resultate der Güterflüsse sowie die Stoffkonzentrationen der Verbrennungsprodukte werden im Anhang (Kap. 8.2) dargestellt.

Folgende Bemerkungen sind zu beachten:

- Die Müllzusammensetzung wurde für die Elemente **C, Cl, Hg, Cd, Cu, Pb, Zn** und **Al** mit den mittleren Transferkoeffizienten und deren Unsicherheiten aus dem Pilotprojekt 2000-2004 (siehe Morf et al., 2005) berechnet. In den Monaten September / Oktober 2009 und Januar / Februar 2010 wurden deren Transferkoeffizienten (Tk) kontrolliert. Die Resultate dieses Vergleichs sind im Anhang Kap. 8.9 beschrieben. Im Messjahr 2007/2008 wurden die Transferkoeffizienten für die Elemente Sb, Sn und Si neu berechnet. Davon wurde nur der Tk von **Sb** wieder verwendet. Für die Elemente **Na, K** und **Ca** wurden ebenfalls die alten Transferkoeffizienten übernommen (aus der Untersuchung Januar und Februar 2006). Für **Br** wurden die in den Monaten September/Okttober 2006 und Januar bis März 2007 bestimmten Tk verwendet. Für S wurden 2007/2008 erstmals eigene Messungen der Schlacke und EF-Asche durchgeführt und daraus resultierende Transferkoeffizient bestimmt. Der Vergleich mit dem früher verwendeten Tk von Schachermayer et al., 1995 zeigte, dass mehr **S** in die Schlacke und weniger in die EF-Asche geht. Da die Analyseresultate aber unsicher waren, wird seit dem letzten Messjahr mit den neu bestimmten Tk gerechnet. Ebenfalls mit den im letzten Messjahr bestimmten Tk wurden die Elemente **Sn** und **Si** berechnet. Auch hier waren die alten Analysewerte unsicher.
- Der Generalstillstand vom 5.7.-9.7.2009 ist in den grafischen Darstellungen der Resultate der kontinuierlichen Messungen angegeben (als Erklärung für fehlende Messdaten).
- Es wurden sämtliche Analysenwerte für die Berechnungen übernommen, nachdem die meisten Parameter infolge großer Differenzen zu den Vorjahren ein zweites Mal analysiert worden waren. Insbesondere Al (überall viel tiefere Werte) und Br (viel höhere Werte in der Schlacke <8 mm) weichen aber auch gemäß den neuen Analysenwerten deutlich von den Vorjahreswerten ab.
- Die um den Faktor 10 tieferen Sn-Werte der Periode 2008/2009 gegenüber der Periode 2007/2008 haben sich bei der aktuellen Untersuchung bestätigt.
- Die tiefen Fe-Werte gegen Ende der Messperiode röhren unter anderem daher, dass in den Monaten Januar bis März 2010 ein Teil des Schrottanteils aufgrund Vorarbeiten zum Umbau Spittelau über einen „Notaustrag“ in die Schlacke gefördert und erst bei der MA48 weiterbehandelt wurden. Eine gewichtsmäßige Bestimmung dieses Schrott-Anteils in die Schlacke ist nicht möglich.

Die wichtigsten Resultate des laufenden Messjahres 2009/2010 werden jeweils mit denjenigen aus dem letzten Messjahr 2008/2009 verglichen.

## 4.1 Zeitliche Verläufe im aktuellen Messjahr

### 4.1.1 Stoffflüsse im Wiener Restmüll

Abbildung 4-1: Restmüll- und Stofffrachten [t/Jahr] durch die MVA Spittelau während der „Messjahre“ 2008/2009 und 2009/2010 (sortiert nach deren Größe).

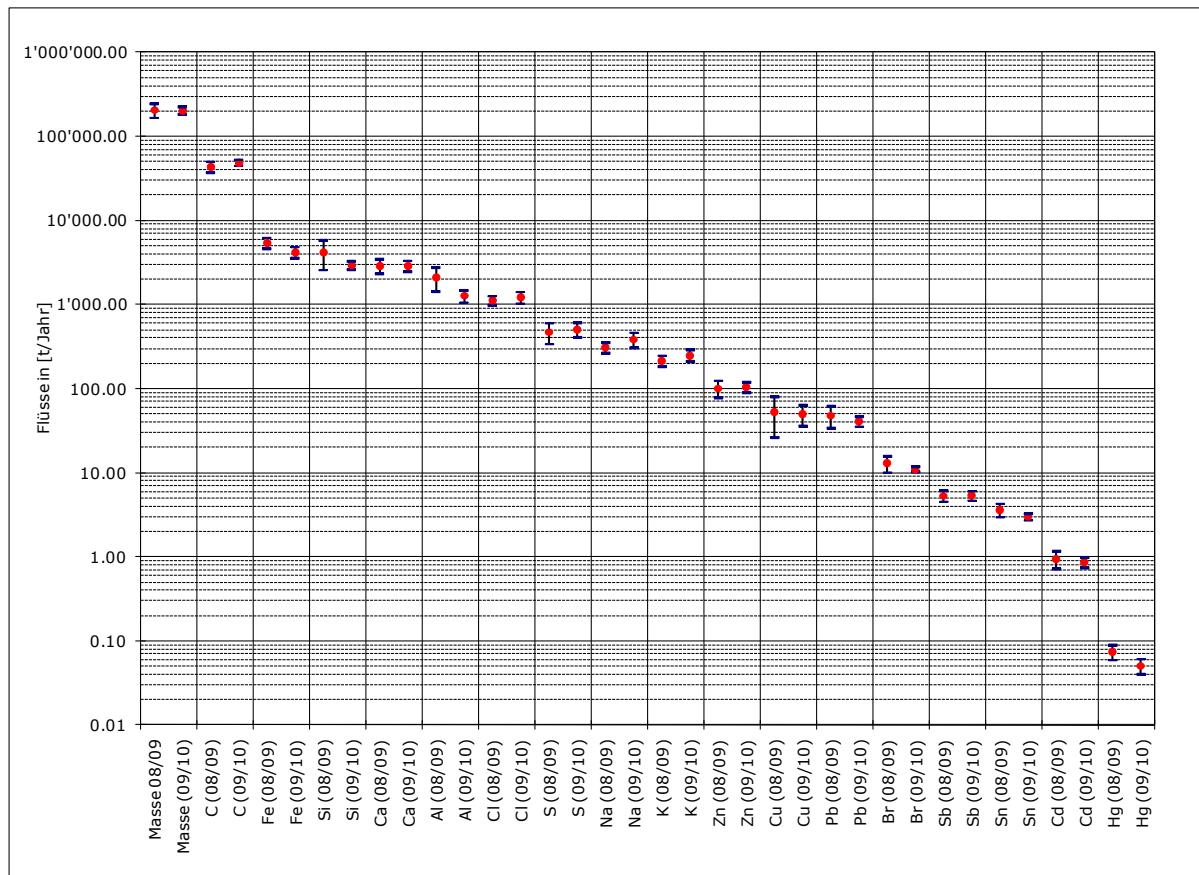


Abbildung 4-1 zeigt die **in den Messjahren 2008/2009** (1.5.08 bis 30.4.09) und **2009/2010** (1.5.09 bis 30.4.2010) auf der MVA Spittelau umgesetzten Stofffrachten.

Im **Jahre 2008/2009** lag die Systemmüllmenge bei 205'000 t und war damit deutlich tiefer als im Vorjahr. Den Trend über die letzten neun Messperioden zeigt Kapitel 4.5.2.

Mit 203'000 t im **Jahre 2009/2010** war die Müllmenge praktisch identisch mit dem Vorjahr. Dem entsprechend veränderten sich die Stoffflüsse der meisten Elemente kaum oder nur dort, wo sich die Konzentrationen deutlich unterscheiden wie bei Fe, Si, Al, Na, Br und Hg.

**Tabelle 4-1** fasst die Schwankungsbereiche für die mittleren monatlichen Stoffumsätze in den Messjahren 2008/2009 und 2009/2010 zusammen. Die Schwankungsbreiten der monatlichen Stofffrachten sind 2009/2010 zum Teil deutlich kleiner geworden. Einzig bei den Elementen Cl und Na sind die Spannweiten grösser. Die Veränderung des Elementes Sn aus dem Messjahr 2008/2009 haben sich im aktuellen Messjahr 2009/2010 bestätigt.

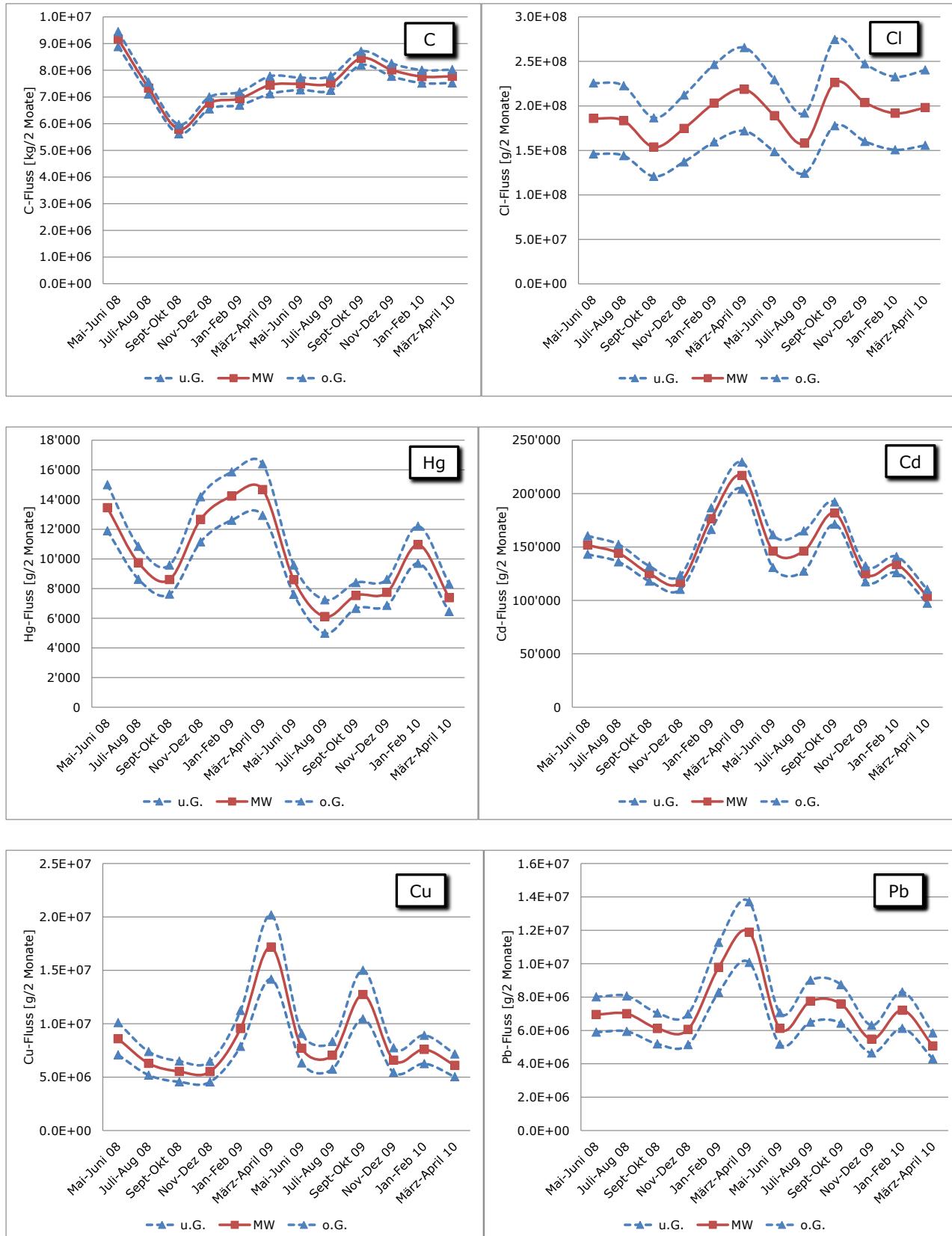
Stoff	<b>Mittlere monatliche Stoffflüsse*</b>	
	<b>2008/2009</b>	<b>2009/2010</b>
<b>C</b>	2900 bis 4600 t	3700 bis 4200 t
<b>Cl</b>	77 bis 110 t	79 bis 110 t
<b>Al</b>	100 bis 260 t	74 bis 120 t
<b>Hg</b>	4.3 bis 7.3 kg	3.1 bis 5.5 kg
<b>Cd</b>	58 bis 110 kg	52 bis 91 kg
<b>Cu</b>	2.8 bis 8.6 t	3.0 bis 6.4 t
<b>Pb</b>	3.0 bis 5.9 t	2.5 bis 3.9 t
<b>Zn</b>	6.5 bis 12 t	6.8 bis 11 t
<b>Fe</b>	200 bis 660 t	100 bis 480 t
<b>Br</b>	0.85 bis 1.5 t	0.77 bis 1.0 t
<b>S</b>	25 bis 54 t	34 bis 46 t
<b>Na</b>	20 bis 31 t	25 bis 35 t
<b>K</b>	14 bis 21 t	17 bis 23 t
<b>Ca</b>	170 bis 280 t	200 bis 260 t
<b>Sb</b>	0.36 bis 0.52 t	0.35 bis 0.49 t
<b>Sn</b>	0.24 bis 0.37 t	0.21 bis 0.28 t
<b>Si</b>	190 bis 540 t	210 bis 270 t

\* Umgerechnet aus Zwei-Monatssummen durch Division durch zwei (Mittel von jeweils zwei Monaten).

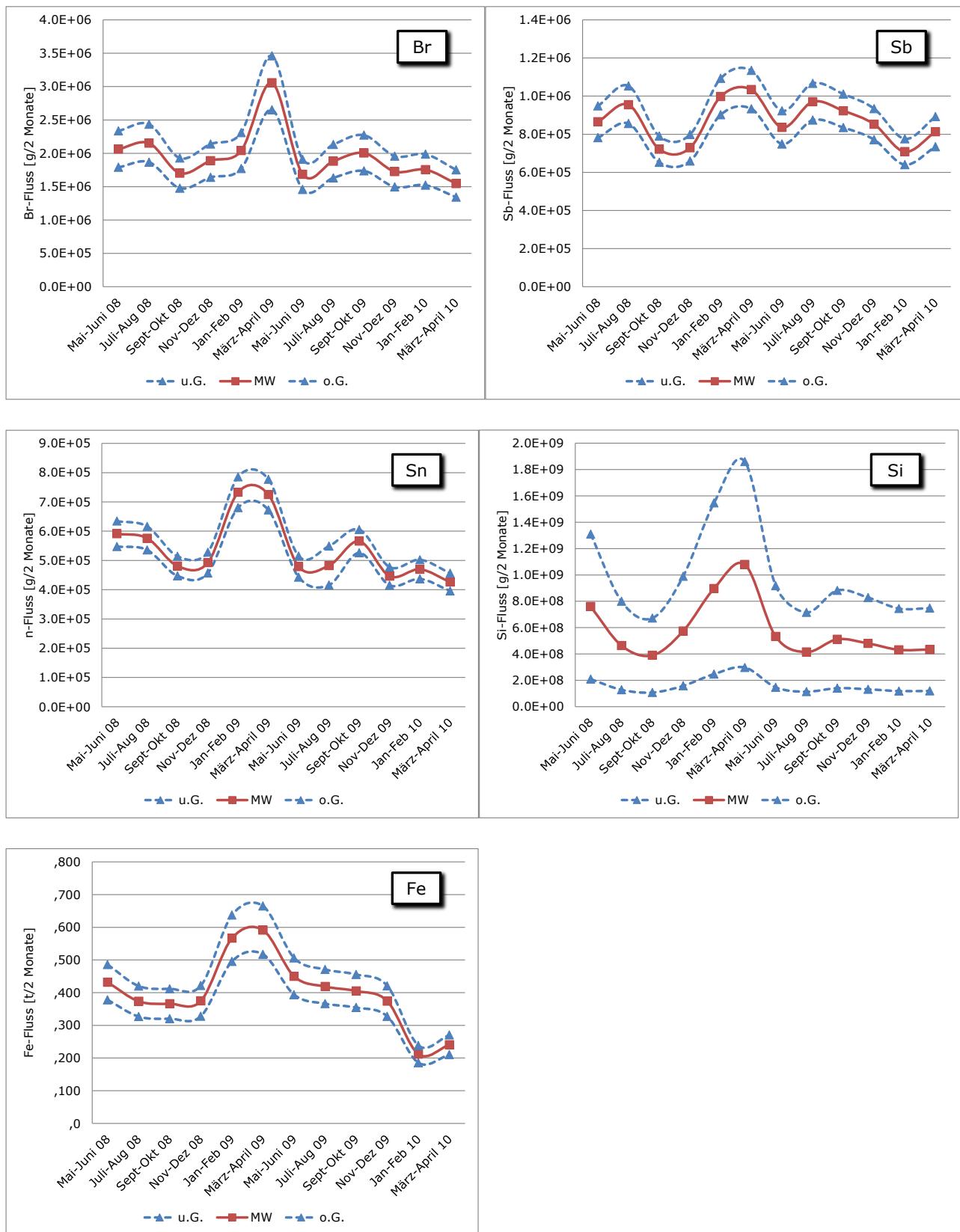
*Tabelle 4-1: Vergleich der Bereiche für die mittleren Stoffflüsse zwischen den Messperioden 2008/2009 und im aktuellen Messjahr 2009/2010, welche durch den Wiener Restmüll in der MVA Spittelau monatlich umgesetzt werden.*

In Abbildung 4-2 sind die **Verläufe der mittleren zwei-monatlichen Stoffflüsse** der untersuchten Parameter aus dem in der MVA Spittelau verbrannten Wiener Restmüll dargestellt. Dabei sind approximative untere und obere 95%-Konfidenzintervallgrenzen angegeben. Zum Vergleich sind die Stoffflüsse der letzten Messphase 2008/2009 ebenfalls dargestellt. Die tiefen Stoffumsätze der Zweimonatsphase September/Oktober 2008 sind bedingt durch den geringeren Mülldurchsatz (Revision). Die zum Teil tiefen Juli/August-Werte in der aktuellen Messperiode 2009/2010 lassen sich wohl eher mit den Sommerferien anstatt mit dem kurzen Generalstillstand vom 5.7.-9.7.2009 erklären. Auffallend an den Verläufen ist vor allem die deutliche Abnahme des Fe-Flusses sowie der (Wieder)anstieg des C-Flusses.

**Abbildung 4-2:** Geglätteter Verlauf der mittleren, zwei-monatlichen Stoffflüsse im Wiener Restmüll bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2008 - 30.4.2009 („Messjahr“ 2008/2009) und 1.5.2009 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010) (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls); Für Eisen werden monatliche Mittelwerte angegeben.







#### 4.1.2 Mittlere, monatliche Stoffkonzentrationen im Wiener Restmüll

Tabelle 4-2 zeigt den Vergleich zwischen der Wiener Restmüllzusammensetzung der Messphase 1.5.2008 – 30.4.2009 und 1.5.2009 – 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010).

Stoff	[2008/2009] (Systemmüll) [g/kg FS]	[2009/2010] (Systemmüll) [g/kg FS]	Relativer Unterschied zwischen 2009/2010 und 2008/2009 (in %)
C	215 ± 28	230 ± 20	+ 7 %
Cl	5.6 ± 0.6	5.8 ± 0.6	+ 4 %
Fe	27 ± 3	21 ± 5	- 22 %
Al*	10 ± 1.5	6.0 ± 1.1	- 40 %
Pb	0.23 ± 0.04	0.20 ± 0.05	- 13 %
Zn	0.49 ± 0.08	0.50 ± 0.10	+ 2 %
Cu	0.25 ± 0.09	0.24 ± 0.07	- 4 %
Cd	0.0046 ± 0.0007	0.0042 ± 0.0009	- 9 %
Hg	0.00036 ± 0.00004	0.00025 ± 0.00005	- 31 %
Sb	0.026 ± 0.003	0.024 ± 0.006	- 8 %
Sn	0.018 ± 0.002	0.014 ± 0.002	- 22 %
Br*	0.064 ± 0.01	0.053 ± 0.008	- 17 %
S*	2.3 ± 0.3	2.4 ± 0.2	+ 4 %
Na	1.5 ± 0.1	1.8 ± 0.2	+ 20 %
K	1.1 ± 0.07	1.2 ± 0.1	+ 9 %
Ca	14 ± 0.7	14 ± 1.5	+/- 0 %
Si*	20 ± 4.4	14 ± 1.8	- 30 %

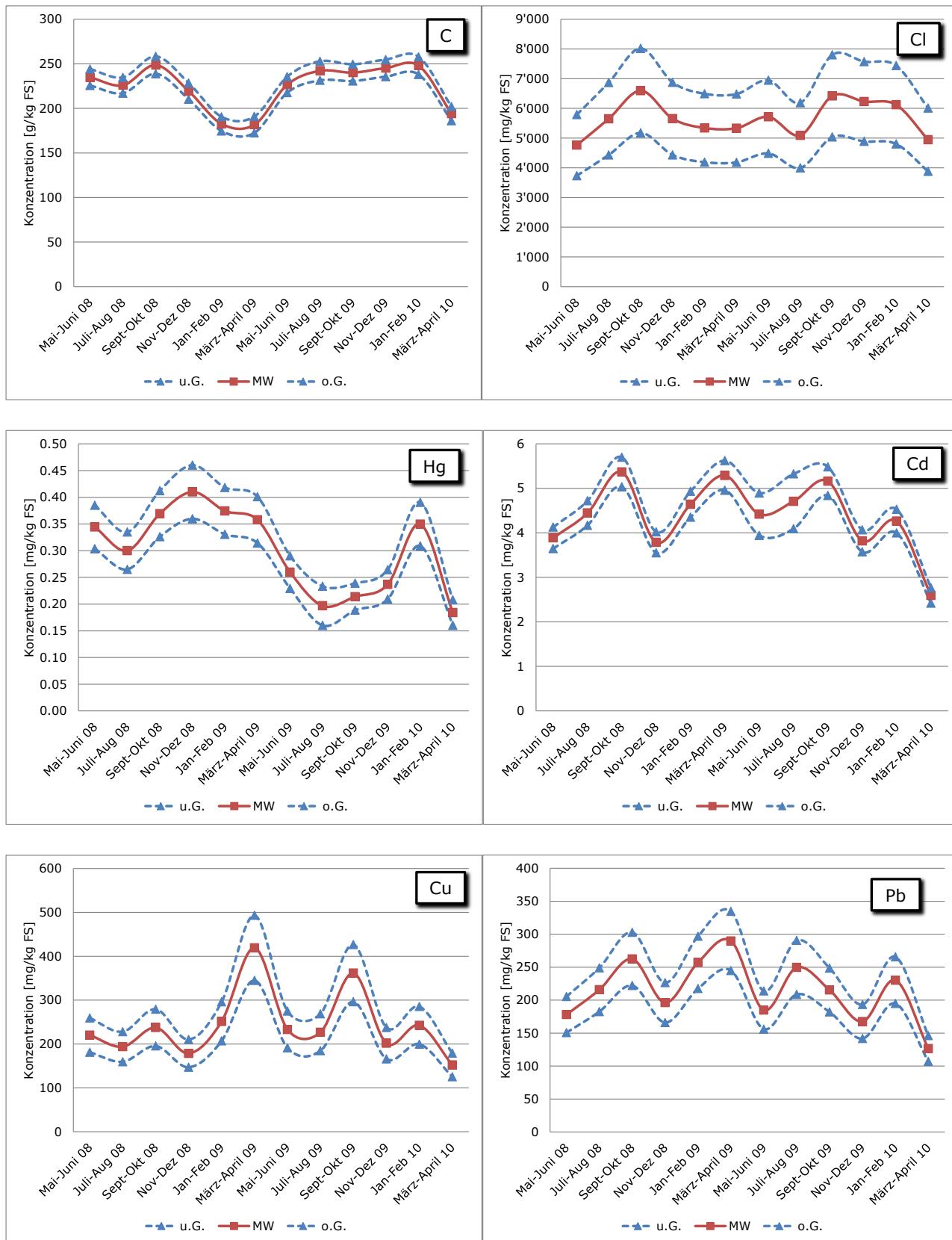
\* Werte 2008/2009 waren unsicher aufgrund Analysenunsicherheiten

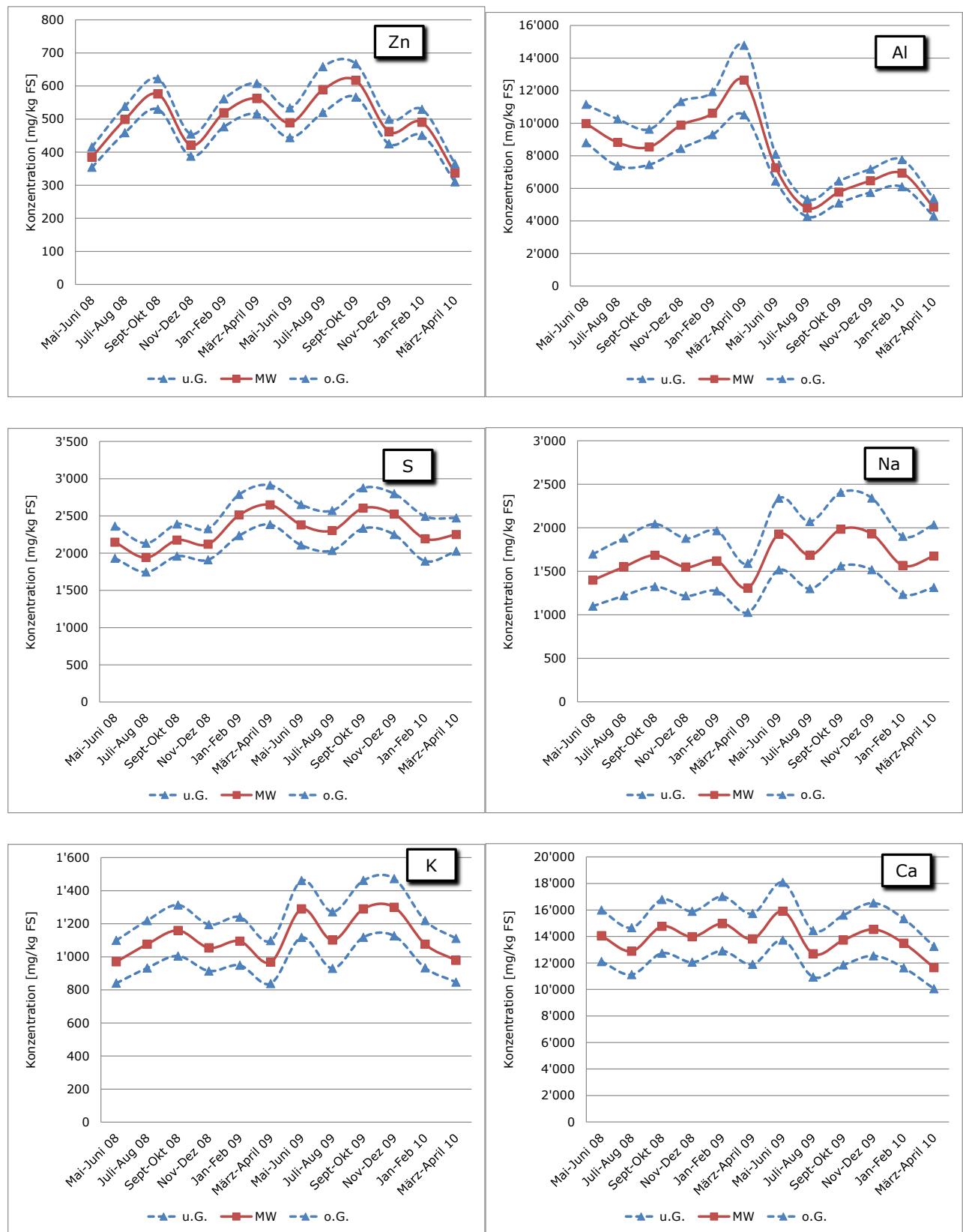
Tabelle 4-2: Vergleich der Wiener Müllzusammensetzungen [g/kg Müll (FS)] 2008/2009 sowie 2009/2010 auf der MVA Spittelau.

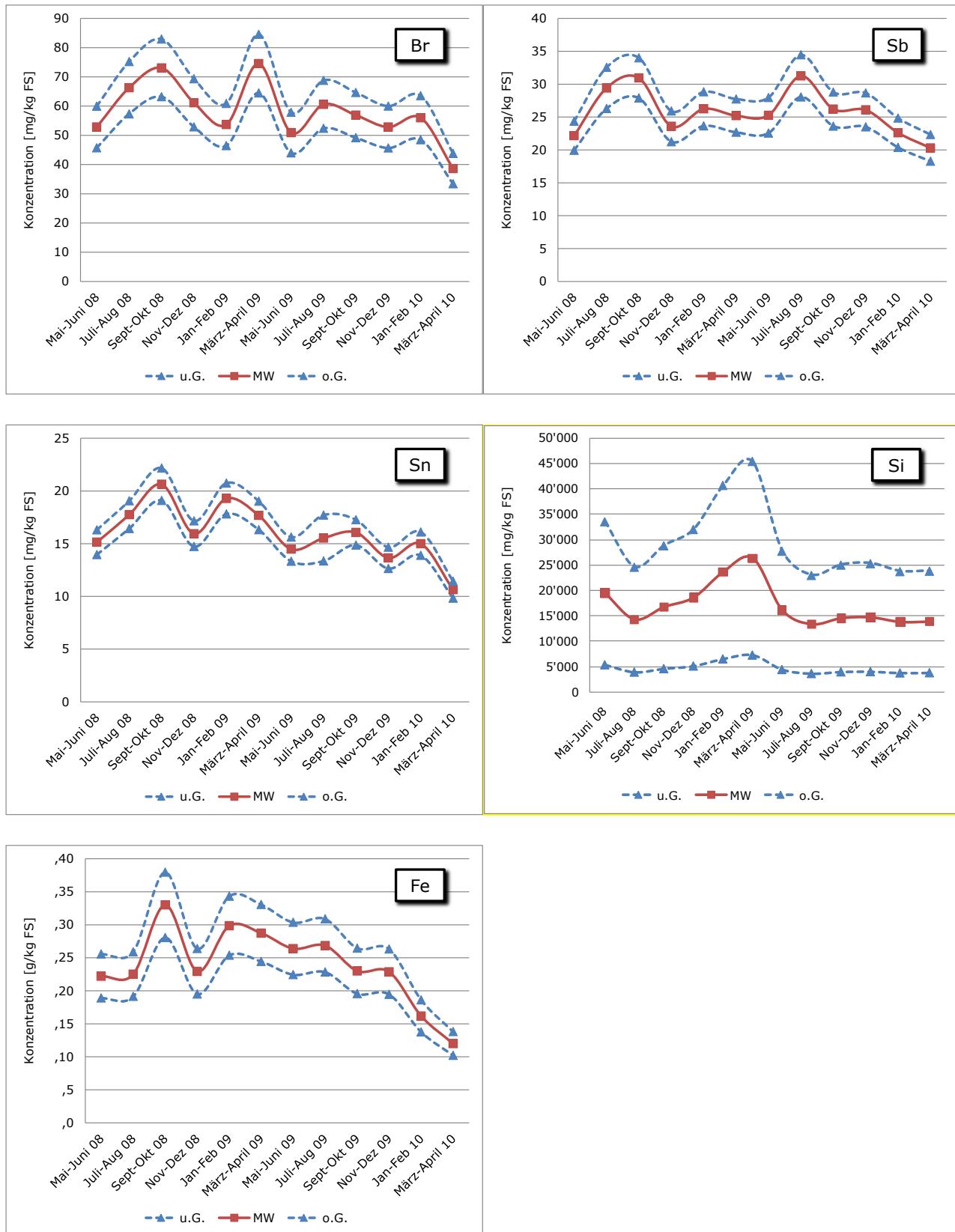
Nachdem sich zwischen den Messjahren 2007/2008 und 2008/2009 die Konzentrationen von acht der sechzehn vergleichbaren Elemente erhöhten, verringerten sie sich nun bei neun Elementen wieder. Signifikant sind die Abnahmen von Al (-40%), Hg (-31%) und Si (-30%) sowie die Zunahme von Na (+20%).

In Abbildung 4-3 sind die Verläufe der **mittleren Stoffkonzentrationen** des Wiener Restmülls in der MVA Spittelau während der beiden Messphasen 1.5.2008 – 30.4.2009 („Messjahr“ 2008/2009) und 1.5.2009 – 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010) dargestellt. Dabei sind approximative untere und obere 95%- Konfidenzintervallgrenzen angegeben.

*Abbildung 4-3: Geglätteter Verlauf der mittleren, zwei-monatlichen Stoffkonzentrationen im Wiener Restmüll bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2008 - 30.4.2009 („Messjahr“ 2008/2009) und 1.5.2009 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010) (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls).*







Messjahr 2009/2010:

Gegenüber dem Messjahr 2008/2009 steigen einzig die Konzentrationen der Elemente C, S, Na und K deutlich an. Insbesondere die Zunahme des C-Gehaltes ist vor dem Hintergrund der starken Abnahme im letzten Messjahr 2008/2009 interessant. Die erneute Zunahme des S-Gehaltes bestätigt den bisherigen Trend. Deutlich geringere Konzentrationen weisen die Elemente Al und Fe auf. Beim Al liegt der Grund der Abnahme ev. bei unsicheren Analysewerten, beim Fe wurde in den ersten drei Monaten von 2010 eine unbestimmte Schrottmenge direkt in die Schlacke transferiert und konnte so nicht bilanziert werden. Die übrigen Elemente weisen eher eine Konzentrationsabnahme oder einen +/- konstanten Verlauf auf. Innerhalb des Jahres können markante Schwankungen auftreten. Die Abnahme der Hg- und Cd-Konzentrationen setzt sich weiter fort.

Stoff	Mittlere Stoffkonzentrationen (bezogen auf Feuchtsubstanz)	
	2008/2009 (zweimonatlich)	2009/2010 (zweimonatlich)
C	180 bis 250 g/kg	210 bis 250 g/kg
Cl	4.8 bis 6.6 g/kg	5.0 bis 7.4 g/kg
Al	8.6 bis 13 g/kg	5.0 bis 7.1 g/kg
Hg	0.30 bis 0.41 mg/kg	0.18 bis 0.30 mg/kg
Cd	3.8 bis 5.4 mg/kg	3.3 bis 5.1 mg/kg
Cu	180 bis 420 mg/kg	170 bis 310 mg/kg
Pb	180 bis 290 mg/kg	150 bis 240 mg/kg
Zn	380 bis 580 mg/kg	400 bis 600 mg/kg
Fe	18 bis 37 g/kg	17 bis 26 g/kg
Sb	22 bis 31 mg/kg	22 bis 29 mg/kg
Sn	15 bis 21 mg/kg	12 bis 16 mg/kg
Br	53 bis 75 mg/kg	45 bis 60 mg/kg
S	2.0 bis 2.5 g/kg	2.2 bis 2.5 g/kg
Na	1.3 bis 1.7 g/kg	1.6 bis 2.0 g/kg
K	0.97 bis 1.2 g/kg	1.0 bis 1.3 g/kg
Ca	13 bis 15 g/kg	12 bis 15 g/kg
Si	14 bis 26 g/kg	12 bis 16 g/kg

Tabelle 4-3: Vergleich der Bereiche für die mittleren Stoffkonzentrationen im Wiener Restmüll in der MVA Spittelau in den Messjahren 2008/2009 und 2009/2010 (aktuelles Messjahr).

## 4.2 Korrelationen zwischen Stoffkonzentrationen im Müll

Tabelle 4-4 zeigt die berechneten Korrelationskoeffizienten für die Zeitperiode 1.5.09 bis 30.4.2010. Starke Korrelationskoeffizienten wurden für Sn mit Cd (0.98), Zn (0.95), Pb (0.90), Br (0.95) und Cu (0.80), sowie für Cd mit Zn (0.97), Cu (0.85) und Pb (0.84) sowie Br mit Pb (0.93), S und Na (0.92) und Na und K (0.90) festgestellt. Gegenüber dem letzten Messjahr 2008/2009 gibt es etwa gleich starke Korrelationen. Die starken Korrelationen von K und Na, Zn

und Cd sowie Zn und Sn haben sich bestätigt. Verschwunden sind die starken Korrelationen von Si mit S.

	<b>C</b>	<b>Cl</b>	<b>Al</b>	<b>Hg</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Sb</b>	<b>Sn</b>	<b>S</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Si</b>	<b>Br</b>
<b>C</b>	1.00	0.67	0.41	0.50	<b>0.76</b>	0.53	<b>0.78</b>	<b>0.73</b>	0.56	0.60	<b>0.85</b>	0.30	0.14	0.50	0.43	0.63	0.92
<b>Cl</b>		1.00	0.65	0.51	0.53	0.67	0.24	0.42	0.20	0.01	0.54	0.62	0.51	<b>0.71</b>	0.57	0.65	0.44
<b>Al</b>			1.00	<b>0.79</b>	0.25	0.18	0.07	0.02	0.20	-0.19	0.29	0.10	0.27	0.55	<b>0.85</b>	<b>0.77</b>	0.17
<b>Hg</b>				1.00	0.21	0.12	0.34	0.03	-0.13	-0.27	0.32	-0.34	-0.31	0.05	0.40	0.39	0.29
<b>Cd</b>					1.00	<b>0.85</b>	<b>0.84</b>	<b>0.97</b>	<b>0.75</b>	0.69	<b>0.98</b>	0.45	0.37	0.58	0.45	0.69	<b>0.90</b>
<b>Cu</b>						1.00	0.57	<b>0.83</b>	0.41	0.34	<b>0.80</b>	0.60	0.47	0.55	0.29	0.50	0.62
<b>Pb</b>							1.00	<b>0.85</b>	0.53	0.68	<b>0.90</b>	-0.03	-0.18	0.12	0.10	0.36	<b>0.93</b>
<b>Zn</b>								1.00	<b>0.73</b>	<b>0.78</b>	<b>0.95</b>	0.46	0.32	0.49	0.26	0.53	<b>0.91</b>
<b>Fe</b>									1.00	<b>0.87</b>	0.70	0.50	0.57	<b>0.71</b>	0.62	<b>0.76</b>	0.69
<b>Sb</b>										1.00	0.69	0.34	0.26	0.39	0.20	0.41	<b>0.79</b>
<b>Sn</b>											1.00	0.35	0.25	0.52	0.42	0.67	<b>0.95</b>
<b>S</b>												1.00	<b>0.92</b>	<b>0.84</b>	0.43	0.51	0.26
<b>Na</b>													1.00	<b>0.90</b>	0.64	0.64	0.10
<b>K</b>														1.00	<b>0.84</b>	<b>0.88</b>	0.41
<b>Ca</b>															1.00	<b>0.96</b>	0.29
<b>Si</b>																1.00	0.55
<b>Br</b>																	1.00

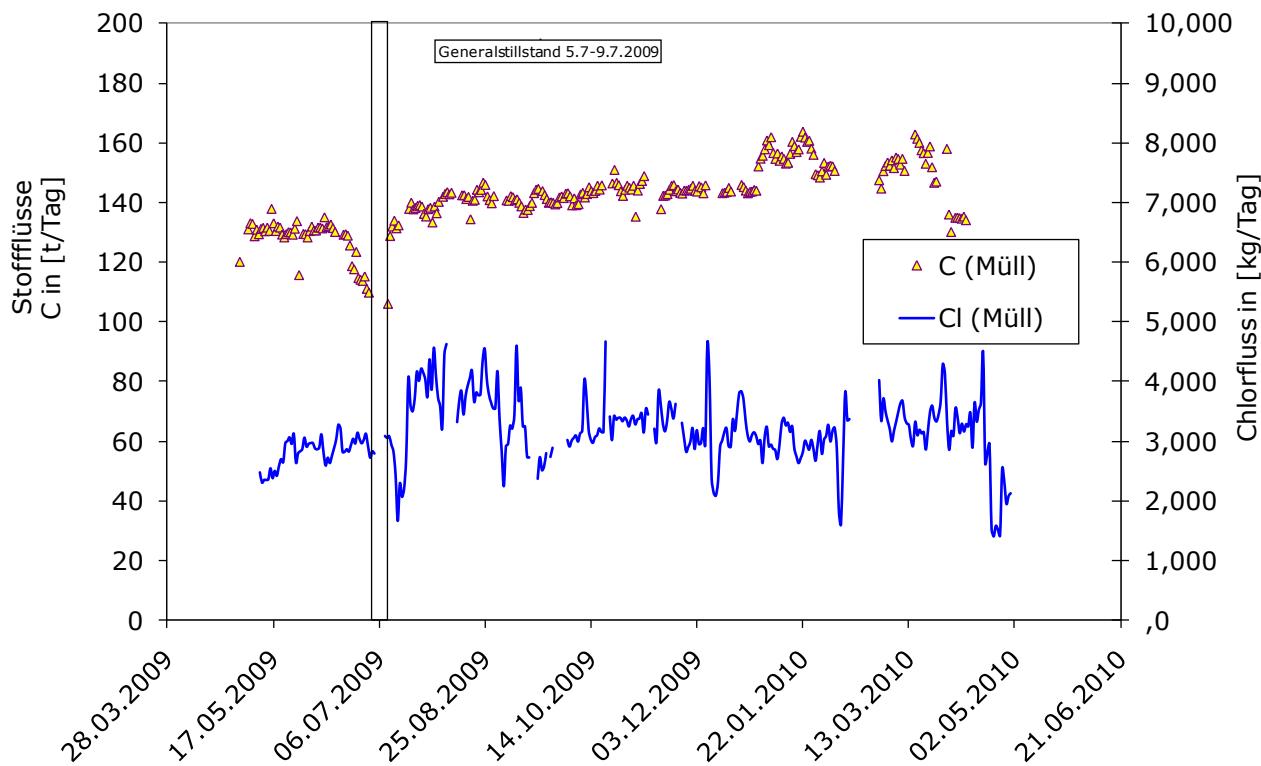
Tabelle 4-4: (Pearson-)Korrelationskoeffizienten zwischen Monatsmittelwerten verschiedener Müllkonzentrationen auf der MVA Spittelau in der Messperiode 1.5.2009 - 30.4.2010.

#### 4.3 Tageswerte von Stofffrachten im Restmüll

Für die nach wie vor online gemessenen Stoffkonzentrationen C und Cl können mit den entsprechenden Massenflüssen Reingas, gereinigtes Abwasser, Wässcher-1-Abwasser und den inversen Transferkoeffizienten wiederum die täglichen C und Cl Stoffflüsse im Müll berechnet werden. In Abbildung 4-4 sind die Verläufe der mittleren Stoffflüsse, welche über den Wiener Restmüll in der MVA Spittelau täglich umgesetzt werden dargestellt. Verschiedene Betriebsstörungen der beiden Messgeräte für C und Cl verhinderten wiederum die lückenlose Erfassung der Stoffkonzentrationen bzw. Errechnung der täglichen Stoffflüsse. Die Hg-Messung wurde 2007 eingestellt.

Die Variationen zwischen den einzelnen Tagen betragen in der Messperiode 2009/2010 für Kohlenstoff zwischen 110 und 170 t (ohne Ausreißer und Revisionszeit). Die Chlorwerte müssen allerdings stark angezweifelt werden (siehe auch Kapitel 8.8.1, Abbildung 8-7). Der C-Fluss stieg über das gesamte Messjahr 2009/2010 deutlich an und erreichte wieder die Werte von 2008.

*Abbildung 4-4: Verlauf der mittleren, täglichen Stoffflüsse für C und Cl im Wiener Restmüll, bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010) (Tagessummen).*

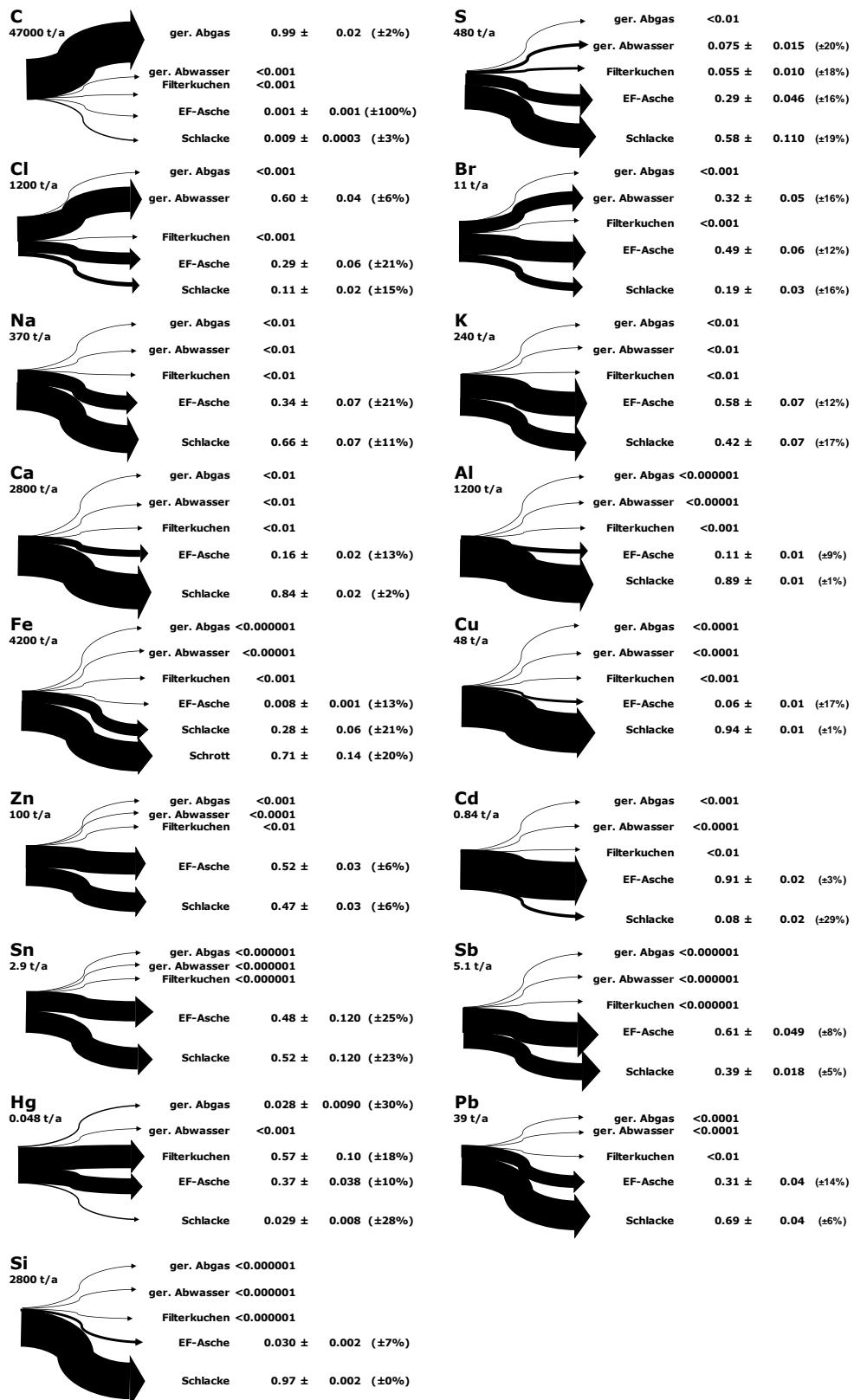


## 4.4 Stoffverteilung in der MVA Spittelau

### 4.4.1 Mittlere Stoffverteilung während des Messjahres 2009/2010

Die berechneten Stofffrachten im Müllinput der MVA Spittelau verteilen sich gemäß den physikalisch/chemischen Eigenschaften der Elemente, der Inputzusammensetzung des Mülls und des Prozessverhaltens auf die verschiedenen Verbrennungsprodukte. Die Stoffverteilung kann in Form von Sankey-Diagrammen mittels des Verteilungskoeffizienten (sog. Transferkoeffizienten) beschrieben werden. Diese Darstellung erlaubt einen schnellen Überblick über die Stoffflüsse im untersuchten System. In Abbildung 4-5 sind auch die entsprechenden Stofffrachten, welche im Restmüll in der MVA im Mittel pro Jahr umgesetzt werden, angegeben. Sie basieren auf den in Kapitel 8.9 definierten Transferkoeffizienten. Die Transferkoeffizienten ins Reingas, gereinigte Abwasser und in den Filterkuchen werden, falls keine bzw. nur einzelne Messwerte zur Verfügung standen mit „<“ geschätzt.

**Abbildung 4-5:** Mittlere verwendete Transferkoeffizienten für die ausgewählten Elemente vom Restmüllinput (mit Angabe des mittleren jährlichen Stoffinputs) in die Verbrennungsprodukte für die Messperiode 01.05.09 bis 31.03.10 inklusive der Angabe der approximativen 95%- Konfidenzintervalle ( $\approx \pm 2\sigma$ ).

**MVA Spittelau**

Mittels der Inputfrachten und der Transferkoeffizienten können die in der Messperiode jährlich im Mittel anfallenden Stoffmengen in den Verbrennungsprodukten der MVA Spittelau abgeschätzt werden (siehe Tabelle 4-5).

Messjahr 2009/2010:

	C t/a	S t/a	Cl t/a	Br t/a	Na t/a	K t/a	Ca t/a	Si t/a	Al t/a
<b>Input</b> Restmüll	47'000	480	1'200	11	370	240	2'800	2'800	1'200
<b>Output</b> Reingas	43'000	<4.7	<1.1	<0.013	<3.1	<2.1	<29	<0.0042	<0.0021
Abwasser	<43	35	660	4.2	<3.1	<2.1	<29	<0.0042	<0.021
Filterkuchen	<43	26	<1.1	<0.013	<3.1	<2.1	<29	<0.0042	<2.1
EF-Asche	43	140	320	6.4	110	120	460	130	230
Schlacke	390	270	120	2.5	200	88	2'400	4'100	1'900
Schrott	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Fe t/a	Cu t/a	Zn t/a	Cd t/a	Sn t/a	Sb t/a	Hg t/a	Pb t/a
<b>Input</b> Restmüll	4'200	48	100	0.84	2.9	5.1	0.048	39
<b>Output</b> Reingas	<0.0041	<0.0049	<0.10	<0.00086	<0.0000030	<0.0000053	0.0014	<0.0049
Abwasser	<0.041	<0.0049	<0.010	<0.000086	<0.0000030	<0.0000053	<0.000050	<0.0049
Filterkuchen	<4.1	<0.049	<1.0	<0.0086	<0.0000030	<0.0000053	0.029	<0.49
EF-Asche	33	2.9	52	0.78	1.50	3.2	0.019	12
Schlacke	1'100	46	47	0.069	1.6	2.1	0.0015	27
Schrott	2'900	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 4-5: Mittlere jährliche Stoffverteilung für die ausgewählten Elemente vom Restmüllinput in die Verbrennungsprodukte während der Messperiode zwischen dem 01.05.09 und dem 30.4.10 in t/a.  
(Angabe mit 2 relevanten Stellen)

## 4.5 Vergleich mit früheren Jahren (Trends)

### 4.5.1 Mittlere jährliche Stoffkonzentrationen

Abbildung 4-6 zeigt die Verläufe der mittleren Stoffkonzentrationen im Restmüll in der MVA Spittelau für zehn Jahreszeiträume während der Zeit vom 1.2.2000 bis 30.4.2010. Das zeitliche Verhalten der zehn Jahresmittelwerte ist für die einzelnen Stoffe unterschiedlich. Folgende Entwicklungen der Müllkonzentrationen können dabei zusammengefasst werden:

Für den **Kohlenstoffgehalt** folgen auf den zwischenzeitlich höchsten Wert im Jahre 2001 in den nächsten drei Jahren wieder tiefere Werte. Von 2004 bis 2009/2010 war ein deutlich positiver Trend bis zum Maximum im aktuellen Messjahr 2009/2010 erkennbar (240 g/kg). Innerhalb dieser Periode ging einzig im vorhergehen Messjahr die C-Konzentration leicht zurück. Gegenüber den Verhältnissen im Jahr 2000 sind die Veränderungen nun als signifikant zu bewerten.

Für **Chlor** ist nach einem fast konstanten Wert bei ca. 4.6 g/kg in den vier ersten Jahren von 2004 bis 2007 eine deutliche Steigerung der Konzentration zu verzeichnen (ca. +45%). Nach einem deutlichen Rückgang steigen nun die Kon-

zentrationen seit 2007/2008 nun wieder an und erreichten in diesem Messjahr 2009/10 die zweithöchsten je gemessenen Werte.

Für **Quecksilber** konnte der deutliche Abnahmetrend der Müllkonzentration nach einem Zwischenpeak 2007/2008 weiter beobachtet werden. Wie auch beim Cd konnte im aktuellen Messjahr 2009/2010 der tiefste gemessene Wert festgestellt werden (0.25 mg/kg). Die Variation hat sich gegenüber dem letzten Messjahr 2008/2009 wieder etwas vergrößert. Der Unterschied gegenüber 2008/2009 ist aber dennoch signifikant.

Nachdem der Gehalt von **Cadmium** in den ersten 5 Jahren von 7 auf 5 mg/kg signifikant abgenommen hat und sich während vier Jahren auf diesem Niveau stabilisiert hatte, musste im vorletzten Messjahr eine erneute Zunahme der Konzentration beobachtet werden. Im aktuellen Messjahr 2009/2010 sank die Konzentration nun wie schon im Vorjahr wieder stark auf den tiefsten gemessenen Wert von 4.3 mg/kg. Die Schwankungen innerhalb des Jahres blieben gegenüber dem Messjahr 2008/2009 auf dem gleich hohen Niveau (stark schadstoffbeladene Einzelfrachten?).

Nach einer leicht steigenden Konzentration im Messjahr 2008/2009 verzeichnen die Elemente **Kupfer** (243 mg/kg) und **Blei** (202 mg/kg) nun wieder eine fallende Tendenz. Die beiden Elemente weisen eine stark korrelierende Konzentration auf. Eine signifikante Veränderung gegenüber 2000 ist nicht feststellbar.

Die Konzentrationen des Elements **Zink** im Müll sind gegenüber 2008/2009 wieder leicht angestiegen. Die aktuellen Konzentrationen liegen mit 0.51 g/kg wieder ähnlich hoch wie 2003.

Beim **Aluminium** (6.2 g/kg) ist die Konzentration in diesem Messjahr regelrecht eingebrochen. Ob dieses Resultat aber nicht auf fehlerhafte Analysenwerte zurückzuführen ist müsste noch abgeklärt werden.

Auch für **Eisen** wurde mit 21 g/kg noch nie ein so tiefer Wert gemessen. Der Schrottanteil nahm aber gegen Ende des Messjahres 2009/2010 aber auch stark ab.

Der scheinbare Abwärtstrend für die Elemente **Natrium** und **Kalium** hat sich nicht bestätigt. Die neusten Gehalte sind wieder so hoch wie 2005/06.

Die Gehalte für **Calcium** bleiben mit 14 g/kg auf praktisch unverändertem Niveau.

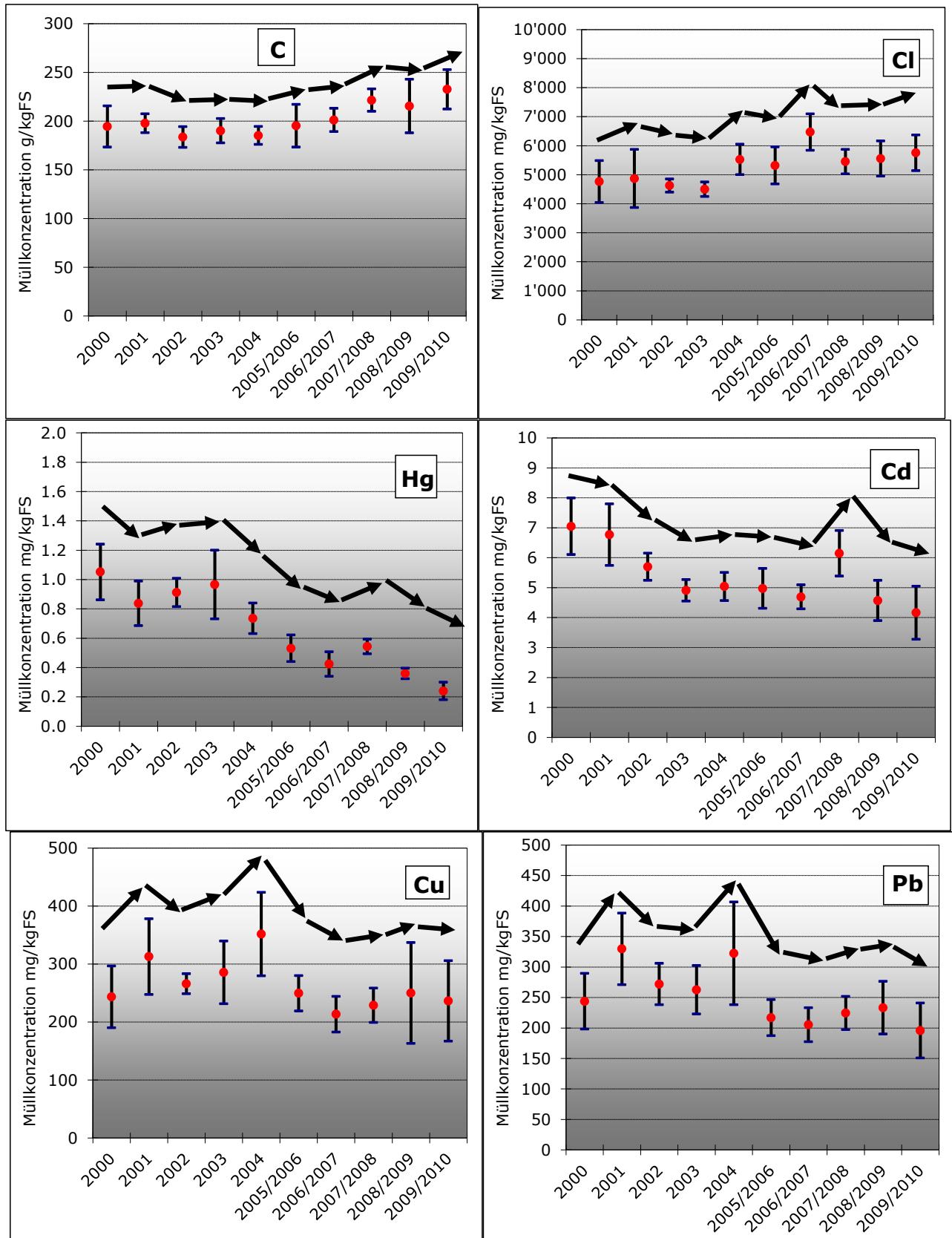
Der Gehalt an **Schwefel** (2.5 g/kg) stieg gegenüber 2008/2009 weiter an.

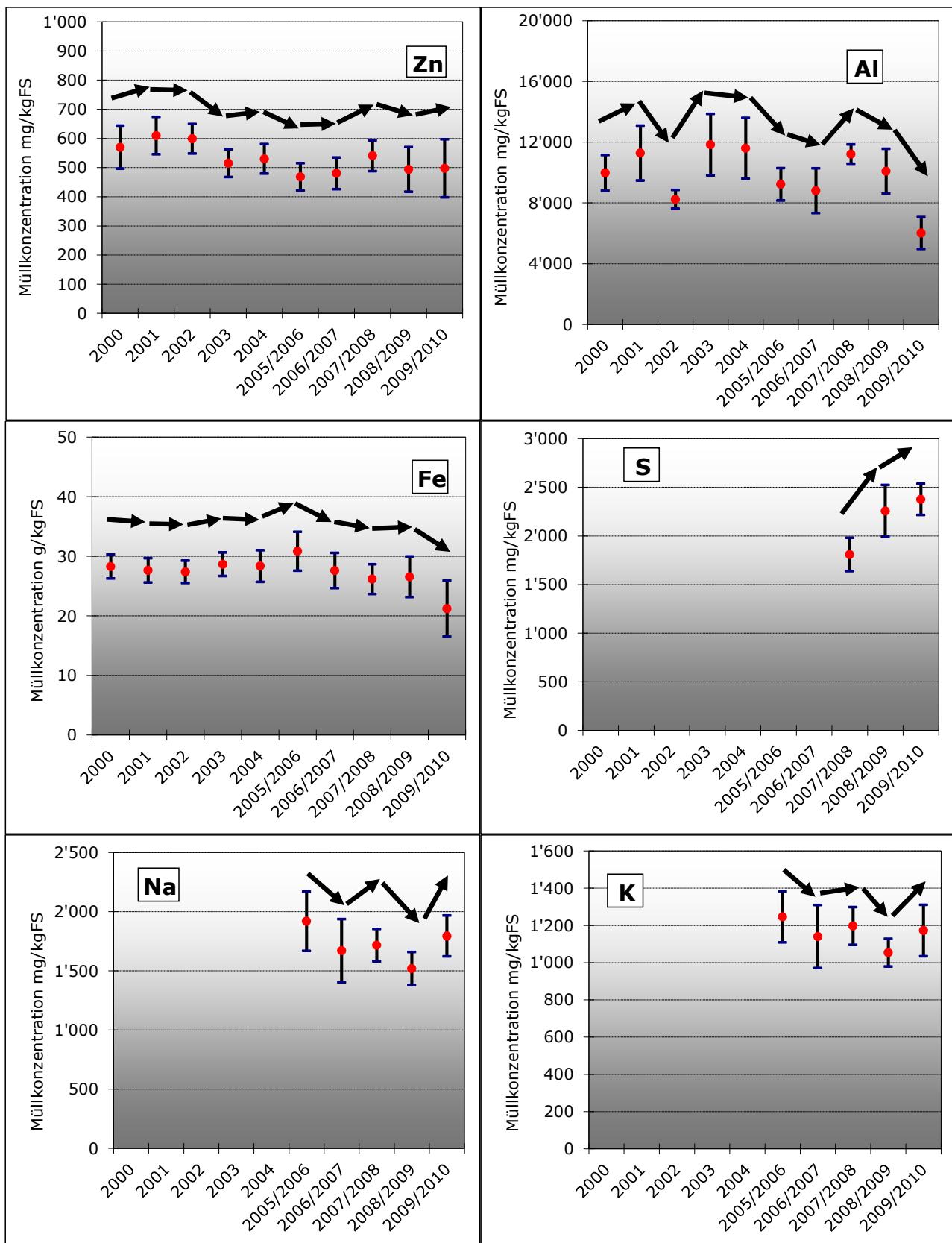
Die Zunahme beim **Brom** während der letzten Jahre wurde gebrochen. Der Gehalt (54 mg/kg) liegt jetzt wieder beim Wert von 2007/2008.

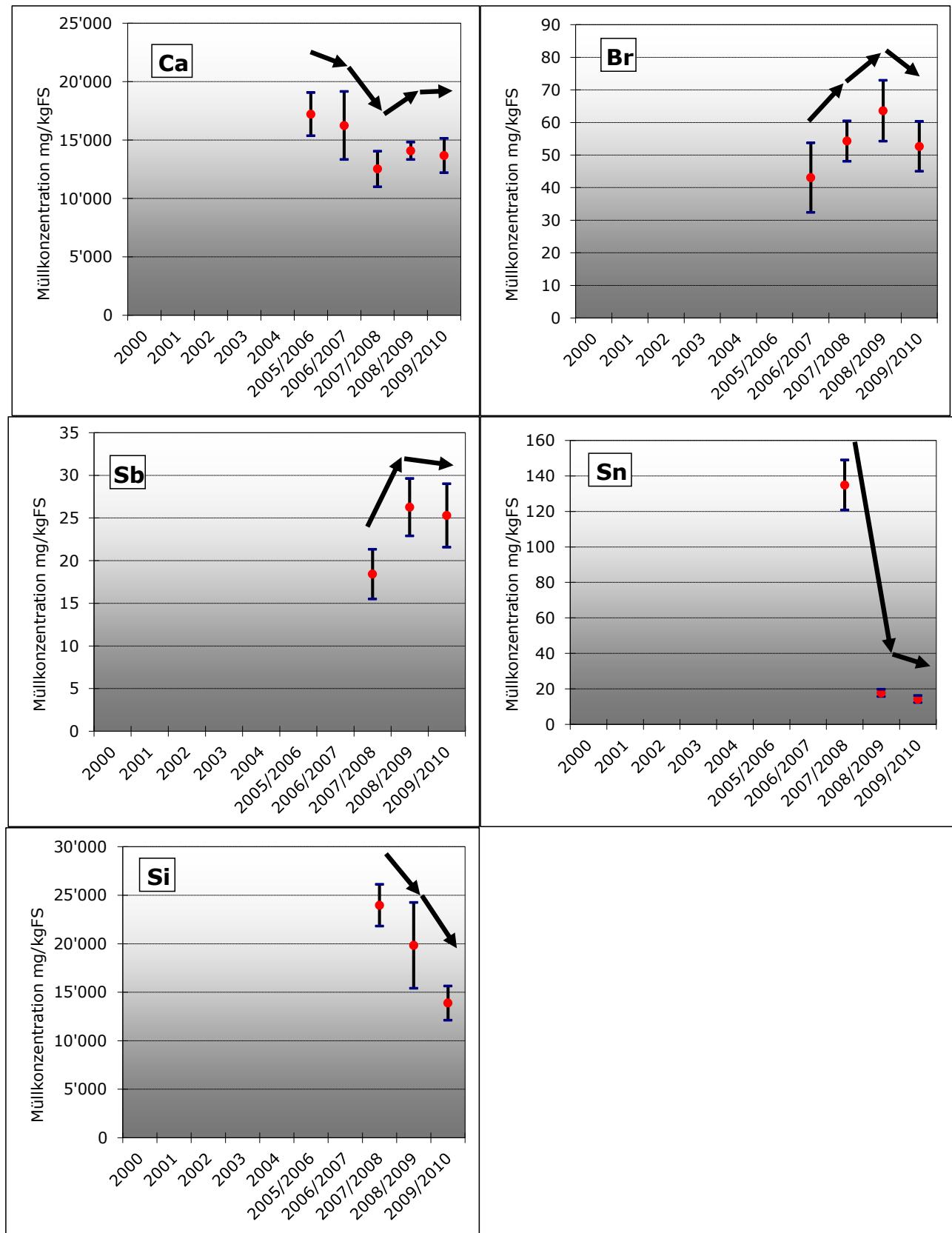
Der aktuellen Gehalte von **Antimon** (26 mg/kg) und **Zinn** (15 mg/kg) bestätigen die letztjährigen Werte exakt.

Der Fehlerbereich beim **Silizium** konnte deutlich verringert werden. Die Abnahme der Konzentration (14 g/kg) ist nun signifikant.

*Abbildung 4-6: Vergleich der mittleren, jährlichen Stoffkonzentrationen von C, Cl, Hg, Cd, Cu, Pb, Zn, Al, Fe, S, Na, K, Ca, Br, Sb, Sn und Si im Restmüll in der MVA Spittelau bestimmt auf der MVA Spittelau, während der Messphase 01.02.00 bis 31.03.10 (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls).*





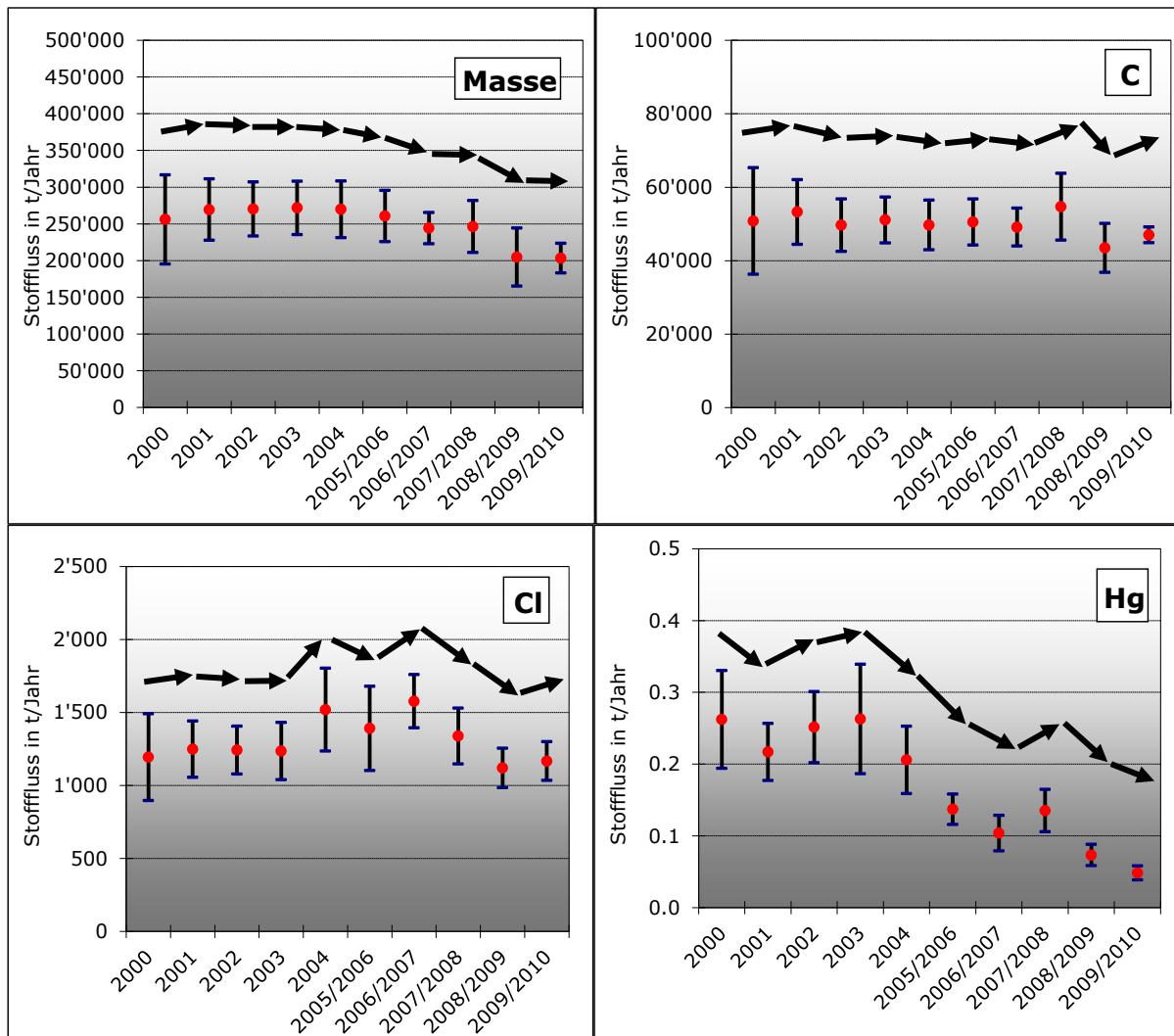


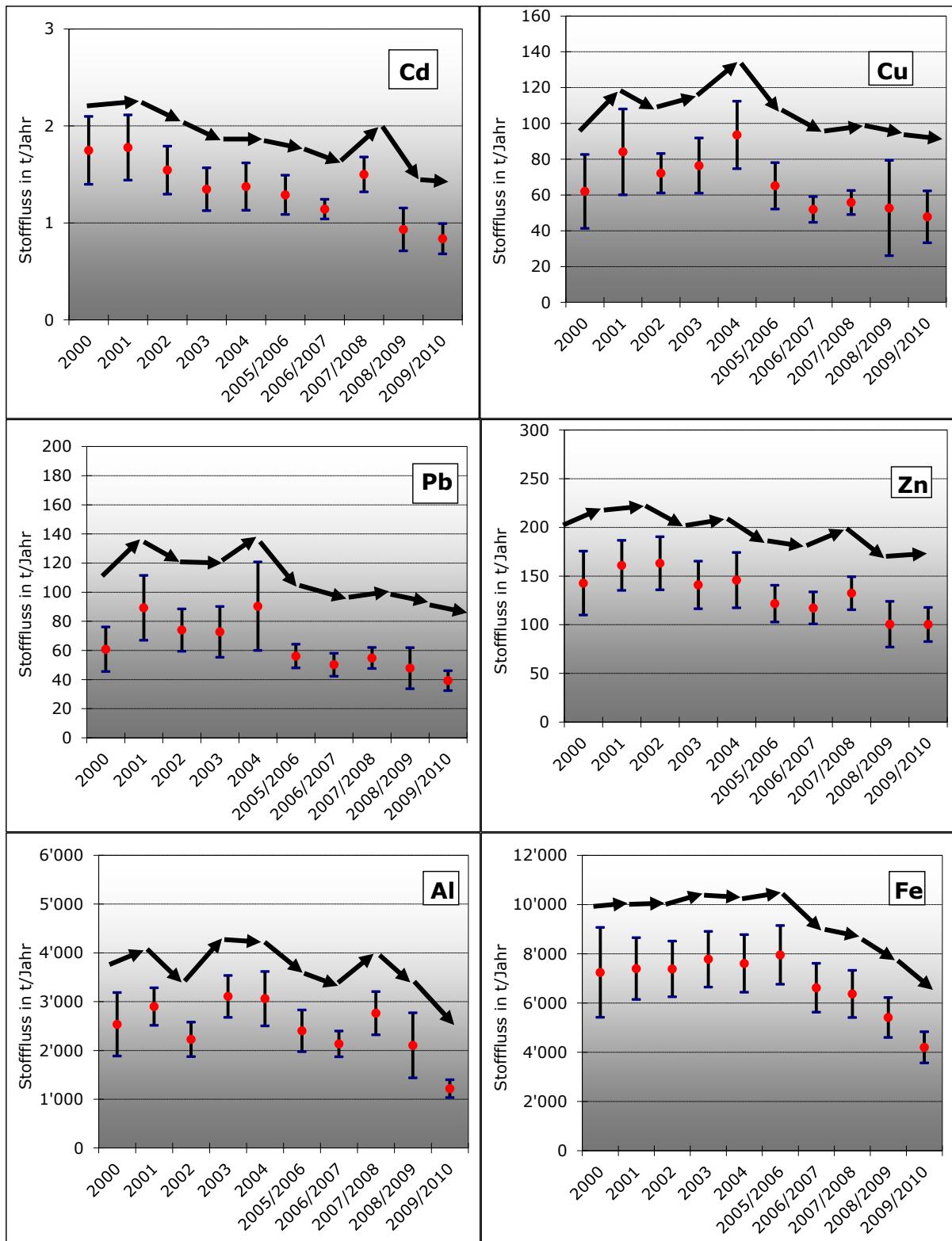
#### 4.5.2 Jährliche Stofffrachten

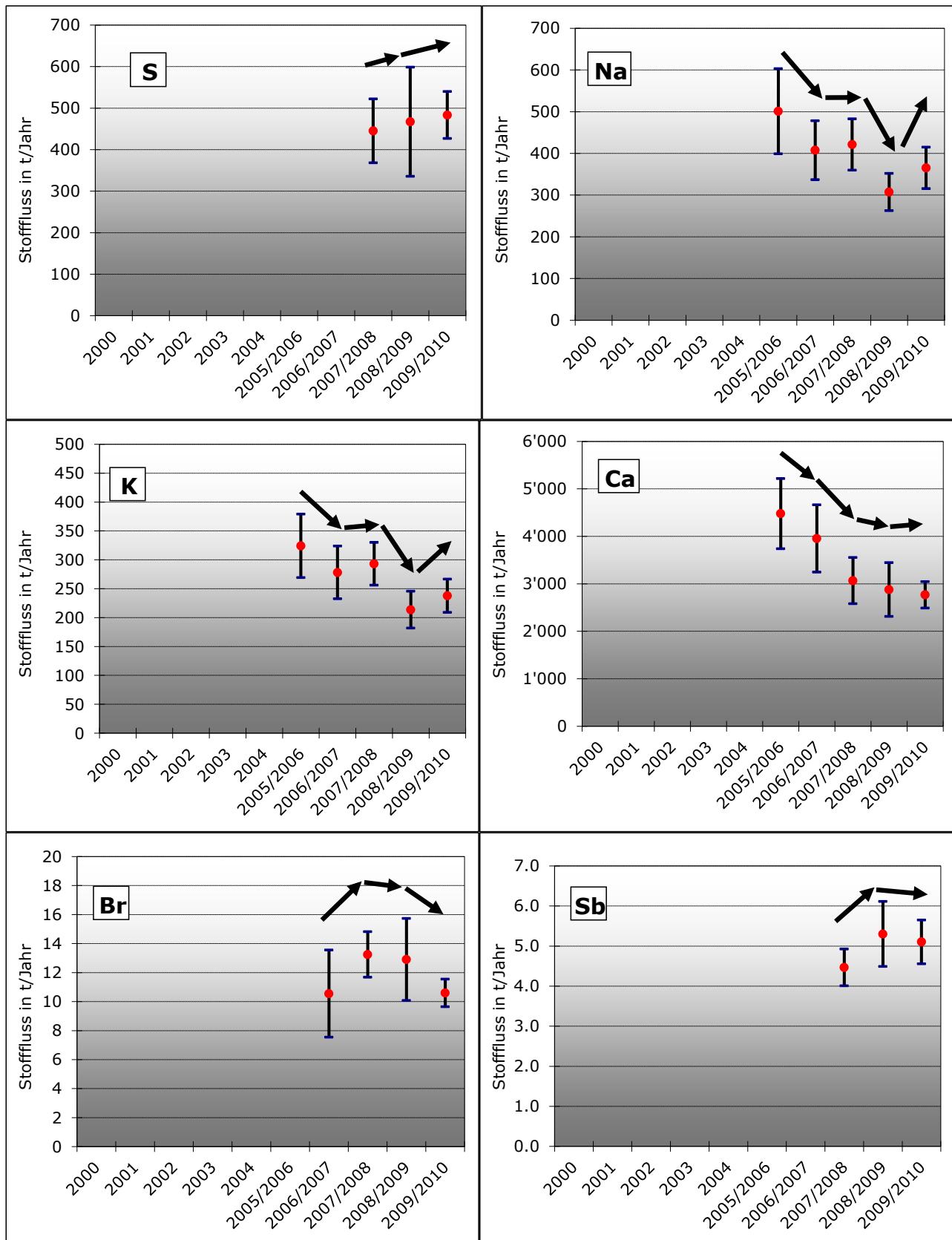
Außer den Stoffkonzentrationen im Wiener Restmüll in der MVA Spittelau interessieren auch die Stofffrachten, welche über den Restmüll transferiert werden. Abbildung 4-7 vergleicht die mittleren jährlichen Stofffrachten im Wiener Restmüll in der MVA Spittelau. Die Resultate auf Stoffflussebene spiegeln im We-

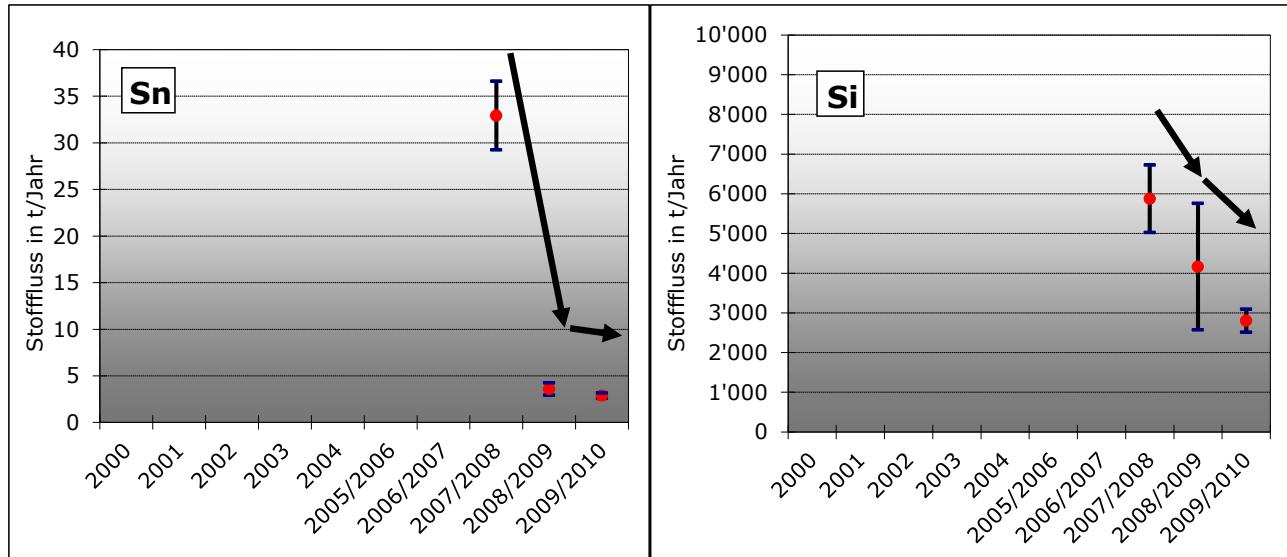
sentlichen die Resultate auf der Ebene der Stoffkonzentrationen wieder. Nachdem die Müllmenge von 2000 bis 2003 leicht angestiegen war, nahm sie seither wieder ab. Nach einer Abnahme um rund 10% im Messjahr 2006/2007 blieb sie im Messjahr 2007/2008 praktisch konstant. Nach der starken Abnahme der Müllmenge 2008/2009 um rund 17% blieb sie im aktuellen Messjahr mit 202'000 t praktisch auf demselben tiefen Niveau. Sie ist nun auf dem tiefsten Stand seit Messbeginn. Das Messjahr 2009/2010 ging zwar nur bis zum 30.4.2010, der Monat März wurde für die Berechnungen aber doppelt gezählt.

*Abbildung 4-7: Vergleich der mittleren jährlichen Müllmenge und der Stoffflüsse von C, Cl, Hg, Cd, Cu, Pb, Zn, Al, Fe, S, Na, K, Ca, Br, Sb, Sn und Si im Restmüll in der MVA Spittelau bestimmt auf der MVA Spittelau, während der Messphase 01.02.00 bis 31.03.10 (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls).*









## 5. Danksagung und Würdigung der Resultate

Die Arbeit wurde ermöglicht durch die finanzielle Unterstützung der Fernwärme Wien GmbH und der beiden Magistratsabteilungen MA 22 und MA 48 der Stadt Wien, wofür wir uns an dieser Stelle auch für dieses Jahr bedanken möchten.

Durch das nun zehnjährige Monitoring konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden wie zum Beispiel die sinkende Quecksilber- und Cadmiumkonzentration im Wiener Restmüll. Die veränderte Müllzusammensetzung in den letzten vier Monaten des Messjahres 2008/2009 wurde prompt festgestellt und auch die Verringerung des Fe-Eintrags blieb nicht unbemerkt. Das Monitoring funktioniert also. Außerdem können und konnten parallel laufende andere Untersuchungen (PROSA, ProSFA, OSMA) zum Wiener Restmüll auf ihre Richtigkeit resp. Plausibilität geprüft werden. Zusammen mit den Resultaten dieser anderen Untersuchungen kann man sich zukünftig ein umfassendes Bild der Situation der Stoffflüsse des Wiener Restmülls machen. Insbesondere nach Abschluss des Projektes PROSFA lassen sich nun interessante Vergleiche anstellen.

## 6. Glossar

EF-Asche	Elektrofilterasche
FS	Feuchtsubstanz
GW	Grenzwert
h	Stunde
K-Asche	Kessel Asche
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
MVA	Müllverbrennungsanlage
MW	Mittelwert
n.b.	nicht bestimmt
o.G.	obere Grenze
OSMA	Optimierte Stoffflussmonitoring für die Abwasserentsorgung Wiens
PROSA	Produktbezogene Stoffflussanalyse von Abfällen hinsichtlich Schwermetallen
ProSFA	Produktbezogene Stoffflussanalyse von Abfällen in der Wiener Restmüllanalyse
Tk	Transferkoeffizient
TS	Trockensubstanz
u.G.	untere Grenze

## 7. Literaturverzeichnis

- Morf, L., Brunner P. H. (1999): Online-Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau, Phase A, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität, Wien.
- Morf, L., Ritter, E., Brunner P. H. (2005): Online-Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau – Endbericht Synthese der Resultate 2000-2004, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Technische Universität, Wien.
- Morf, L. (2008a): Routinemäßiges Stoffflussmonitoring auf der MVA Spittelau – Bericht für die Messperiode 1.5.05 – 30.4.07, im Auftrag der Magistratsabteilung 22 und 48 der Stadt Wien und der Fernwärme Wien GmbH
- Taverna, R. (2009): Routinemäßiges Stoffflussmonitoring auf der MVA Spittelau – Zwischenbericht für die Messperiode 1.5.07 – 30.4.09, im Auftrag der Magistratsabteilung 22 und 48 der Stadt Wien und der Fernwärme Wien GmbH
- Taverna, R., Frühwirth, W., Skutan, S. (2010): Produktbezogene Stoffflussanalyse von Abfällen in der Wiener Restmüllanalyse, im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaftsplanung, Abfallbehandlung und Altlastensanierung, Wien
- Schachermayer, E., Bauer, G., Ritter, E., Brunner, P. (1995): Messung der Güter- und Stoffbilanz einer Müllverbrennungsanlage, UBA, Wien, Bd. 56.

## 8. Anhang

### 8.1 Vorgehen

In diesem Kapitel wird das im Endbericht des Pilotprojekts „*Online-Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau – Endbericht Synthese der Resultate 2000-2004*“ definierte Vorgehen aktualisiert und zusammenfassend wiedergegeben.

Auf die Darstellung des mathematisch- statistischen Modells zur Berechnung der Stoffflüsse und Stoffkonzentrationen im Müll und in den Verbrennungsprodukten wird hier verzichtet. Diese Ausführungen sind in [Morf & Brunner, 1999] zu finden.

#### 8.1.1 Orte und Art der Messung der Güterflüsse

Mittels der angewandten Methode werden zur Bestimmung der Stoffflüsse bzw. Stoffgehalte im Müll auch im Messjahr 1.5.2009 bis 30.4.2010 folgende Güterflüsse routinemässig erfasst und ausgewertet (Tabelle 7-1).

Güterfluss	Messort	Messprinzip	Art der Messung (K, DK)	Resultate
Müll	Bei der Eingangskontrolle	Gravimetrisch (Brückenwaage)	DK	Monatlich
Schrott	Bei der Ausgangskontrolle	Gravimetrisch (Brückenwaage)	DK	Monatlich
EF-Asche	Unterhalb beider E-Filter der Linie 1 und 2	Gravimetrisch (Bandwaage)	K	(Täglich) Monatlich
Wäscher- 1 -Abwasser	In den beiden Ausschleusleitungen der Wäscher 1 der Linie 1 und 2 je eine Messung	Magnetisch Induktiv	K	Täglich Monatlich
Abwasser	In der Abwasserleitung nach der Abwasserreinigungsanlage	Magnetisch Induktiv	K	Täglich Monatlich
Reingas	Im Kamin (bei der Emissionsmessung)	Thermisch	K	Täglich Monatlich

K... Kontinuierlich, DK.. Diskontinuierlich

*Tabelle 8-1: Erfassung der Güterflüsse auf der MVA Spittelau*

Ohne Mehraufwand können mittels der angewandten Methode auch die Stoffkonzentrationen in den restlichen Verbrennungsprodukten (Schlacke und Filterkuchen), welche nicht direkt beprobt werden, berechnet werden. Dazu werden zusätzlich zu den Flüssen in Tabelle 8-1 die Güterflüsse der Schlacke und des Filterkuchens routinemässig erfasst und ausgewertet. Beide Güter werden analog zum Müll bzw. Schrott beim Abtransport von der MVA über die Brückenwaage gravimetrisch erfasst. Monatssummen stehen zur Auswertung zur Verfügung. Zur Kontrolle der monatlichen EF-Aschemengen anhand der Online-Messung der Bandwaagen werden die beim Abtransport von der MVA über die Brückenwaage gravimetrisch erfassten EF-Aschemengen verwendet. Weil die Brückenwaagemessungen auch dieses Jahr verlässlichere Daten lieferte, wurden diese Werte statt die Bandwaagen-Messdaten verwendet.

Seit dem 5.9.02 wird durch die Messung der zugeführten Wassermenge in die Rauchgasreinigung (abzüglich der Abschlämme menge aus den beiden Wäschern), die im Rauchgasquench dem Rauchgas zugeführte

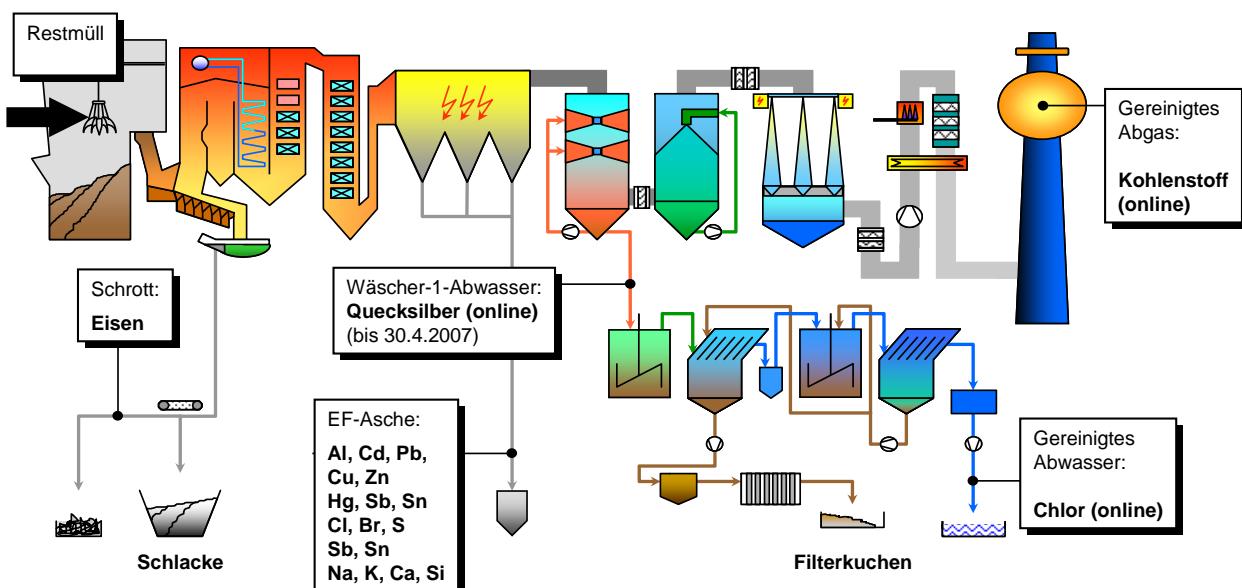
Wassermenge bestimmt. Diese Messung dient dazu, die Wasserbilanz der MVA zu ermitteln. Damit kann der Wassergehalt des Müllinputs geschätzt werden (siehe Anhang 8.10).

### **8.1.2 Orte und Art der Probenahme, -aufbereitung und Analyse zur Bestimmung der Stoffkonzentrationen (Routinemässiges Monitoring)**

#### Orte der Probenahme

Zur routinemässigen Bestimmung der Stoffflüsse bzw. der Müllzusammensetzung der ausgewählten Elemente werden mittels der angewandten Methode folgende Stoffkonzentrationen erfasst und ausgewertet (Tabelle 8-2). In Abbildung 8-1 sind die einzelnen Orte für die Stoffkonzentrationsmessung in einer Anlagenübersicht schematisch dargestellt. Seit dem 1.5.2005 werden in der EF-Asche auch die Elemente S, Na, K und Ca, seit dem 1.5.2006 Br und seit dem 1.5.2007 auch noch Sb, Sn und Si analysiert.

*Abbildung 8-1: Darstellung der Messorte für die routinemässige Messung der Stoffkonzentration auf der MVA Spittelau (Quelle: Fernwärme Wien GmbH, Dr. Krobath; mit einigen eigenen Anpassungen)*



<b>Element</b>	<b>Verbrennungsprodukt</b>	<b>Messort</b>	<b>Art der Probenahme (A, M)</b>	<b>Zeitliche Auflösung der Resultate</b>
<b>C<sup>(1)</sup></b>	Reingas	Im Kamin (bei der Emissionsmessung)	A	SF: Täglich K, SF: Zwei-Monatlich
<b>Cl</b>	Abwasser	In der Abwasserleitung nach der Abwasserreinigungsanlage (Cl-Messgerät)	A	SF: Täglich K, SF: Zwei-Monatlich
	EF-Asche	Unterhalb beider E-Filter der Linie 1 und 2 (alternierend), beim Abwurf der Bandwagen	M	K, SF: Zwei-Monatlich
<b>Hg<sup>(2)</sup></b>	Wäscher 1 Abwasser der Linie 1 und 2	In den beiden Ausschleusleitungen der Wäscher 1 der Linie 1 und 2 (alternierend)	A	SF: Täglich K, SF: Zwei-Monatlich
	EF-Asche	Unterhalb beider E-Filter der Linie 1 und 2 (alternierend), beim Abwurf der Bandwagen	M	K, SF: Zwei-Monatlich
<b>Al, Cd, Cu, Pb, Zn, Cl, Br, S, Na, K, Si, Ca, Sb, Sn</b>	EF-Asche der Linie 1 und 2	Unterhalb beider E-Filter der Linie 1 und 2 (alternierend), beim Abwurf der Bandwagen	M	K, SF: Zwei-Monatlich

Bem.: (1) Der Wasser- und der Sauerstoffgehalt werden im Kamin anhand eines H<sub>2</sub>O- Messgeräts der Firma Bartec Electrotechnik GmbH bzw. einer ursprünglich vorhanden O<sub>2</sub>-Messung (Messprinzip: magnetische Suszeptibilität des Sauerstoffes) online erfasst. Damit können die CO<sub>2</sub>-Werte mit Bezugsgröße 11 Vol. % O<sub>2</sub> zum CO<sub>2</sub>-Wert beim aktuellen Sauerstoffgehalt im Rauchgas umgerechnet werden.

(2) Nur bis 30.4.2007

A= Automatisch; M= Manuell;

K= Konzentration für Müll, SF= Stoffflüsse für Müll

*Tabelle 8-2: Messorte der Erfassung der Stoffkonzentrationen auf der MVA Spittelau*

Die Eisenflüsse bzw. -konzentrationen werden durch Wägung der Schrottmenge bestimmt (gravimetrische Bestimmung).

#### Art der Probenahme (aktualisiertes Probenahmekonzept)

In der folgenden Tabelle 8-3 ist das Probenahmekonzept zur Bestimmung der Stoffkonzentrationen im Messjahr 2009/2010 zusammengefasst. Es entspricht im Wesentlichen demjenigen im Pilotprojekt 2000 bis 2004 und den vorangegangenen zwei Messjahren. Die beiden größten Unterschiede sind: (a) die größere Anzahl analysierter Elemente und (b) die geringere zeitliche Auflösung (Zwei-Monatsmittelwerte statt Monatsmittelwerte). Das Vorgehen ist im File „Zukünftiges Monitoring\_ MAPE Spittelau\_update 070417.xls“ definiert bzw. vereinbart.

	<b>EF-Asche (Al, Cd, Cu, Pb, Zn, Hg, Sb, Sn, Cl, Br, S, Na, K, Ca, Si)</b>	<b>Abwasser (Cl)</b>	<b>Reingas (C als CO<sub>2</sub>)</b>
Struktur der Probenahme	Systematisch	Systematisch	Systematisch
Art der Probenahme	Quasi- NFP, manuell	NFP, automatisch	NFP, automatisch
Anzahl Proben / Frequenz der Probenahme/-aufbereitung	Diskontinuierlich  1 Mischprobe pro 2 Monate (Pro Woche 1 Stichprobe ziehen (alternierende Wochentage!); Alle SP vom 1. und 2. Monat werden zu einer MP zusammengefügt (1. MP), dito für die folgenden je 2 Monate. Dies ergibt pro Jahr 6 MP bestehend aus je ca. 7-8 SP. Aus jeder Stichprobe aus Linie 1 und 2 werden jeweils exakt 100 g der Mischprobe beige-steuert.	Quasi-kontinuierlich  jede Stunde wird ein Wert ermittelt	Kontinuierliche Erfassung  jede Stunde bzw. jeden Tag Mittelwert gebildet
Endresultatform	Zwei-Monatsmittelwerte gebildet	Tages-, Monats- bzw. Zwei-Monatmittelwerte gebildet	Tages-, Monats- bzw. Zwei-Monatmittelwerte gebildet
Probengewicht bzw. -volumen	ca. 200 g pro Stichprobe (gleichzeitig 100 g in Linie 1 und 100 g in Linie 2); ca. 1.4 kg pro Mischprobe	nach Hersteller-vorgabe (5 ml/Probe)	Nach Hersteller-vorgabe

NFP: Nichtdurchflussproportionale Probenahme

Quasi NFP: Nichtdurchflussproportionale Probenahme mit möglichst konstanten Teilprobengewichten bzw. -volumina

Bem.: Für die Messung von Wasser im Reingas gelten die gleichen Angaben, wie für CO<sub>2</sub>

Für die Messung von Sauerstoff im Reingas gelten die gleichen Angaben, wie für CO<sub>2</sub>

*Tabelle 8-3: Probenahmekonzept auf der MVA Spittelau im Jahr 2009/2010*

#### Probenaufbereitung und Analyse mittels der Online-Messgeräte

In der folgenden Tabelle 8-4 ist die Probenaufbereitungs- bzw. Analysetechnik der eingesetzten Online-Messgeräte zusammenfassend dargestellt. Mehr Details dazu sind in [Morf & Brunner, 1999] sowie in den Herstellerunterlagen zu finden.

<b>Ele- ment</b>	<b>Verbren- nungspro- dukt</b>	<b>Messinstrument (Analytik)</b>	<b>Probenaufbereitung</b>
C <sup>(1)</sup>	Reingas	Online CO <sub>2</sub> Infrarot-Photometer (Hartmann & Braun GmbH) C wird anhand des Atomverhältnisses berechnet.	Filtration, Kondensation, Trocknung
Cl	Gereinigtes Abwasser	Online Cl <sup>-</sup> Messung mittels potentiometrischer Wendepunkttitration (semin- kontinuierlich) (Deutsche Metrohm GmbH)	Druckregelung, Temperaturausgleich, Filtration
		Zusätzlich mittels der installierten Leitfähigkeitsmessung	-

Bem.: (1) Der Wasser- und der Sauerstoffgehalt werden im Kamin anhand eines H<sub>2</sub>O- Messgeräts der Firma Bartec Electrotechnik GmbH bzw. einer ursprünglich vorhanden O<sub>2</sub>-Messung (Messprinzip: magnetische Suszeptibilität des Sauerstoffes) online erfasst. Damit können die CO<sub>2</sub>-Werte mit Bezugsgröße 11 Vol. % O<sub>2</sub> zum CO<sub>2</sub>-Wert beim aktuellen Sauerstoffgehalt im Rauchgas umgerechnet werden.

*Tabelle 8-4: Probenaufbereitung und Analyse mittels der Online-Messgeräte auf der MVA Spittelau*

### 8.1.3 Probenaufbereitung und Analysen im Labor

Im Labor wird im Rahmen des routinemäßigen Monitorings auf der MVA Spittelau nur Elektrofilterasche aufbereitet und auf die Elemente Al, Cd, Cu, Hg, Pb, Sb, Sn, Zn, Cl, S, Br, Na, K, Ca und Si analysiert. Das Vorgehen lehnt sich an das Vorgehen im Pilotprojekt an (siehe Endbericht Synthese der Resultate 2000 - 2004, Kap. 7.2.3) und wurde mit Frau Ritter (TU Wien) besprochen.

Im Unterschied zum Vorgehen im Pilotprojekt wurde Folgendes mit der MA 48/MA 22 vereinbart:

Probenaufbereitung im Labor	Labor	Probeteilung	Mischung der 6 Mischproben (à jeweils ca. 1.4-1.6 kg) und Teilung mit geeigneter Methode auf 200 g pro MP
	Labor	Analysenprobe/ Rückstellprobe	Teilung der 200 g Probe in 100 g Analysenprobe (Probe A) und 100g Rückstellprobe fürs Archiv (Probe B)
	Labor	Zerkleinerung	Mahlung der Probe A (100 g) auf < 0.5mm
	Labor	Aufschluss	geeigneter Aufschluss (in Absprache mit Frau Ritter)
Analyse im Labor	Labor	Analysen auf Gesamtgehalte	<b>Anzahl zu analysierende Proben pro Jahr: 6</b> <b>analysierte Elemente:</b> <b>Cl, Al, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb und Zn (1. Priorität)</b> <b>S (2. Priorität)</b> <b>Na, K, Si, Ca (3. Priorität)</b>

Alle Aufschlüsse/Analysen werden pro Mischprobe doppelt durchgeführt (echte Doppelbestimmungen). Aluminium, Schwefel, Silizium und Brom wurden von der Firma ESW Consulting Wruss analysiert, die restlichen Elemente von der MA 48.

### 8.1.4 Probenbezeichnung, Rückstellproben

#### Probenbezeichnung

Alle Proben, welche manuell gezogen werden (EF-Ascheproben sowie Rückstellproben für Abwässer), sind mit Datum/Zeit der Probenahme und der Signatur des Ausführenden bezeichnet (MP-Abk.,x,y,z,a mit Bezeichnung (Abkürzung) und x=Nummer, y=Datum, z=Zeit der Probenahme und a=Ausführender).

In Tabelle 8-5 sind die Bezeichnungen für die einzelnen Proben anhand von Beispielen zusammenfassend dargestellt.

	<b>EF-Asche (Al, Cd, Cu, Pb, Zn, Fe, Hg, Cl, S, Br, Sb, Sn, Si)</b>	<b>Abwasser (Cl)</b>	<b>Reingas (C als CO<sub>2</sub>)</b>
Stichproben	SP-EF-1A-1; 1.1.2002, 6:00; Müller	-	-
Mischproben	MP-EF-1A; 1.1.2000, 6:00-15.1.2000, 0:00; Müller	-	-
Rückstellpro- ben	Der Mischproben: MP-EF-1A-R; 1.1.2002; 6:00-15.1.2000, 0:00; Müller Der Stichproben: SP-EF-1A-R; 1.1.2002; 6:00-15.1.2000, 0:00; Müller	RP-AW-1; 1.1.2002; 6:00; Müller	-

MP: Mischproben; SP: Stichproben; RP: Rückstellproben

Tabelle 8-5: Probenbezeichnung anhand von Beispielen

#### Rückstellproben

Während der routinemäßigen Messungen werden von EF-Asche, Wäscher-1-Abwasser und vom Abwasser Rückstellproben gezogen und aufbewahrt. Tabelle 8-6 enthält die dazu relevanten Details.

	<b>EF-Asche (Al, Cd, Cu, Pb, Zn, Fe, Hg, Cl, S, Br, Sb, Sn, Si)</b>	<b>Abwasser (Cl)</b>	<b>Reingas (C als CO<sub>2</sub>)</b>
Rückstell- proben	Mischproben: 2 mal 100 g von jeder Mischprobe Stichproben: Von jeder Stichprobe mindestens 50 g (falls vorhanden)	Einmal täglich 100 ml, nach einem Monat wieder verworfen, falls kein Bedarf besteht	Keine
Lagerung	FWW	Auf der MVA Spittelau	-

Tabelle 8-6: Definition der Rückstellproben

#### **8.1.5 Orte und Art der Probenahme, -aufbereitung und Analyse zur Bestimmung der Transferkoeffizienten (Schlacke)**

Das Konzept aus dem Pilotprojekt wurde in Absprache mit der FWW und Stadt Wien (MA 48) für das aktuelle Messjahr definiert. Im Vergleich zum Pilotprojekt beschränkte man sich bei der Schlackenbeprobung auf nur noch 4 ausgewählte Monate pro Jahr (September/Okttober 2009 und Januar/Februar 2010). Die folgende Tabelle 8-7 fasst das definierte Vorgehen zusammen.

Probenahme vor Ort	FWW	Häufigkeit	Pro Jahr jeweils innerhalb von vier ausgewählten Monaten an 10 ausgewählten Tagen eine Stichprobe möglichst genau 10 kg pro Stichprobe
Probeaufbereitung vor Ort	FWW	Zusammenfügen/ Zwischenlagerung / Transport zum Labor	Jede Stichprobe wird in ein Gebinde gegeben und luftdicht zwischengelagert. Ein Gebinde wird mit jeweils total 10 SP gefüllt. ( <b>Total pro Jahr: 4 MP à 100 kg</b> )
Probeaufbereitung im Labor	Labor	Zerkleinerung/ Aussortierung/ Teilung etc.	dito "wie bisher"
	Labor	Aufschluss	geeigneter Aufschluss (in Absprache mit Frau Ritter)
Analyse im Labor	Labor	Analysen auf Gesamtgehalte	<b>Anzahl zu analysierende Proben pro Jahr: 4 (Doppelbestimmungen)</b> <b>analysierte Elemente:</b> <b>Cl, Al, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb und Zn, Sb, Sn, Br (1. Priorität)</b> <b>S (2. Priorität)</b> <b>Na, K, Si, Ca (3. Priorität)</b>

*Tabelle 8-7: Vorgehen bei der Schlackenbeprobung*

Alle Aufschlüsse/Analysen werden pro Mischprobe doppelt durchgeführt (echte Doppelbestimmungen). Aluminium, Schwefel Silizium und Brom wurden von der Firma Wruss analysiert, die restlichen Elemente von der MA 48.

Die Müllzusammensetzung wurde für die Elemente C, Cl, Hg, Cd, Cu, Pb, Zn und Al mit den mittleren Transferkoeffizienten und deren Unsicherheiten aus dem Pilotprojekt 2000-2004 (siehe Morf et al., 2005) berechnet. In den Monaten September/Oktober 2007 und Januar/Februar 2008, August/Dezember 2008 und Februar/März 2010 wurden deren Transferkoeffizienten kontrolliert. Die Resultate dieses Vergleichs sind im Anhang Kap. 8.9 beschrieben. Im Messjahr 2007/2008 wurden die Transferkoeffizienten für die Elemente Sb, Sn und Si neu berechnet. Für die Elemente Na, K und Ca wurden wie im vorletzten Messjahr 2007/2008 die alten Transferkoeffizienten übernommen (aus der Untersuchung Januar und Februar 2006). Für Br wurden die in den Monaten September/Oktober 2006 und Januar bis März 2007 bestimmten Tk verwendet. Für Schwefel wurden 2007/2008 erstmals eigene Messungen der Schlacke und EF-Asche durchgeführt und daraus resultierende Transferkoeffizient bestimmt. Der Vergleich mit dem früher verwendeten Tk von Schachermayer et al., 1995 zeigte, dass mehr S in die Schlacke und weniger in die EF-Asche geht. Da die Analyseergebnisse aber unsicher waren, wurden für die aktuelle Berechnung die im Messjahr 2008/2009 bestimmten Tk verwendet. Bei den neuen Tk geht noch mehr S in die Schlacke und entsprechend weniger in die EF-Asche.

## 8.2 Güterflussdaten

### 8.2.1 Rohdaten Güterflüsse

Tabelle 8-8 zeigt die monatlichen Güterflüsse der relevanten Inputgüter sowie der Verbrennungsprodukte der MVA Spittelau in t/Monat bzw. Nm<sup>3</sup>\_tr/Monat (Erdgas, gereinigtes Abgas sowie Heizwert in MJ/kg) in der Messperiode 2009/2010.

Die Daten der Tagessummen für die Güterflüsse EF-Asche Linie 1 und 2, Wäscher-1-Abwasser Linie 1 und 2 sowie dem Abwasser und Reingas werden aus Platzgründen in diesem Bericht nicht angefügt. Sie sind beim Verfasser oder MVA- Betreiber im EXCEL-Format abgelegt.

Für die Berechnung der Zwei-Monats-Stoffkonzentrationsmittelwerte bzw. Stofffrachten wurden jeweils die Güterflüsse von zwei nacheinander folgenden Monaten summiert.

Datum (Monat)	Müll	Input												Verbrennungsprodukte (Monitoringpunkte)				
		Erdgas Feuerung	Erdgas DeNoX	Schlacke	Schrott	EF-Asche (L1)	EF-Asche (L2)	EF-Asche (L1+L2)	Brückenzaage	Wässcher-1- Abwasser (L1)	Wässcher-1- Abwasser (L2)	Wässcher-1- Abwasser (L1+L2)	Abwasser	Filterkuchen	Heizwert	Reingas		
May 09	16534	24404	376290	38852	351	0	362	362	253	2499	3115	5614	8433	18	10.1	100720373	Nm³/h/Monat bei 11% O2	
Jun 09	16534	22954	376579	3912	369	0	341	341	284	2419	3258	5677	9328	32	10.3	987611386		
Jul 09	14975	31780	322149	2886	285	0	370	370	187	1990	3285	5275	8305	19	9.4	83740833		
Aug 09	16080	25808	374169	3285	385	0	333	333	231	1680	3529	5209	8380	17	10.6	88722431		
Sep 09	17545	5786	380081	3456	329	0	278	278	245	1437	2808	4246	6894	36	10.2	87229611		
Oct 09	17673	10324	394740	3410	319	0	321	321	280	1614	2613	4227	7045	36	10.6	90328447		
Nov 09	16529	12758	357161	3133	306	0	328	328	263	1803	2436	4239	6881	16	10.0	83744131		
Dec 09	16156	18827	3611331	3346	292	0	344	344	237	1691	2678	4369	6825	17	9.9	859811775		
Jan 10	19461	2088	408062	4248	82	0	333	333	321	1397	2603	4000	6448	0	9.7	95561234		
Feb 10	11858	10220	309927	2583	257	0	361	361	180	1009	1741	2750	5136	31	9.5	59910972		
Mar 10	19757	23148	396004	4197	171	0	329	329	300	1276	2905	4181	7336	0	9.2	89255281		
Apr 10	20301	18514	254314	2573	213	0	374	374	176	1411	1621	3032	5899	33		69255759		
Mittelwert 09/10	16950	17216	359234	3407	280	0	340	340	247	1686	2716	4402	7226	21	10	86097624		

**Tabelle 8-8:** Monatliche Güterflüsse der relevanten Inputgüter sowie der Verbrennungsprodukte der MVA Spittelau in t/Monat bzw. Nm<sup>3</sup>tr/Monat (Erdgas, Reingas = gereinigtes Abgas) während der Messphase 1.5.2009 – 30.4.2010 („Messjahr“ 2009/2010).

## 8.2.2 Monatswerte Güterflüsse

Tabelle 8-9 zeigt die für die Berechnung der Stoffflüsse relevanten, mittleren monatlichen Güterflüsse auf der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2008 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2008/2009 und 2009/2010). Die mittleren spezifischen Güterflüsse, bezogen auf eine Tonne Müllinput, betragen im Messjahr 2009/2010 6.5 t (= ca. 4'700 Nm<sup>3</sup>) Reingas, 2008/2009 noch 6.8 t (= ca. 5'100 Nm<sup>3</sup>), 0.42 t gereinigtes Abwasser 2009/2010 gegenüber 0.45 t 2008/2009, 16 kg Schrott 2009/2010 gegenüber 21 kg 2008/2009, 200 kg Schlacke 2009/2010 und 240 kg 2008/2009, 15 kg EF-Asche 2009/2010 resp. 16 kg 2008/2009 und 1.2 kg Filterkuchen pro Tonne Systemmüll 2009/2010 gegenüber 2.1 kg 2008/2009.

Dies bedeutet, dass im Vergleich zwischen dem Messjahr 2009/2010 und dem Messjahr 2008/2009

- die absolute Müllmenge um 11% abgenommen hat. Damit verbunden ist auch eine ähnlich große Abnahme der Verbrennungsluftmenge (-14%). Die Reingasmenge hat stärker, nämlich um 15% abgenommen.
- die spezifische Erdgasmenge in der Feuerung um 53% abgenommen hat (Aufgrund der höheren Heizwerte musste weniger Gas zugefeuert werden),
- die spezifische Menge an zugesetztem Wasser um 4% abgenommen hat, die spez. Abwassermengen um 6% abgenommen,
- die spezifische Schlackemenge um 16% abgenommen hat,
- die spezifische Filterkuchenmenge um 40% abgenommen hat,
- die spezifische Schrottmenge um 22% abgenommen hat und
- die EF-Aschemenge um 10% abgenommen hat.

	<b>Mittlere monatliche Güterflüsse in t</b>			<b>Spez. Mengen</b>		
	<b>1.5.2008- 30.4.2009</b>	<b>1.5.2009- 30.4.2010</b>	<b>Rel. Differenz 09/10 zu 08/09 in %</b>	<b>1.5.2008- 30.4.2009</b>	<b>1.5.2009- 30.4.2010</b>	<b>Rel. Differenz 09/10 zu 08/09 in %</b>
<b>Input</b>						
Systemmüll	19'000	17'000	-11%			
Erdgas Feuerung	32	13	-58%	0.0017	0.00079	-53%
Erdgas DENOX	310	290	-6%	0.016	0.017	5%
Verbrennungsluft	90'000	82'000	-9%	4.7	4.8	2%
Wasser	14'000	12'000	-14%	0.74	0.71	-4%
<b>Güterflüsse innerhalb der Systemgrenzen</b>						
Wäscher-1-Abwasser	5'600	4'400	-21%	0.29	0.26	-12%
<b>Output</b>						
Gereinigtes Abgas	130'000	110'000	-15%	6.8	6.5	-5%
Gereinigtes Abwasser	8'600	7'200	-16%	0.45	0.42	-6%
Filterkuchen	39	21	-46%	0.0021	0.0012	-40%
Schlacke	4'500	3'400	-24%	0.24	0.20	-16%
Schrott	400	280	-30%	0.021	0.016	-22%
EF-Asche	310	250	-19%	0.016	0.015	-10%

Tabelle 8-9: Vergleich der mittleren monatlichen Güterflüsse [t/Monat] durch die MVA Spittelau während der zwei Messphasen 1.5.2008 bis 30.4.2009 und 1.5.2009 bis 30.4.2010 ohne Berücksichtigung der beiden Revisionsmonate Oktober/November 2008.

### 8.2.3 Tagesverläufe Güterflüsse

In Abbildung 8-2 bis Abbildung 8-4 sind die täglichen Güterflüsse (jeweils Tagessummen) für die online erfassten Verbrennungsprodukte EF-Asche (Linie 1 und 2), Wäscher-1-Abwasser (Linie 1 und 2), gereinigtes Abwasser und Reingas der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2008 und 30.4.2010 dargestellt.

Die Mengen des EF-Ascheflusses, gemessen mit der Bandwaage in der Ofenlinie 1 und 2, variierten von Mai 2009 bis März 2010 ohne Berücksichtigung von „Ausreißern“ zwischen 9 und 12 t/Tag bei der Linie 2. Dies ist im Bereich von früher festgestellten Variationsbreiten. Für die Linie 1 liegen keine Werte mehr vor. Die Bandwaagen fallen jedoch so häufig aus, dass nicht mehr von einer online-Messung gesprochen werden kann. Bei der Auswertung der Stoffkonzentrationen und -flüsse im Müllinput spielt das aber keine Rolle, weil für alle Monate auf die Brückenwaagewerte zurückgegriffen wurde.

*Abbildung 8-2: Verlauf des täglichen EF-Aschegüterflusses (Tagessummen in t) für Linie 1 und 2 der MVA Spittelau während der Messphase vom 1.5.2009 bis 30.4.2010 (Tagessummen in t/Tag). Totalausfall der Bandwaage 1.*

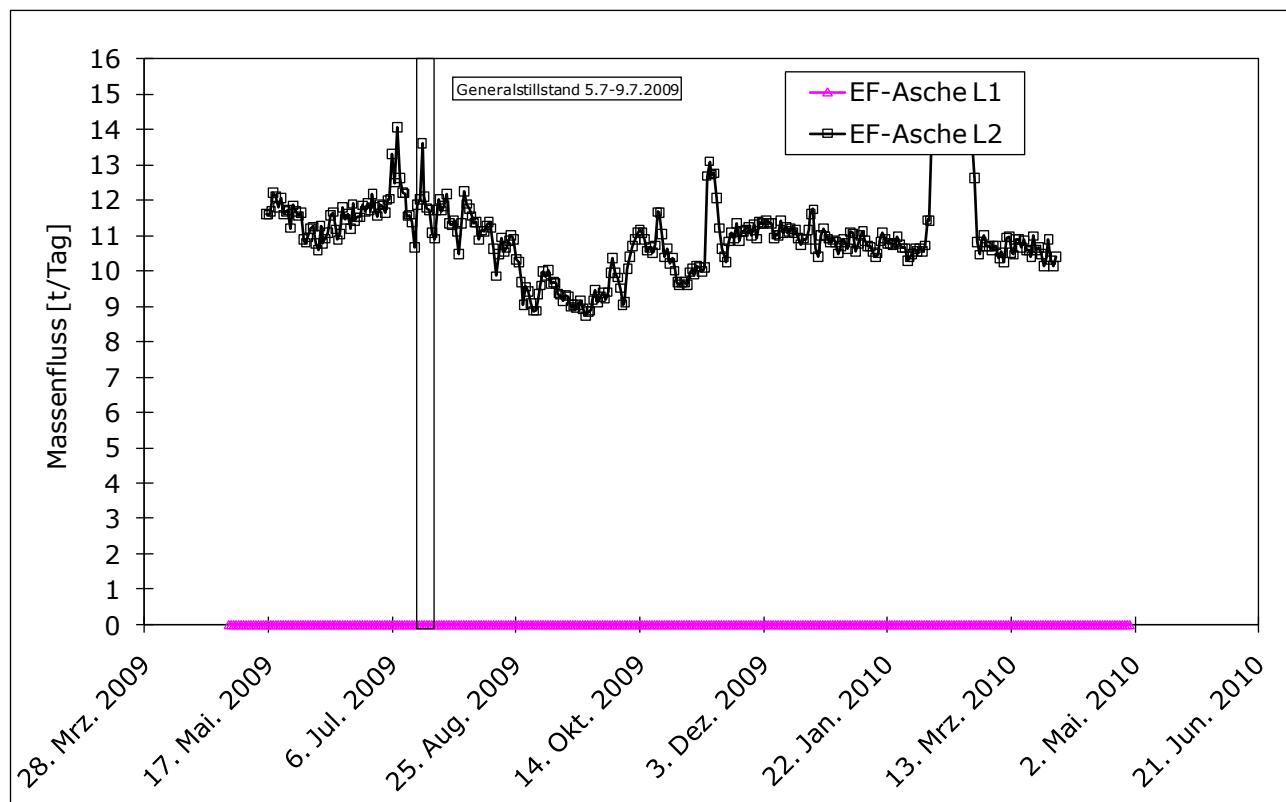
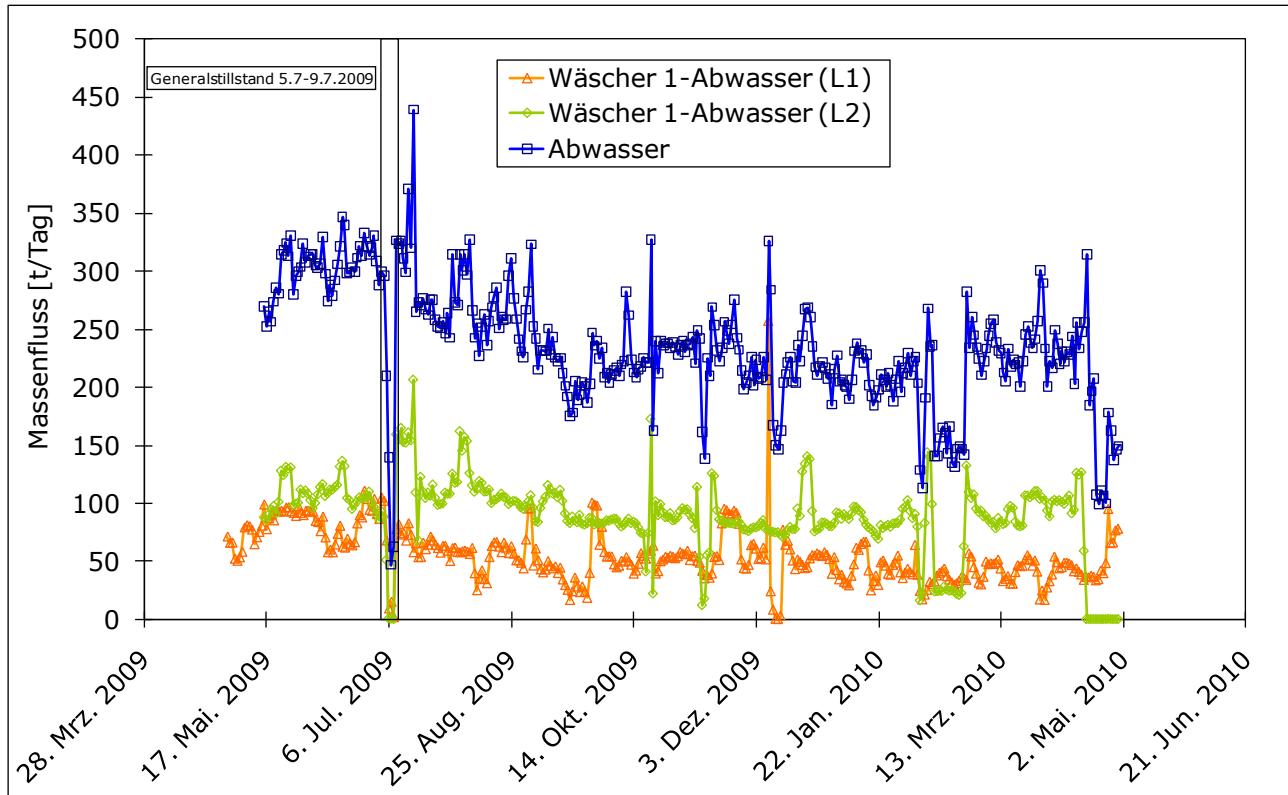


Abbildung 8-3 zeigt den Verlauf der beiden Abflüsse aus der Wäscher-1-Stufe (saurer Wäscher), bezeichnet als Wäscher-1-Abwasser der Linie 1 und 2, sowie den Abfluss des gereinigten Abwassers aus der MVA, bezeichnet als Abwasser. Der Verlauf der Messungen korreliert, wie in den Vorjahren, über weite Strecken recht gut. Einzelne „Ausreißerwerte“ sind auch hier einerseits mit Reinigungsprozessen (kurzfristige deutliche Zunahme) oder mit kurzen Störungen der Messungen bzw. Betriebsunterbrechungen (kurzfristige Abnahme) zu erklären. Die Menge des gereinigten Abwassers schwankt (ohne Berücksichtigung von „Ausreißern“) zwischen 170 und 350 t/Tag. Gegen Ende der Messperiode gingen die Mengen eher zurück.

Die Wäscher-1-Abwassermengen variieren mit 80 bis 130 t/Tag eher weniger als im Vorjahr (2008/2009). Die Mengen blieben in etwa gleich. Die Abweichung zwischen den beiden Linien beträgt weiterhin teilweise über 100%. Die Abweichungen nahmen gegen Ende der Messperiode eher noch zu.

*Abbildung 8-3: Verlauf des täglichen Abwassergüterflusses aus dem Wäscher 1 (Linie 1 und 2) sowie des gereinigten Abwassers (Tagessummen in t) der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010 (Tagessummen in t/Tag).*



Die Reingasmengenmessung (Abbildung 8-4) sanken übers Jahr betrachtet von rund 3.3 Mio. Nm<sup>3</sup> Reingas/Tag auf rund 3.0 Mio. Nm<sup>3</sup>. Und zwar eindeutig nach August 2009. Davor und danach blieben die Werte einigermaßen konstant.

*Abbildung 8-4: Verlauf des täglichen Reingasvolumenstromes (Tagessummen in Nm<sup>3</sup>, trocken bei 11% O<sub>2</sub>) der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010 (Tagessummen in Nm<sup>3</sup>tr./Tag).*

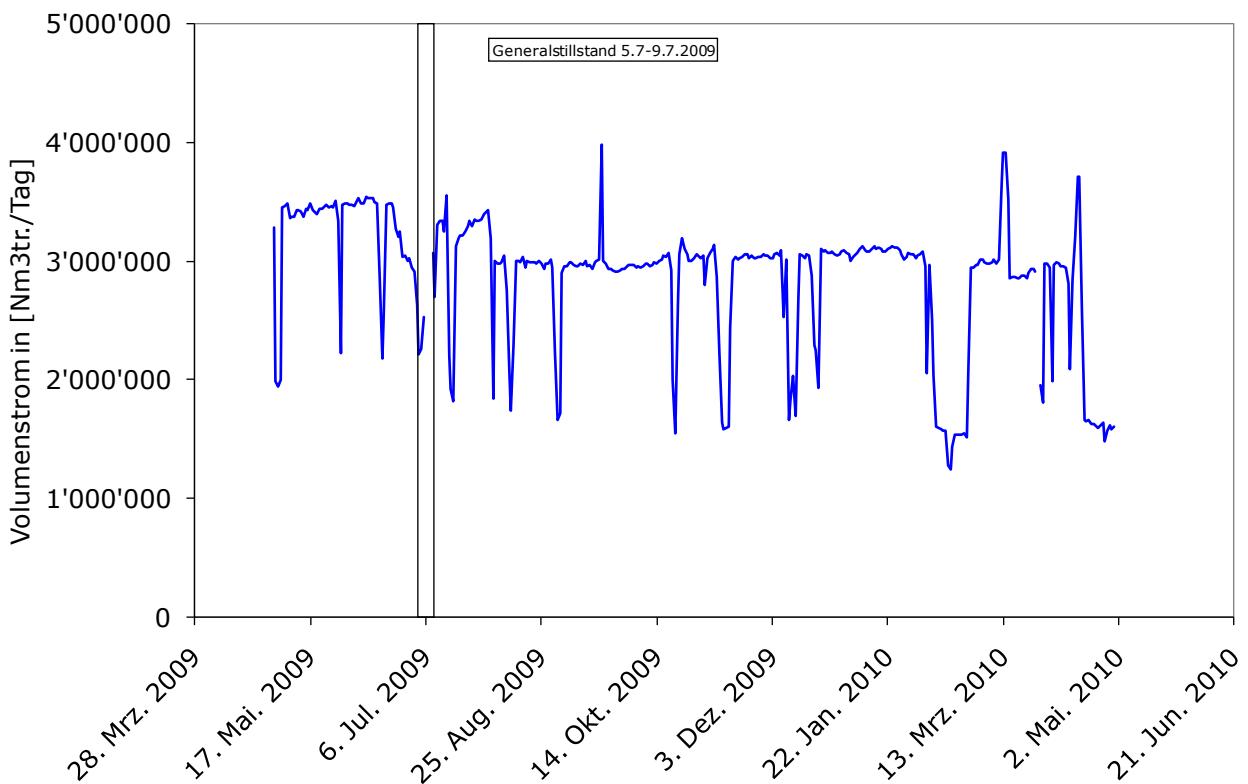
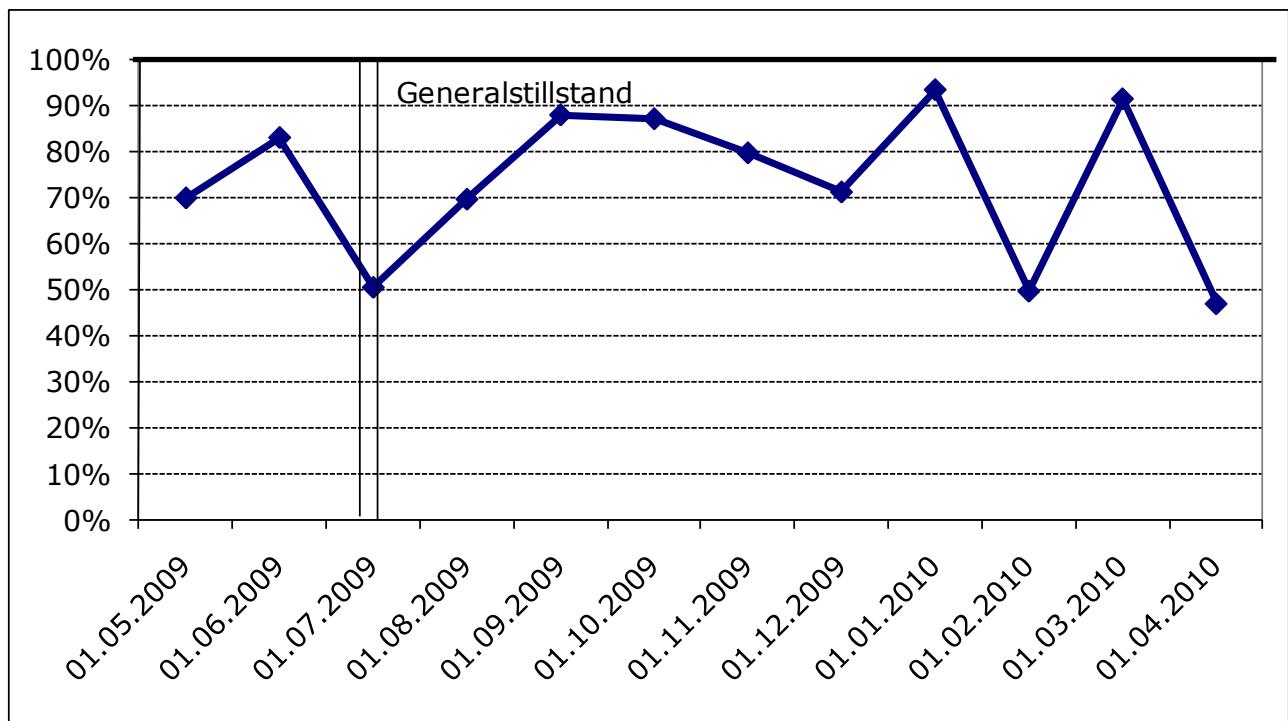


Abbildung 8-5 zeigt die relative Abweichung zwischen den Monatsmittelwerten der EF-Aschemenge bestimmt mittels der Brückenwaage bzw. der Bandwaage während der Messperiode vom 1.5.2009 bis 30.4.2010. Seit 2008/2009 stehen für die Linie 1 keine Daten mehr zur Verfügung. Weil für die Stoffflussberechnung aber die Brückenwaagenwerte benutzt werden, haben diese Abweichungen keinen Einfluss auf das Resultat.

Abbildung 8-5: Relative Abweichung zwischen den Monatsmittelwerten der EF-Aschemenge bestimmt mittels der Brückenwaage bzw. der Bandwaage während der Messperiode vom 1.5.2009 bis 30.4.2010.



### 8.3 Analysendaten der Elektrofilterasche

Tabelle 8-10 zeigt die Analysenwerte für Al, Cd, Cu, Pb, Zn, Fe, Hg, Sb, Sn, Cl, S, Br, Na, K, Ca und Si in der EF-Asche der MVA Spittelau gemäß Probenahmeplan 2009/2010.

	Cl MW	Hg 2Stabw	Cd MW	Cu 2Stabw	Pb MW	Zn MW	Br MW	2Stabw
Mai/Juni 09	101'986	197	5.9	0.09	249	21.9	854	26
Juli/Aug 09	109'680	141	5.4	0.79	320	37	1004	56
Sep/Okt 09	124'893	407	5.3	0.10	316	3.1	1445	52
Nov/Dez 09	117'995	23	5.8	0.013	228	4.5	785	1.1
Jän/Feb 10	110'925	299	8.1	0.068	244	1.1	903	1.4
März/Apr 10	120'485	10	5.8	0.32	199	5.0	763	7.9
Al MW		S MW	2Stabw MW	Na 2Stabw MW	K 2Stabw MW	Ca MW	Br MW	2Stabw
Mai/Juni 09	46'971	11'75	32'025	1'871	40'321	19	46'005	635
Juli/Aug 09	37'392	82	37'425	2'324	42'569	3'532	47'432	3'818
Sep/Okt 09	40'646	1559	38'213	1'351	45'235	365	50'185	267
Nov/Dez 09	44'335	125	36'050	1'663	42'839	463	49'215	166
Jän/Feb 10	45'487	2132	29'975	2'854	33'293	6.1	38'996	24
März/Apr 10	42'743	435	41'363	482	47'842	1'442	47'722	1'014
Sb MW		Sn MW	2Stabw MW	Si 2Stabw MW		Fe MW		2Stabw
Mai/Juni 09	942	39	716	21	67'425	57	62'40	187
Juli/Aug 09	1'406	39	927	111	67'438	3071	80'88	243
Sep/Okt 09	1'065	2.5	866	10	66'288	2485	6'181	185
Nov/Dez 09	1'032	2.6	716	3.8	65'250	2457	6'317	190
Jän/Feb 10	856	3.8	753	1.5	58'588	2'580	13'743	412
März/Apr 10	1'034	18	718	12	61'925	132	63'04	189

Tabelle 8-10: Stoffkonzentrationen in der EF-Asche der MVA Spittelau nach Probenahmeplan 2007/2009 und 2009/2010 jeweils (Doppelbestimmungen), Mittelwert (MW) und zwei Standardabweichungen (2Stabw).

Die Elemente Al, S, Si und Br wurden von der Firma ESW Consulting Wruss analysiert (vgl. Kapitel 8.6)

## 8.4 Analysedaten der Schlacke

Nachfolgend sind die Rohdaten der Aufbereitung und Analyse der Schlackenproben während des Messjahres 2009-2010 in zwei Tabellen zusammengefasst. Die Daten wurden von der Stadt Wien (MA 48) geliefert. Die Daten dienten als Basis für die Kontrolle der Transferkoeffizienten in den Monaten September/Okttober 09 und Januar/Februar 10.

Die Nachweisgrenze (NG) für Cadmium betrug 0.3 mg/kg und für Quecksilber 0.03 mg/kg. Werte unter der Nachweisgrenze (<) werden mit dem jeweiligen Nachweiszugewert berücksichtigt.

Probenaufbereitung:

		Probaufbereitung								
Datum (Monat)	Proben-bezeichnung	MP-Gewicht	Gewicht Siebrest-Fraktion > 8 mm	Gewicht Fraktion < 8 mm	Gewicht Al in Siebrest-Fraktion > 8 mm	Gewicht Metall in Siebrest-Fraktion > 8 mm	Gewicht Anorg. in Siebrest-Fraktion > 8 mm	Gewicht Laborprobe (feucht)	Gewicht Laborprobe (trocken)	Gewicht Siebrest-Fraktion > 0,63 mm
	Bsp.: MP-SCH-1A	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Sep 09	MAPE Schlacke Sep.09	104.88	31.14	69.74		3.31	27.83			
Okt 09	MAPE Schlacke Okt.09	67.10	20.30	46.38		1.86	18.44			
Jan 10	MAPE Schlacke Jän.10	63.67	20.58	41.66		1.61	18.97			
Feb 10	MAPE Schlacke Feb.10	96.82	29.34	65.70		2.33	27.01			

Analysen:

Datum	Probe	Cd mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Hg mg/kg
NG 2009		0.3 MW		3 MW		3 MW		0 MW		0.03 MW	
2010	September	4.18		983		2'813		3'122		<NG	
	September	6.09	5	802	893	2'967	2'890	3'052	3'087	<NG	<NG
	Oktober	3.97		1'280		2'474		2'935		<NG	
	Oktober	3.65	4	879	1'080	2'587	2'531	3'056	2'996	<NG	<NG
	Jänner	4.29		1'178		1'948		2'604		<NG	
	Jänner	5.37	5	1'753	1'465	2'496	2'222	2'528	2'566	<NG	<NG
	Februar	4.97		806		2'744		2'346		<NG	
	Februar	5.34	5	705	756	1'903	2'324	2'454	2'400	<NG	<NG

NG....Nachweisgrenze

n.b.....nicht bestimmt

Datum	Probe	Fe mg/kg	Fe mg/kg	Na mg/kg	Na mg/kg	K mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Ca mg/kg	Sb mg/kg	Sb mg/kg	Sn mg/kg	Sn mg/kg
2010	September	32'404		10'318		4'928		103'079		98		163	
	September	33'645	33'024	10'092	10'205	4'842	4'885	102'314	102'697	70	84	241	202
	Oktober	32'339		10'201		5'254		113'983		95		157	
	Oktober	32'050	32'194	10'327	10'264	5'243	5'249	114'366	114'175	65	80	151	154
	Jänner	22'637		11'129		5'704		113'085		85		196	
	Jänner	22'668	22'652	11'199	11'164	5'775	5'740	115'088	114'087	89	87	263	230
	Februar	26'090		11'754		5'512		126'677		78		181	
	Februar	24'963	25'526	11'337	11'545	5'425	5'469	123'663	125'170	69	73	165	173

Datum	Probe	Heißwasser- lösliches Chlorid	Heißwasser- lösliches Chlorid
		mg/kg	mg/kg MW
September 2009 1	Schlacke <8mm	4'615	
September 2009 2	Schlacke <8mm	4'601	4'608
Oktober 2009 1	Schlacke <8mm	6'443	
Oktober 2009 2	Schlacke <8mm	6'436	6'440
Jänner 2010 1	Schlacke <8mm	6'774	
Jänner 2010 2	Schlacke <8mm	6'706	6'740
Februar 2010 1	Schlacke <8mm	7'280	
Februar 2010 2	Schlacke <8mm	7'294	7'287

Tabelle 8-11: Daten der Probenaufbereitung und Analyse der Schlackenproben der MVA Spittelau vom September/Oktober 09, Januar/Februar 10 (Mischproben).

Die Elemente Al, S, Si und Br wurden von der Firma ESW Consulting Wruss analysiert (vgl. Kapitel 8.6)

## 8.5 Analysendaten des Siebüberlaufs der Schlackenproben

Probenaufbereitung:

Es liegen keine Angaben für die Proben 2007-2010 vor: Annahme der Umrechnungsfaktoren für die Siebüberläufe > 8mm aus dem Pilotprojekt.

Analysen:

Datum	Probe	Cd mg/kg	Cd MW	Pb mg/kg	Pb MW	Cu mg/kg	Cu MW	Zn mg/kg	Zn MW	Hg mg/kg	Hg MW
NG		0.3		3		3		0		0.03	
2009	September	1.40		500		2'358		2'747		<NG	
	September	0.77	1.08	715	607	3'226	2'792	3'093	2'920	<NG	<NG
	Oktober	1.88		290		1'291		2'305		<NG	
	Oktober	4.53	3.20	262	276	1'140	1'215	2'233	2'269	<NG	<NG
2010	Jänner	1.23		1'347		648		1'440		<NG	
	Jänner	1.17	1.20	1'344	1'345	751	699	1'328	1'384	<NG	<NG
	Februar	4.14		1'019		2'383		2'642		<NG	
	Februar	4.33	4.24	901	960	2'561	2'472	2'429	2'536	<NG	<NG

NG....Nachweisgrenze

n.b.....nicht bestimmt

Datum	Probe	Fe mg/kg	Fe MW	Na mg/kg	Na MW	K mg/kg	K MW	Ca mg/kg	Ca MW	Sb mg/kg	Sb MW	Sn mg/kg	Sn MW
2009	September	32'080		7'009		2'464		51'455		21		84	
	September	32'008	32'044	6'853	6'931	2'331	2'398	51'314	51'384	26	24	123	103.6
	Oktober	26'163		5'591		2'166		52'198		18		56	
	Oktober	27'955	27'059	5'803	5'697	2'243	2'204	54'273	53'236	20	19	62	58.57
2010	Jänner	19'576		6'348		2'669		54'249		28		74	
	Jänner	19'311	19'443	6'250	6'299	2'607	2'638	53'766	54'008	26	27	76	74.84
	Februar	30'276		10'592		5'043		109'612		70		148	
	Februar	30'683	30'479	10'324	10'458	4'837	4'940	105'830	107'721	62	66	221	184.7

Bem.: „<“ entspricht kleiner der Nachweisgrenze (0.03 mg/kg), Werte unter der Nachweisgrenze werden mit der Nachweisgrenze berücksichtigt.

Datum	Probe	Heißwasser-lösliches Chlorid mg/kg	Heißwasser-lösliches Chlorid mg/kg MW
September 2009 1	Schlacke >8mm	1'622	
September 2009 2	Schlacke >8mm	1'630	1'626
Oktober 2009 1	Schlacke >8mm	2'219	
Oktober 2009 2	Schlacke >8mm	2'237	2'228
Jänner 2010 1	Schlacke >8mm	3'387	
Jänner 2010 2	Schlacke >8mm	3'376	3'382
Februar 2010 1	Schlacke >8mm	6'045	
Februar 2010 2	Schlacke >8mm	6'096	6'070

*Tabelle 8-12: Daten der Probenaufbereitung und Analyse der Siebüberläufe >8 mm der Schlackenproben der MVA Spittelau September 09 /Oktober 09/Januar 10/ Februar 10 (Mischproben).*

Die Elemente Al, S, Si und Br wurden von der Firma ESW Consulting Wruss analysiert (vgl. Kapitel 8.6).

## 8.6 Analysen von Al, Br, S und Si in der Schlacke und in der EF-Asche



ext. Bezeichnung	int. Probenr. Aufschluss 1	int. Probenr. Aufschluss 2	Al [mg/kg] MW Aufschluss 1	Al [mg/kg] MW Aufschluss 2	S [mg/kg] MW Aufschluss 1	S [mg/kg] MW Aufschluss 2
MAPE Jänner/Februar 2010 - Asche	101953/1	102380/1	48307	43667	33750	26200
MAPE März 2010 - Asche	101953/2	102380/2	43318	42167	42000	40725
MAPE Mai/Juni 2009 - Asche	101953/3	102380/3	48525	45417	34500	29550
MAPE Juli/August 2009 - Asche	101953/4	102380/4	37283	37500	40500	34350
MAPE September/Okttober 2009 - Asche	101953/5	102380/5	42708	38583	40000	36425
MAPE November/Dezember 2009 - Asche	101953/6	102380/6	44169	44500	38250	33850
MAPE September 2009 < 8 mm - Schlacke	101953/7	102380/7	64750	79650	8675	10761
MAPE September 2009 > 8 mm - Schlacke	101953/8	102380/8	48750	53075	5750	36555
MAPE Oktober 2009 < 8 mm - Schlacke	101953/9	102380/9	46000	36550	9225	7135
MAPE Oktober 2009 > 8 mm - Schlacke	101953/10	102380/10	38800	38700	5250	5055
MAPE Jänner 2010 < 8 mm - Schlacke	101953/11	102380/11	37200	36300	6325	6915
MAPE Jänner 2010 > 8 mm - Schlacke	101953/12	102380/12	49500	53900	5225	6185
MAPE Februar 2010 < 8 mm - Schlacke	101953/13	102380/13	49300	50400	10050	7605
MAPE Februar 2010 > 8 mm - Schlacke	101953/14	102380/14	34750	45025	5700	3940

Die Analysendaten der EF-Asche von Al (Totalaufschluss) müssen angezweifelt werden. Sie liegen nur rund 10% über den Königswasseraufschlüssen der MA 48. Sie müssten deutlich höher sein.



ext. Bezeichnung	int. Probenrn. Aufschluss 1	int. Probenrn. Aufschluss 2	Si [mg/kg] MW Aufschluss 1	Si [mg/kg] MW Aufschluss 2	Bromid [mg/L] Aufschluss 1	Bromid [mg/L] Aufschluss 2
MAPE Jänner/Februar 2010 - Asche	101953/1	102380/1	62000	55175	172	171
MAPE März 2010 - Asche	101953/2	102380/2	61750	62100	160	158
MAPE Mai/Juni 2009 - Asche	101953/3	102380/3	67500	67350	158	149
MAPE Juli/August 2009 - Asche	101953/4	102380/4	71500	63375	225	216
MAPE September/Okttober 2009 - Asche	101953/5	102380/5	63000	69575	192	182
MAPE November/Dezember 2009 - Asche	101953/6	102380/6	68500	62000	173	165
MAPE September 2009 < 8 mm - Schläcke	101953/7	102380/7	159750	159975	1,71	1,54
MAPE September 2009 > 8 mm - Schläcke	101953/8	102380/8	226500	207225	0,64	0,57
MAPE Oktober 2009 < 8 mmmm - Schläcke	101953/9	102380/9	149250	135525	2,07	1,88
MAPE Oktober 2009 > 8 mmmm - Schläcke	101953/10	102380/10	244500	218275	0,90	0,83
MAPE Jänner 2010 < 8 mm - Schläcke	101953/11	102380/11	156500	143550	2,16	1,97
MAPE Jänner 2010 > 8 mm - Schläcke	101953/12	102380/12	222750	208000	1,26	1,18
MAPE Februar 2010 < 8 mm - Schläcke	101953/13	102380/13	140750	135850	1,98	1,82
MAPE Februar 2010 > 8 mm - Schläcke	101953/14	102380/14	204250	212200	0,90	0,83

## 8.7 Analysendaten im Abwasser

### MVA Spittelau: Reinwasser Gesamtgehalt

#### Parameterfestlegung Allg. AbwasserV - AEV Verbrennungsgas - Bescheid

Parameter	Einheit	Messwert	Grenzwert lt. Allg. AbwasserV 19.04.1996	Grenzwert lt. AEV Verbrennungsgas 29.12.1995	Grenzwert lt. Bescheid Spittelau MA 58-3200/87
Chlor (frei)	mg Cl <sub>2</sub> /l	<0,1	0.2		
Chlor (gesamt)	mg Cl <sub>2</sub> /l	<0,1	0.4		
Chlorid	mg Cl/l	6'380			18000
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	1'330		2500	1400
Sulfid	mg S/l	<0,01		0.2	zu messen
Sulfit	mg SO <sub>3</sub> /l	<10		20	zu messen
Parameter	Einheit	Messwert	Grenzwert lt. Allg. AbwasserV 19.04.1996	Grenzwert lt. AEV Verbrennungsgas 29.12.1995	Grenzwert lt. Bescheid Spittelau MA 58-3200/87
Chlor (frei)	mg Cl <sub>2</sub> /l	<0,1	0.2		
Chlor (gesamt)	mg Cl <sub>2</sub> /l	<0,1	0.4		
Chlorid	mg Cl/l				18000
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	1'337		2500	1400
Sulfid	mg S/l	<0,01		0.2	zu messen
Sulfit	mg SO <sub>3</sub> /l	<10		20	zu messen
Parameter	Einheit	Messwert	Grenzwert lt. Allg. AbwasserV 19.04.1996	Grenzwert lt. AEV Verbrennungsgas 29.12.1995	Grenzwert lt. Bescheid Spittelau MA 58-3200/87
Chlor (frei)	mg Cl <sub>2</sub> /l		0.2		
Chlor (gesamt)	mg Cl <sub>2</sub> /l		0.4		
Chlorid	mg Cl/l	8'028			18000
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	1'092		2500	1400
Sulfid	mg S/l	<0,01		0.2	zu messen
Sulfit	mg SO <sub>3</sub> /l	<10		20	zu messen

## 8.8 Resultate zu Stoffkonzentrationen der Verbrennungsprodukte

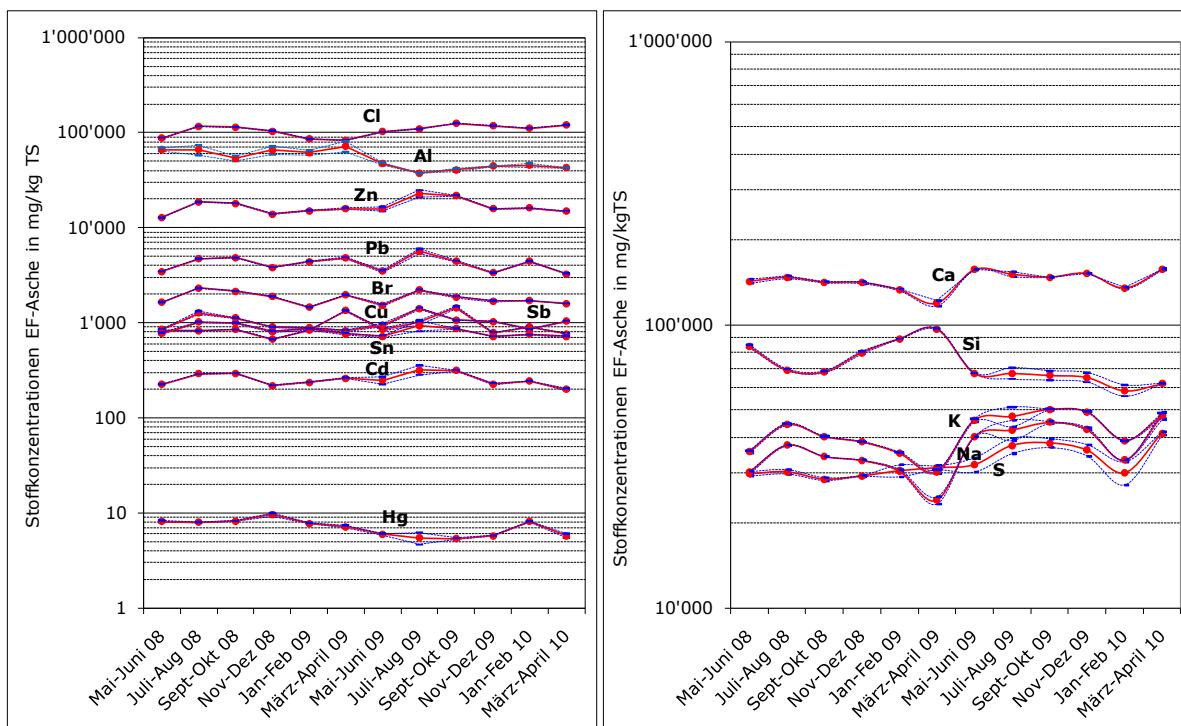
In diesem Kapitel sind die Resultate der routinemässig erfassten Stoffkonzentrationen in den Verbrennungsprodukten dargestellt. Dies sind die Verläufe der Monatsmittel von Cl, Br, S, Al, Cd, Cu, Pb, Sb, Sn, Zn, Na, K, Ca und Si in der EF-Asche sowie Cl im gereinigten Abwasser und C im Reingas.

### 8.8.1 Verläufe der Monatswerte

#### Mittlere Stoffkonzentrationen in EF-Asche

Abbildung 8-6 zeigt den Verlauf der Zwei-Monatsmittelwerte der untersuchten Elemente in der EF-Asche. Unsicherheiten sind berücksichtigt, aber in der Darstellung bei einzelnen Elementen – weil in sehr engen Grenzen – aufgrund des logarithmischen Maßstabes kaum sichtbar.

*Abbildung 8-6: Verläufe der mittleren in der EF-Asche der MVA Spittelau während den beiden Messphasen 1.5.2008 - 30.4.2010 („Messjahr“ 2008/2009 und 2009/2010) gemessenen Stoffkonzentrationen (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls).*



Die Gegenüberstellung der mittleren 2-monatlichen Stoffkonzentrationen der zwei Messphasen 1.5.2008 bis 30.4.2009 (Messperiode 2008/2009) und 1.5.2009 bis 30.4.2010 (Messperiode 2009/2010) in der EF-Asche zeigt größtenteils ähnliche Wertebereiche (Tabelle 8-13). Die Aluminium-, Silizium- und Quecksilbergehalte haben vom letzten zum aktuellen Messjahr allerdings deutlich abgenommen. Der Schwefelgehalt hat demgegenüber deutlich zugenommen. Mit Ausnahme des Siliziums sind die Schwankungen eher grösser als in den Vorjahren.

Element	Mittlere Stoffkonzentrationen in mg/kg EF-Asche				
	1.5.2006 bis 30.4.2007 (Zwei-Monatsmittel)	1.5.2007 bis 30.4.2008 (Zwei-Monatsmittel)	1.5.2008 bis 30.4.2009 (Zwei-Monatsmittel)	1.5.2009 bis 30.4.2010 (Zwei-Monatsmittel)	
Cd	210-310	300-370	220-290	200-320	
Cu	670-800	750-880	670-1'300	760-1'400	
Pb	3'100-3'900	3'700-4'400	3'500-4'800	3'300-5'700	
Zn	12'000-16'000	15'000-19'000	13'000-19'000	15'000-23'000	
Al	50'000-57'000	49'000-57'000	54'000-72'000	37'000-47'000	
Hg	7-11	9-14	7-10	5-8	
Sb		580-760	820-1'300	850-1'400	
Sn		6'100-6'800	770-1'000	690-860	
Cl	91'000-125'000	90'000-100'000	83'000-120'000	100'000-120'000	
Br		810-1'700	1'400-2'200	1'500-2'200	
S	n.b.	22'000-31'000	29'000-31'000	30'000-41'000	
Na	29'000-37'000	34'000-38'000	24'000-38'000	33'000-48'000	
K	33'000-43'000	40'000-45'000	30'000-44'000	39'000-50'000	
Ca	140'000-160'000	110'000-130'000	120'000-150'000	130'000-160'000	
Si		16'000-77'000	68'000-96'000	56'000-67'000	

Tabelle 8-13: Vergleich zwischen den mittleren monatlichen EF-Stoffkonzentrationen in den vier Messjahren 1.5.2006 bis 30.4.2006, 1.5.2006 bis 30.4.2007, 1.5.2007 bis 30.4.2009 und 1.5.2009 bis 30.4.2010.

Tabelle 8-14 zeigt die Korrelationskoeffizienten für die einzelnen Konzentrationen im aktuellen Messjahr (2009/2010).

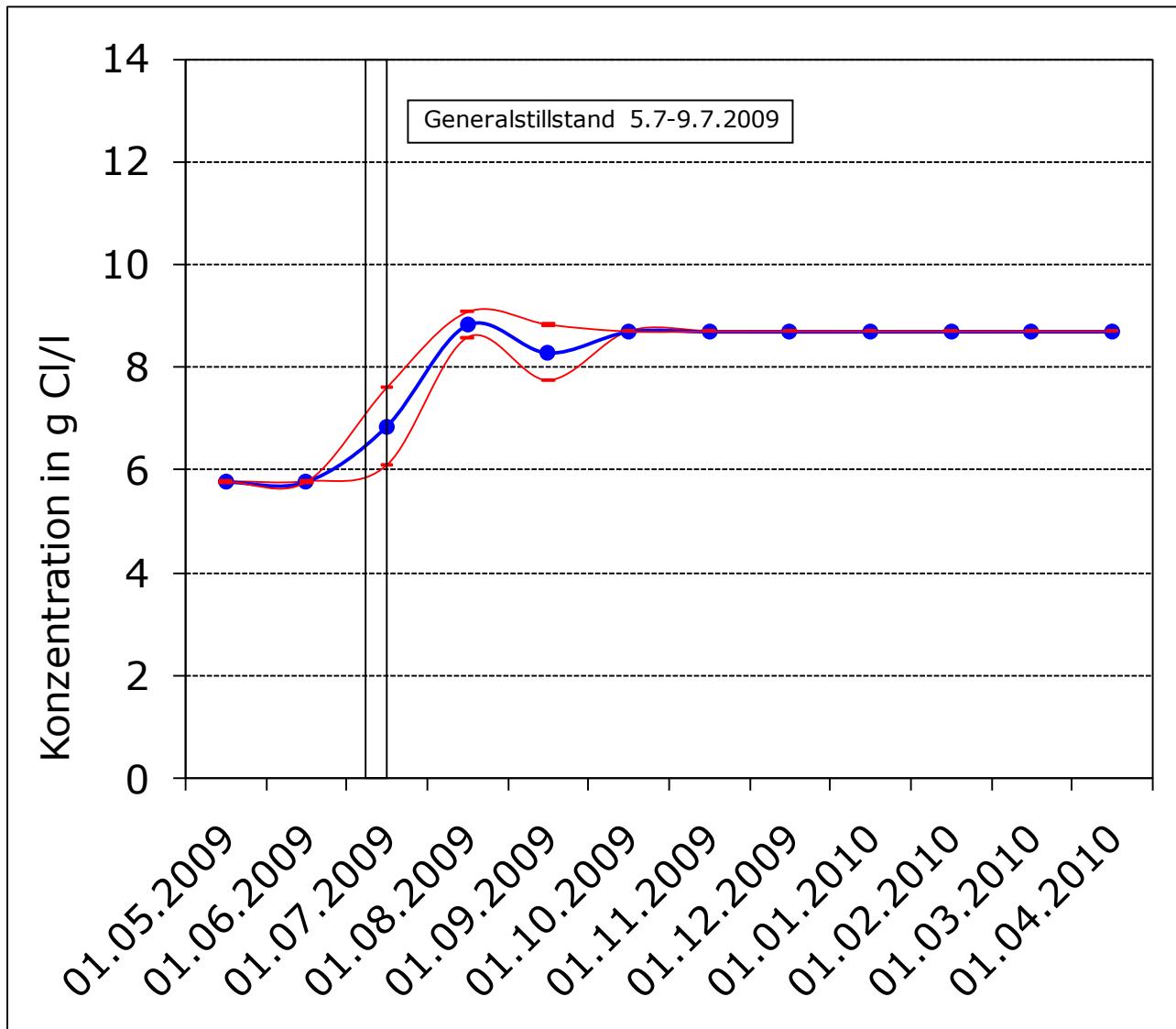
EF-Asche	C	Cl	Al	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn	Fe	Sb	Sn	S	Na	K	Ca	Si	Br
C	1.00	0.27	-0.92	-0.31	0.59	0.28	<b>0.78</b>	<b>0.76</b>	0.06	<b>0.87</b>	<b>0.81</b>	0.42	0.20	0.25	-0.13	0.21	<b>0.93</b>
Cl		1.00	-0.36	-0.31	0.01	0.43	-0.14	0.16	-0.27	0.04	0.13	0.68	0.58	0.50	-0.04	-0.16	0.07
Al			1.00	0.53	-0.68	-0.48	-0.74	-0.86	0.18	-0.90	-0.89	-0.62	-0.45	-0.45	-0.07	-0.36	-0.90
Hg				1.00	-0.33	-0.28	-0.01	-0.44	<b>0.92</b>	-0.63	-0.35	-0.74	-0.87	-0.96	-0.79	-0.82	-0.28
Cd					1.00	<b>0.81</b>	<b>0.84</b>	<b>0.96</b>	-0.02	0.61	<b>0.93</b>	0.03	0.00	0.24	-0.20	0.55	<b>0.82</b>
Cu						1.00	0.48	<b>0.76</b>	-0.10	0.22	0.69	0.16	0.15	0.31	-0.27	0.31	0.47
Pb							1.00	<b>0.86</b>	0.36	0.69	<b>0.92</b>	-0.05	-0.23	-0.13	-0.40	0.19	<b>0.93</b>
Zn								1.00	-0.09	<b>0.77</b>	<b>0.99</b>	0.26	0.18	0.35	-0.11	0.52	<b>0.91</b>
Fe									1.00	-0.30	0.02	-0.65	-0.86	-0.93	-0.89	-0.74	0.11
Sb										1.00	<b>0.79</b>	0.52	0.43	0.49	0.31	0.58	<b>0.86</b>
Sn											1.00	0.25	0.13	0.24	-0.17	0.41	<b>0.95</b>
S												1.00	<b>0.94</b>	<b>0.76</b>	0.57	0.25	0.22
Na													1.00	<b>0.88</b>	<b>0.76</b>	0.45	0.05
K														1.00	<b>0.71</b>	<b>0.72</b>	0.18
Ca															1.00	0.63	-0.20
Si																1.00	0.35
Br																	1.00

Tabelle 8-14: Korrelationskoeffizienten in der EF-Asche der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010.

Cl in Abwasser

Die Online Cl-Messung lieferte nur von Mitte Juli bis Ende August plausible Werte. Vorher und nachher werden konstante Werte ausgewiesen. In der Grafik ist das deutlich zu sehen. Ein Vergleich mit den Vorjahren kann daher nicht gezogen werden.

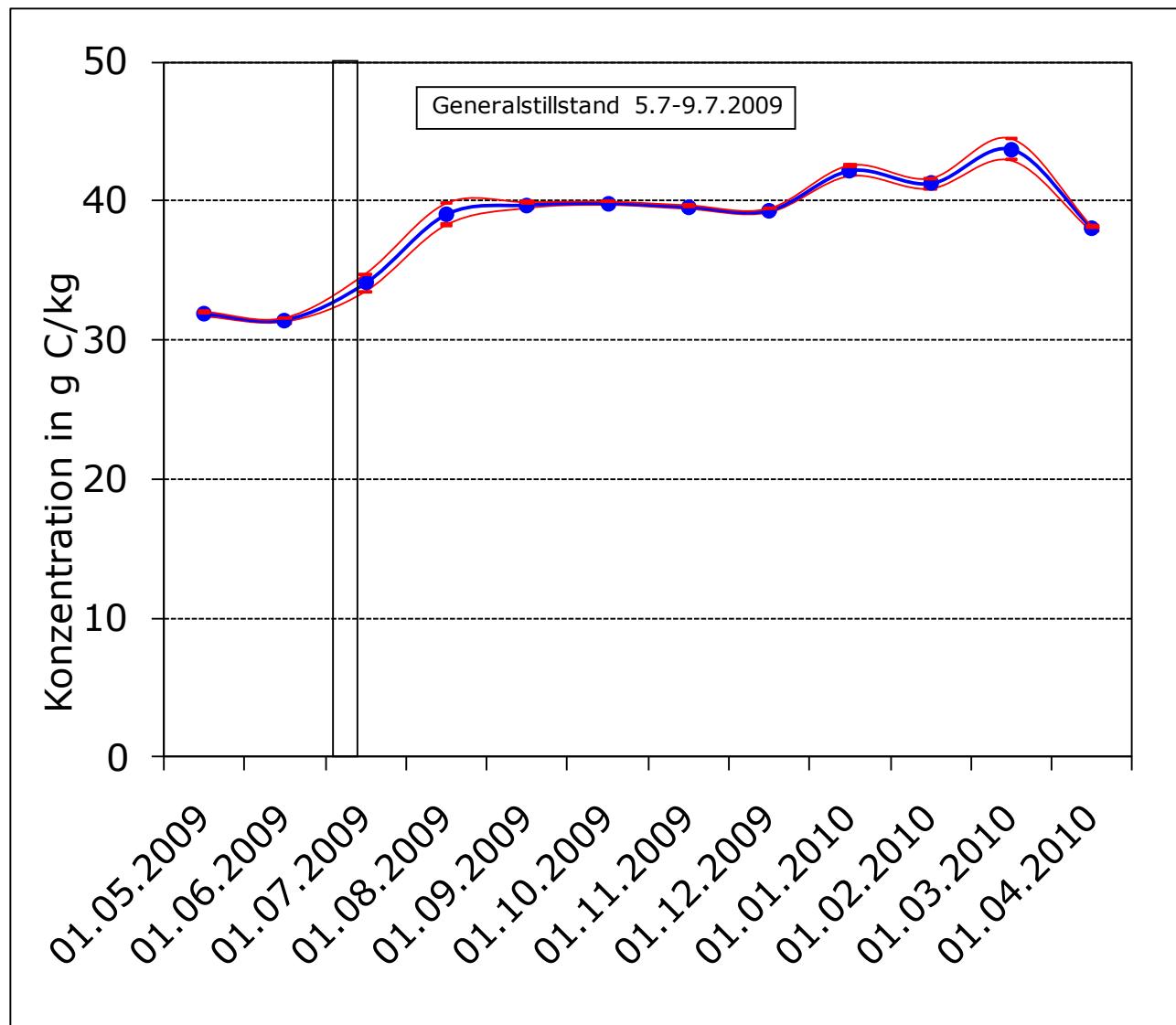
Abbildung 8-7: Verlauf der mittleren Cl-Stoffkonzentration im Abwasser mittels der Cl-Messung der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2007 bis 30.4.2010 (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls); (Monatsmittelwerte in g/l).



C im Reingas

Die CO<sub>2</sub>-Messung im Kamin funktionierte während der betrachteten Messperiode sehr zuverlässig. Ab Juni 2009 steigen die Gehalte stark an. Nach einer konstanten Phase während August 09 und Dezember 09 stiegen die Werte gegen Ende der Messperiode im März 2010 nochmals an. Der Anstieg ist zwar bemerkenswert, aber die Messresultate werden als verlässlich eingestuft.

*Abbildung 8-8: Geglätteter Verlauf der mittleren C-Konzentration im Reingas der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010 (inklusive unterer und oberer Grenze eines 95%- Konfidenzintervalls); (Mittelwerte in g/kg).*



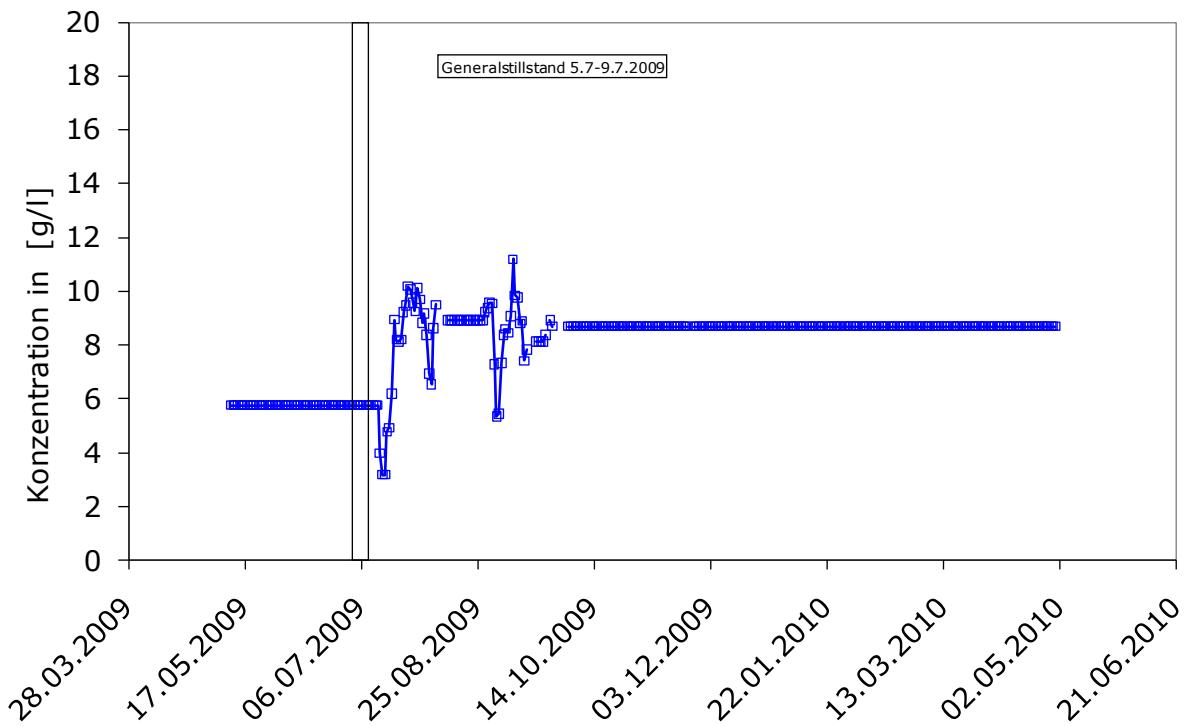
### 8.8.2 Verläufe von Tageswerten

In Abbildung 8-9 und Abbildung 8-10 sind für die Online-Messungen der Elemente Cl und C (als CO<sub>2</sub>) und H<sub>2</sub>O die Verläufe der mittleren Tageskonzentrationen dargestellt. Der Verlauf von Cl ist infolge der Messunsicherheiten nicht aussagekräftig.

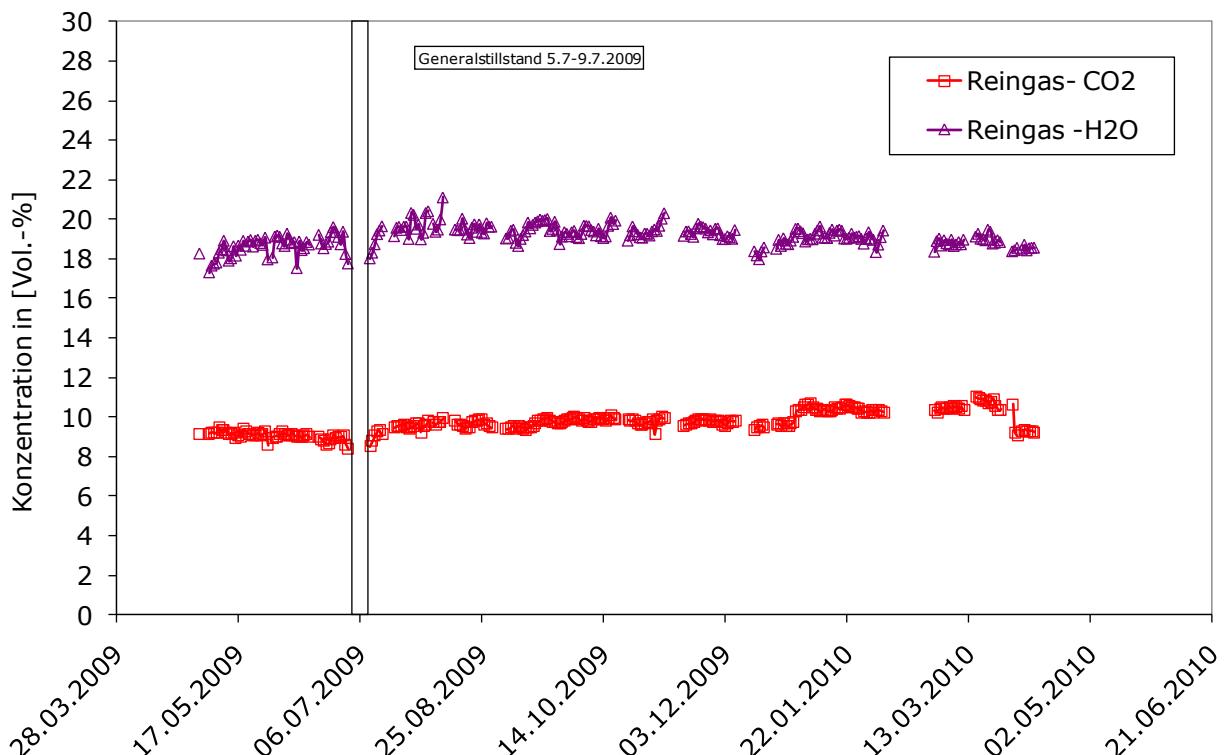
Die Resultate der CO<sub>2</sub> (Vol. %, tr. bei O<sub>2</sub>, effektiv)- bzw. der H<sub>2</sub>O (Vol. %, tr. bei O<sub>2</sub>, effektiv)-Messung im Kamin sind in Abbildung 8-10 in Form von Tagesmittelwerten dargestellt. Das CO<sub>2</sub>-Signal bewegte sich wie im Vorjahr zwischen 9 und 11 Vol. %.

Der Wassergehalt im Abgas schwankte im Messjahr 2007/2010 zwischen 17 und 21 Vol. %. Er liegt damit leicht unter dem Vorjahr.

*Abbildung 8-9: Verlauf der mittleren Tages-Stoffkonzentration von Cl im Abwasser [g/l] der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2009 bis 30.4.2010.*



*Abbildung 8-10: Verlauf der mittleren Tages-Stoffkonzentration von CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O im Reingas der MVA Spittelau während der Messphase 1.5.2007 bis 30.4.2010 (Tagesmittelwerte in Vol.-%).*



## 8.9 Verwendete Transferkoeffizienten in die EF-Asche

Die verwendeten Tk für die einzelnen Elemente wurden Anfang Kapitel 4 besprochen.

Die folgende Tabelle 8-15 und Abbildung 8-11 zeigt für ausgewählte Elemente einen Vergleich der für die 12 Zweimonatsintervalle verwendeten Mittelwerte aus dem Pilotprojekt 2000-2004, resp. den ersten verfügbaren Werten mit dem Mittelwert aus den Messungen der Monate Januar, Februar, September, Oktober 2006 sowie Januar, Februar, März 2007 und den Messungen in den Monaten September, Oktober 2008 und 2009 sowie im Januar, Februar 2009 und 2010.

Element	Messperiode	Min.	u.G.	MW	o.G.	Max.	Diff. MW 09/10 zu 2000-2004, resp. verwendet en Wert
Al	2000-2004	0.05	0.10	0.10	0.11	0.15	-20%
	05-07		0.063	0.072	0.081		
	07-09*		0.077	0.093	0.110		
	09-10		0.069	0.081	0.093		
Pb	2000-2004	0.14	0.27	0.29	0.31	0.51	6%
	05-07		0.22	0.32	0.42		
	07-09		0.28	0.36	0.44		
	09-10		0.21	0.31	0.42		
Zn	2000-2004	0.34	0.45	0.47	0.49	0.64	-14%
	05-07		0.36	0.42	0.49		
	07-09		0.31	0.37	0.44		
	09-10		0.33	0.41	0.48		
Cu	2000-2004	0.02	0.053	0.057	0.061	0.10	-16%
	05-07		0.048	0.081	0.11		
	07-09		0.026	0.039	0.052		
	09-10		0.028	0.048	0.068		
Cd	2000-2004	0.63	0.86	0.89	0.91	0.99	-2%
	05-07		0.82	0.86	0.90		
	07-09		0.79	0.85	0.91		
	09-10		0.79	0.87	0.95		
Cl	2000-2004	0.2	0.28	0.31	0.33	0.65	-18%
	05-07		0.31	0.34	0.36		
	07-09		0.25	0.29	0.34		
	09-10		n.b.	0.25	n.b.		
Na	2000-2004	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0%
	05-07**		0.23	0.24	0.28	0.32	
	07-09			0.26	0.32	0.38	
	09-10			0.16	0.28	0.41	
K	2000-2004	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-12%
	05-07**		0.48	0.51	0.55	0.59	
	07-09			0.50	0.54	0.58	
	09-10			0.32	0.48	0.64	
Ca	2000-2004	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-17%
	05-07**		0.12	0.13	0.15	0.17	
	07-09			0.10	0.13	0.15	
	09-10			0.06	0.13	0.19	
S	2000-2004	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-26%
	05-07***		0.28	0.29	0.29	0.30	
	08-09****		0.24	0.19	0.22	0.24	
	09-10		0.24	n.b.	0.21	n.b.	
Br	2000-2004	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-1%
	05-07****		0.43	0.42	0.49	0.55	
	07-09*****			0.49	0.54	0.60	
	09-10			n.b.	0.48	n.b.	
Si	2000-2004	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-17%
	07-08		0.04	0.04	0.05	0.04	
	08-09****			0.03	0.03	0.04	
	09-10			0.03	0.03	0.04	
Sn	2000-2004	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	-58%
	07-08		0.78	0.76	0.80	0.84	
	08-09****			0.36	0.48	0.61	
	09-10			0.21	0.34	0.46	

\* Werte 2007/2008 mit Konz. Jan 06

\*\* aus Messungen Jan, Feb 06

\*\*\* Schachermayer et al.

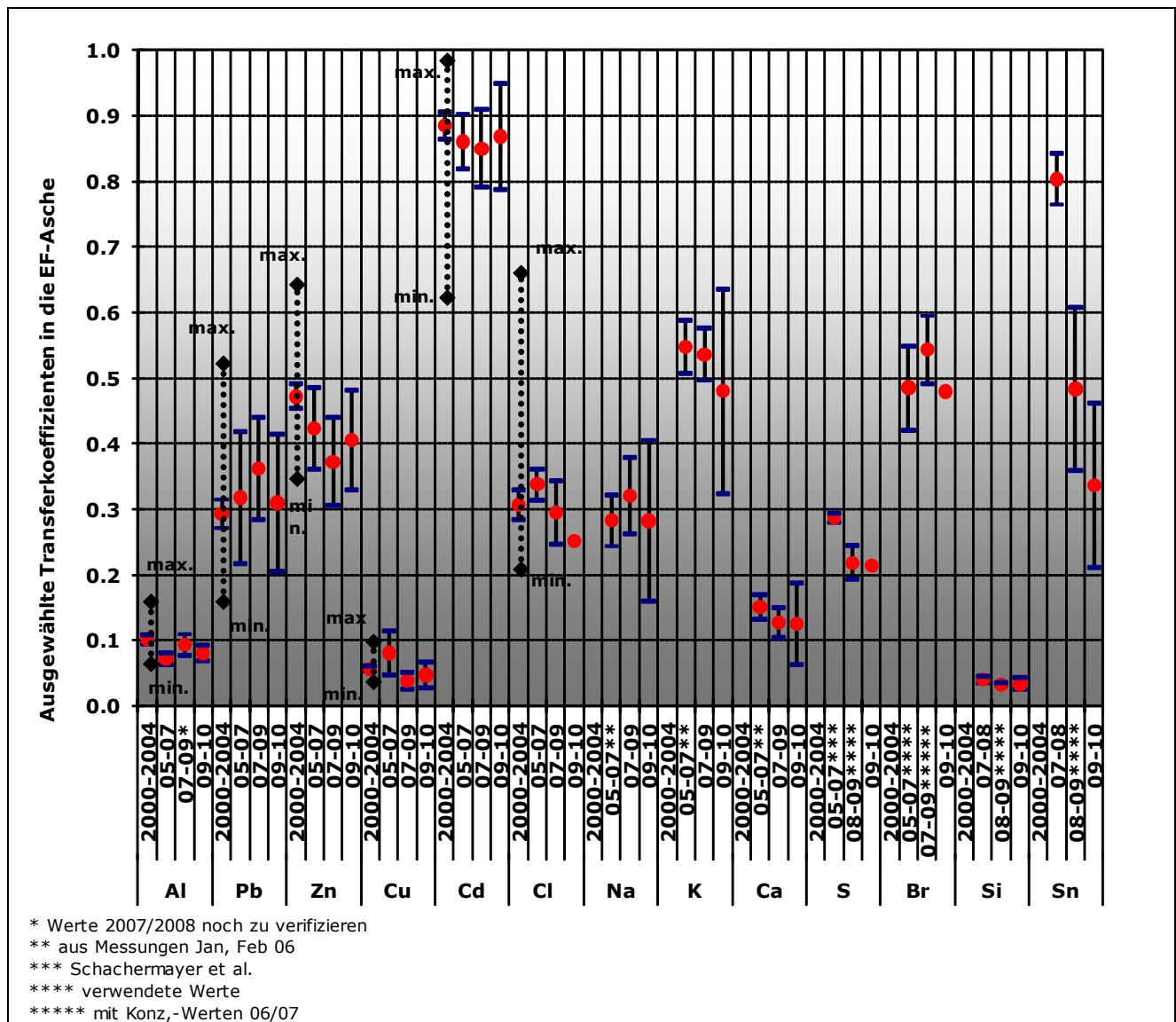
\*\*\*\* verwendete Werte

\*\*\*\*\* 07-08 mit Konz.-Werten 06/07

**Tabelle 8-15:** Vergleich der mittleren monatlichen Transferkoeffizienten in die EF-Asche aus dem Pilotprojekt 2000 bis 2004 und den Mittelwerten der letzten und der aktuellen Messperiode 2009/2010.

Dabei wird ersichtlich, dass die Mittelwerte der Kontrollmessungen der letzten Messjahre für das Element Cd sehr gut übereinstimmen (relative Abweichungen kleiner 2%). Bei Al, Na, Ca und Br und Si sind die Abweichungen auch noch relativ klein (<20%). Relativ groß (20% - 40%) sind sie hingegen für Pb, Zn, Cu, S und Sn. Die größten Abweichungen treten mit 58% beim Sn auf. Unter Berücksichtigung der Unsicherheit zeigt sich, dass für Cl, S und Sn gegenüber dem Pilotprojekt, resp. den ersten Werten die Abweichungen in dieser Zeit signifikant sind. Außer beim Cl werden aber auch die neuen Tk verwendet. Des Weiteren kann aber festgestellt werden, dass die Transferkoeffizienten für alle Elemente innerhalb des Bereichs des minimal und maximal gemessenen Transferkoeffizienten im Pilotprojekt (gestrichelte schwarze Linie mit min./max. Bezeichnung) liegen.

*Abbildung 8-11: Vergleich der mittleren monatlichen Transferkoeffizienten aus dem Pilotprojekt 2000 bis 2004 und den Mittelwerten der letzten und der aktuellen Messperiode 2009/2010.*



#### Für das Element S:

Für Schwefel konnten dank der Konzentrationsbestimmung der EF-Asche und der Schlacke Transferkoeffizienten bestimmt werden:  $0.22 \pm 0.03$ . Gegenüber Schachermayer et al. (1995) mit einem Tk von 0.36 in die EF-Asche ist der Koeffizient nun deutlich kleiner. Die aktuellen Werte bestätigen diese Zahl.

**Für die Elemente Na, K und Ca:**

Für diese Elemente wurden die Analysendaten der Monate Januar, Februar, September und Oktober 2006 sowie im Januar, Februar und März 2007 sowie August, Dezember 2008 und Februar, März 2010 und nun noch September, Oktober 2009 und Januar, Februar 2010 in der Schlacke und der EF-Asche ausgewertet und die Transferkoeffizienten bestimmt. In erster Näherung wurde dabei angenommen, dass vom Input kein nennenswerter Transfer in die Verbrennungsprodukte neben der Schlacke und der EF-Asche stattfindet. Die Werte 2009/2010 zeigen für die EF-Asche durchwegs tiefere Transferkoeffizienten als die bisher verwendeten. Beim K ist der Unterschied am deutlichsten aber auch mit dem größten Fehler behaftet.

**Für die Elemente Sb, Sn und Si:**

Ebenfalls neu bestimmt (seit 2008/2009) wurden die Transferkoeffizienten für Sb, Sn und Si. Auch hier wurde davon ausgegangen, dass vom Input alles in die Schlacke und die EF-Asche transferiert wird. Bei den Elementen Sn und Si zeigten sich große Unterschiede gegenüber dem Messjahr 2007/2009. Bei beiden Elementen verschob sich die Verteilung weg von der EF-Asche in die Schlacke. Beim Si allerdings auf einem tiefen Niveau. Infolge der zweifelhaften Analyseresultate 2007/2008 wurde mit den Werten 2008/2009 gerechnet. Die nachgelieferten Analysewerte bestätigen diese Werte. Beim Sn wurde der größte Unterschied aller Elemente festgestellt. Gegenüber den letztjährigen Werten ist der Unterschied allerdings infolge der großen Unsicherheiten nicht signifikant.

## 8.10 Wassergehalt des Restmülls

Nachdem auch im Messjahr 2007/2008 wiederum unsinnige Wassergehalte resultierten, wurde beschlossen, auf die Wassergehaltsbestimmung in diesem Messjahr zu verzichten. Trotz der, im Rahmen dieses Projektes möglichen Ursachenabklärung (siehe unten), konnte nicht eruiert werden, weshalb es zu diesen unsinnigen Resultaten kommen kann.

Die Berechnung erfolgte in den Vorjahren folgendermaßen:

Der Wassergehalt im Müll wird mittels der Wasserbilanz der Feuerung und des Rauchgasreinigungssystems unter Berücksichtigung des oxidierten Wasserstoffs im Müll und dem Erdgas bestimmt. Die Bilanzierung wird anhand bestehender Messungen und einzelner Annahmen (z.B. H-Gehalt im Müll = 0.04, H<sub>2</sub>-Gehalt im Erdgas = 0.195, H<sub>2</sub>O-Gehalt der Verbrennungsluft = 0.008 kg/kg) durchgeführt. Die Bestimmung ist in [Morf et al. 2005] beschrieben.

Abbildung 8-12 zeigt die aus der Bilanzierung berechneten mittleren monatlichen Wassergehalte des Restmülls von 2002 bis 2008. Die geschätzten Fehler sind als approximative 95%-Konfidenzintervallbereiche angegeben. Rot dargestellt ist der Bereich nicht plausibler Wassergehalte von < 20%.

Im Messjahr 2005/2006 wurden anhand der ausgewerteten Anlagebetriebsdaten erstmals Müllwasser-gehalte kleiner als 0.2 (20% Wasseranteil) berechnet: Mai 05 (11.6%), Juni 05 (9.2%), November 05 (12.5%) und Januar bis März 06 Werte zwischen 7 und 15%. Dies sind nicht plausible Werte für den Müllinput in der Spittelau. Für die restlichen Monate lagen die Werte in plausiblen Bereichen (20 bis 40%).

Anhand der Messdaten alleine und dem Vergleich mit Vorjahren war eine abschließende Beurteilung der nicht plausiblen Werte nicht möglich. Als potentiell mögliche Ursachen kamen in Frage: Abwassermenge und Reingas-Wassermenge (Reingasmengenstrom, Wassermessung). Der Vergleich zwischen z.B. Oktober und Mai zeigte: Bei fast identischem Mülldurchsatz im Mai 05 (bei Wassergehalt Müll unrealistisch bei 12%) war die Abwassermenge und der Wasserfluss im Reingas im Mai 05 um 25-30% kleiner als im Oktober 05, dies bei einem Heizwertunterschied von ca. 9% (höher im Oktober) und einem um ca. 17% hö-

heren C-Gehalt im Müll im Oktober. Die Fernwärme Wien überprüfte die Daten, konnte aber keine eindeutigen Gründe für die Fehler in der Wasserbilanz finden.

Nachdem im Messjahr 2006/2007 in den Monaten Mai (0.06), Juni (-0.02) und Juli (0.11) sowie im November und März (beide 0.18) und im aktuellen Messjahr 2007/2010 im Mai mit 0.11 und im Juni mit 0.16 anhand der gelieferten Messdaten wiederum nicht plausible Müllfeuchten bestimmt wurden, stellt sich ein weiteres Mal die Frage nach dem Grund für diese Resultate. Auch fragt man sich, wie verlässlich die berechneten Werte auch für die plausiblen Resultate seit Ende der Pilotphase sind. Um die Ursachen für die nicht plausiblen Resultate zu finden, müssten separate vertiefte Untersuchungen angestellt werden. Als Alternativen böte sich, wie schon im Pilotprojekt diskutiert und vorgeschlagen, eine online-Wassergehaltsmessung im Rohgas vor dem Wäscher an.

*Abbildung 8-12: Geglätteter Verlauf des mittleren, monatlichen Wassergehalts [-] im Wiener Restmüll bestimmt an der MVA Spittelau während der Messphase 1.10.2002 bis 30.4.2008 (inklusive unterer und oberer Grenze eines approx. 95%- Konfidenzintervalls).*

