

Luftgetragene Emissionen an MBA-Standorten

Messprogramm 2013

Siggerwiesen, Halbenrain, Frohnleiten



**PROJEKTBERICHT:
MESSUNG LUFTGETRAGENER
EMISSIONEN AN STANDORTEN ZUR
MECHANISCH-BIOLOGISCHEN
ABFALLBEHANDLUNG (MBA)**

MBA-Messprogramm 2013 an den Standorten:
Siggerwiesen, Halbenrain, Frohnleiten

Christian Neubauer
Iris Buxbaum



REPORT
REP-0481

Wien 2014

Projektleitung

Christian Neubauer

AutorInnen

Christian Neubauer

Iris Buxbaum

Lektorat

Brigitte Karigl

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagfoto

© Umweltbundesamt

Dank gilt den Anlagenbetreibern für die Teilnahme am Messprogramm.

Die Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft erstellt.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

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

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf CO₂-neutralem 100 % Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2014

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-287-8

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG	17
2 PROJEKTDURCHFÜHRUNG	18
3 ERGEBNISSE	20
3.1 Standort Siggerwiesen	20
3.1.1 Ergänzende Betriebskenndaten.....	21
3.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Messergebnisse.....	23
3.2 Standort Halbenrain	30
3.2.1 Ergänzende Betriebskenndaten.....	31
3.2.2 Zusammenfassende Darstellung der Messergebnisse.....	33
3.3 Standort Frohnleiten	39
3.3.1 Ergänzende Betriebskenndaten.....	40
3.3.2 Zusammenfassende Darstellung der Messergebnisse.....	41
4 ANHANG (ELEKTRONISCH)	47
4.1 Messberichte der Emissionsmessungen	47
4.2 Ergänzende Betriebsdaten Frohnleiten	47

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse von Emissionsmessungen an den drei Anlagenstandorten zur mechanisch-biologischen Abfallbehandlung Siggerwiesen, Halbenrain und Frohnleiten dokumentiert.

Kontinuierliche Emissionsmessungen

Im Zuge kontinuierlicher Messungen wurden die Parameter gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) an jedem der drei Anlagenstandorte gemessen. Die Messergebnisse entsprechen mit einer Messdauer von mindestens vier Wochen in etwa einem monatlichen Durchschnitt und werden in Tabelle A für Roh- und Reingas zusammenfassend dargestellt.

Am Anlagenstandort Siggerwiesen wurden kontinuierliche Messungen im Rohgas vor und nach dem Wärmetauscher durchgeführt. Messungen im Reingas konnten nicht durchgeführt werden, da ausschließlich offene Biofilter am Anlagenstandort betrieben werden. Das Rohgas stammt aus vier saugbelüfteten Flächenmieten, welche in einer Halle geschüttet sind. Als Zuluft für die biologische Behandlung dienen Abluftströme aus mechanischen Prozessen (bereits über Staubfilter vorgereinigt). Die biologische Behandlungsdauer des Materials beträgt ca. 3–4 Wochen, wobei während dieser Zeit keine Befeuchtung des Materials stattfindet (Ziel: Trocknung). Wesentlichen Anlageninput stellen Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle (SN 91101) dar.

In Halbenrain wurde kontinuierlich im Roh- und Reingas vor und nach der Abluftreinigung (Abluftkühler/neutraler Biowäscher/Biofilter/neutraler Nachwäscher) gemessen. Die Abluft stammt dabei aus dem zweiten Teil der Intensivrottephase (Mischluft aus 9 Rottetunnel), welcher wiederum Abluftströme der ersten Intensivrottephase, der Nachrottephase und mechanischer Prozesse (bereits über Staubfilter vorgereinigt) als Zuluft dienen. Die biologische Behandlungsdauer des Materials in der Intensiv- und Nachrottephase beträgt ca. 12 Wochen, wobei während dieser Zeit nach Bedarf eine Befeuchtung stattfindet (Ziel: biologische Nassrotte). Wesentlichen Anlageninput stellen für die biologische Behandlung aufbereitete Fraktionen (SN 91307) und aerob stabilisierter Klärschlamm dar (SN 94502).

Auch in Frohnleiten wurden kontinuierliche Emissionsmessungen im Roh- und Reingas vor und nach der Abluftreinigung (Abluftkühler/saurer Wäscher/Biofilter) durchgeführt. Die Abluft stammt dabei aus der Intensivrotte (Mischluft aus 13 Rottetunnel), welcher wiederum Abluftströme aus Lagerungs- und Vermischungsprozessen als Zuluft dienen. Die Nachrotte findet an einem anderen Anlagenstandort durch einen anderen Betreiber statt. Die biologische Behandlungsdauer des Materials in der Intensivrottephase beträgt ca. 3–4 Wochen, wobei während dieser Zeit nach Bedarf eine Befeuchtung stattfindet (Ziel: biologische Nassrotte). Wesentlichen Anlageninput stellen Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung (SN 91103) dar.

Die spezifischen Luftmengen variieren von $3.788 \text{ m}^3/t_{\text{BA}}$ im Rohgas der Anlage Frohnleiten bis $12.855 \text{ m}^3/t_{\text{BA}}$ im Reingas der Anlage Halbenrain. Diese großen Unterschiede sind den unterschiedlichen Betriebskonzepten (siehe auch Messberichte zu den Anlagen in Anhang 4.1) geschuldet. Diese unterschiedlichen Konzepte im Hinblick auf das Luft- und Abluftmanagement sind bei der Interpretation der Messergebnisse jedenfalls zu berücksichtigen.

**gemessene
Parameter**

**Standort
Siggerwiesen**

Standort Halbenrain

Standort Frohnleiten

**spezifische
Luftmengen**

Alle drei Anlagen wurden im Zeitraum der Emissionsmessungen im „Normalbetrieb“ bei hoher Auslastung der biologischen Rotteprozesse betrieben.

Die hohen Differenzen zwischen den Volumenströmen im Roh- und Reingas bei der Anlage Frohnleiten (ca. 45 %) ergeben sich aufgrund einer Frischluftklappe zwischen den Messstellen für Roh- und Reingas, bei der Anlage Halbenrain (ca. 19 %) konnten die Ursachen für die Differenzen nicht abschließend begründet werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist diese „Verdünnung“ der Abluft bei den beiden Standorten Halbenrain und Frohnleiten entsprechend zu berücksichtigen.

Tabelle A: Zusammenfassende Ergebnisse der kontinuierlichen Emissionsmessungen.

Rohgas/Reingas		Rohgas	Rohgas	Reingas	Rohgas	Reingas
Anlagenstandort		Siggerwiesen*	Halbenrain	Halbenrain	Frohnleiten	Frohnleiten
Behandlungsdauer biologische Behandlung		3–4 Wochen Hallenrotte	12 Wochen Tunnelrotte	12 Wochen Tunnelrotte	4 Wochen Tunnelrotte	4 Wochen Tunnelrotte
Luftmengen & behandelte Abfallmengen						
Volumenstrom (Mittelwert aus Messung)	[m ³ /h]	14.300	57.500	68.400	28.200	40.800
Jahresdurchsatz biologische Behandlung (Hochrechnung)	[t _{BA} /a]	31.650	46.610	46.610	65.213	65.213
Luftmenge pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[m ³ /t _{BA}]	3.958	10.807	12.855	3.788	5.481
TOC						
Konzentration Mittelwert (Mittelwert aus Messung)	[mg/m ³]	355	22	14	118	55
HMW – Anzahl (Zählung)	[-]	1.483	1.371	1.372	1.383	1.318
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	1.405	238	180	447	301
CH₄						
Konzentration Mittelwert (Mittelwert aus Messung)	[mg/m ³]	22	6	3	19	13
HMW – Anzahl (Zählung)	[-]	1.483	1.371	1.377	1.383	1.318
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	87	65	39	72	71
N₂O						
Konzentration Mittelwert (Mittelwert aus Messung)	[mg/m ³]	8	37	46	1	1
HMW – Anzahl (Zählung)	[-]	1.483	1.371	1.377	1.383	1.318
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	32	400	591	4	5

*Am Anlagenstandort Siggerwiesen wurden ausschließlich Messungen im Rohgas (vor dem Biofilter) vor und nach dem Wärmetauscher durchgeführt. Die angeführte Messung ist jene, welche vor dem Wärmetauscher durchgeführt wurde.

Die Ergebnisse der kontinuierlichen Emissionsmessungen zeigen, dass in Abhängigkeit von der Betriebsführung unterschiedliche Niveaus an Emissionen im Rohgas vor allem an TOC und N₂O erreicht werden. Dies ist vor allem den unterschiedlichen Betriebskonzepten und unterschiedlich gefassten Abluftströmen geschuldet.

Ergebnisse Siggerwiesen

Beim Standort Siggerwiesen (Behandlungsdauer: 3–4 Wochen, Flächenrotte in einer Halle ohne Umluftführung; Ziel: Trocknung) liegen verhältnismäßig hohe TOC-Werte, welche ausgeprägten und sehr unregelmäßigen Schwankungen unterliegen, und geringe N₂O-Werte im Rohgas vor.

Dem entgegen zeigen sich beim Standort Halbenrain (Behandlungsdauer 12 Wochen, Tunnelrotte als Intensiv- und Nachrotte mit Umluffführung und kaskadenartiger Mehrfachnutzung der Abluft aus Intensiv- und Nachrotte; Ziel: Biologische Nassrotte) geringe TOC-Werte und hohe N_2O -Werte im Rohgas. Darüber hinaus zeigt sich in Halbenrain im Reingas im Vergleich zum Rohgas eine Erhöhung der N_2O -Werte. Die dokumentierten N_2O -Frachten in Halbenrain sind auf folgende Aspekte der Betriebsführung zurückzuführen: Mitbehandlung von Klärschlämmen, Temperaturniveau in der Rotte, Miterfassung der Abluft auch aus der Nachrotte und Abluftreinigung ohne saurem Wäscher.

**Ergebnisse
Halbenrain**

Beim Anlagenstandort Frohnleiten (Behandlungsdauer 4 Wochen; Tunnelrotte als Intensivrotte mit Umluffführung; Ziel: Biologische Nassrotte) werden insgesamt die geringsten N_2O -Werte gemessen.

**Ergebnisse
Frohnleiten**

Eine generelle Korrelation der Parameter TOC und N_2O wird durch die vorliegenden Ergebnisse nicht begründet.

Der Anteil an CH_4 im TOC (in der Konzentration) liegt im Rohgas bei ca. 6–27 %. Während der Nicht-Methan-Anteil im TOC durch die Abluftreinigung im Biofilter/Biowäscher reduziert werden kann, kann primär gebildetes CH_4 und N_2O durch die Abluftreinigung in der Regel nicht abgebaut werden. Der in Tabelle A ersichtliche Rückgang der Konzentrationen an CH_4 bei Vergleich zwischen Roh- und Reingas ist der o. a. „Verdünnung“ der Abluft zwischen den Messstellen für Roh- und Reingas geschuldet. Bei entsprechendem „Herausrechnen“ der zusätzlichen Luftmengen zeigt sich die Abnahme an Methan für den Standort Halbenrain nur sehr moderat und für den Standort Frohnleiten zeigt sich keine Reduktion (siehe auch Kapitel 3.2.2.2.2 und Kapitel 3.3.2.2.2).

**Nicht-Methan-Anteil
im TOC**

Diskontinuierliche Messungen

Der Parameter Ammoniak (NH_3) wurde jeweils an jedem der drei Anlagenstandorte diskontinuierlich an acht Werktagen (jeweils 6 HMW) gemessen. Es zeigen sich dabei Konzentrationswerte (Mittelwerte aus 48 HMW) von 46 mg/m^3 bis 137 mg/m^3 im Rohgas der drei Standorte, im Reingas wurden in Abhängigkeit von der Abluftreinigung entsprechend geringere Werte $< 20 \text{ mg/m}^3$ festgestellt. Tabelle B zeigt die Ergebnisse der Einzelmessungen für Ammoniak an den drei Anlagenstandorten.

**gemessener
Parameter**

Bei Vorhandensein von NH_3 im Rohgas kann es zu einer zusätzlichen (sekundären) Bildung von N_2O im Biofilter und dadurch erhöhten Werten an N_2O im Reingas kommen. Beim Anlagenstandort Halbenrain zeigen die Ergebnisse in Tabelle A durch Zunahme von Lachgas zwischen Roh- und Reingas, dass sekundäres N_2O im Biofilter gebildet wird.

Tabelle B: Zusammenfassende Ergebnisse der Einzelmessungen für Ammoniak.

Rohgas/Reingas		Rohgas	Rohgas	Reingas	Rohgas	Reingas
Anlagenstandort		Siggerwiesen*	Halbenrain	Halbenrain	Frohnlaiten	Frohnlaiten
Behandlungsdauer biologische Behandlung		3–4 Wochen Hallenrotte	12 Wochen Tunnelrotte	12 Wochen Tunnelrotte	4 Wochen Tunnelrotte	4 Wochen Tunnelrotte
Luftmengen & behandelte Abfallmengen						
Volumenstrom (Mittelwert aus Messung)	[m ³ /h]	14.300	57.500	68.400	28.200	40.800
Jahresdurchsatz biologische Behandlung (Hochrechnung)	[t _{BA} /a]	31.650	46.610	46.610	65.213	65.213
Luftmenge pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[m ³ /t _{BA}]	3.958	10.807	12.855	3.788	5.481
NH₃						
Konzentration Mittelwert (Mittelwert aus Messung)	[mg/m ³]	46	95	< 1	137	13
HMW – Anzahl (Zählung)	[-]	48	48	48	48	48
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	182	1.027	n. ber.	519	71

* Am Anlagenstandort Siggerwiesen wurden ausschließlich Messungen im Rohgas (vor dem Biofilter) vor und nach dem Wärmetauscher durchgeführt. Die angeführte Messung ist jene, welche vor dem Wärmetauscher durchgeführt wurde.
n. ber. ... nicht berechnet

Ein saurer Wäscher, der Ammoniak vor dem Biofilter wesentlich abscheidet und somit die Bildung von sekundärem N₂O deutlich vermindern kann, befindet sich ausschließlich am Anlagenstandort Frohnlaiten (bei einem Mittelwert für NH₃ im Rohgas von 137 mg/m³) in Verwendung.

Orientierende Einzelmessungen

gemessene Parameter

Am Anlagenstandort Siggerwiesen wurden zusätzlich zu den kontinuierlichen Emissionsmessungen und den diskontinuierlichen Ammoniak-Messungen orientierende Einzelmessungen für die Parameter gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), Staub und Quecksilber¹ (Hg, filtergänglich und partikelförmig) diskontinuierlich (an zwei Werktagen jeweils zwischen 6 und 8 HMW) an ausgewählten Rohgas-Abluftströmen durchgeführt (siehe Tabelle C).

TOC zeigt bei den Einzelmessungen Konzentrationsbereiche von < 5 mg/m³ bis 122 mg/m³ (Mittelwerte von acht Messungen mit jeweils 6 HMW bis 8 HMW an vier Messstellen) aus Abluftströmen der mechanischen Aufbereitung, der Abfallbeförderung und Lagerung. Der Mittelwert von 122 mg/m³ wurde im Rohgas aus Schwingsieb & Übergabestellen & Nachzerkleinerer gemessen.

Staub zeigt Konzentrationsbereiche von 4 mg/m³ bis 126 mg/m³ (Mittelwerte von acht Messungen mit jeweils 6 HMW an vier Messstellen).

¹ Die Hg-Einzelmessungen wurden als zusätzliche Leistung durch das Umweltbundesamt beauftragt und vollständig vom Umweltbundesamt finanziert.

Quecksilber befindet sich insgesamt auf einem niedrigen Niveau² mit Konzentrationsbereichen von 0,3 µg/m³ bis 1,4 µg/m³ (Mittelwerte von sechs Messungen mit jeweils 6 HMW an drei Messstellen).

Tabelle C: Zusammenfassende Ergebnisse der orientierenden Einzelmessungen in Siggerwiesen.

Rohgas/Reingas		Rohgas	Rohgas	Rohgas	Reingas	Reingas
Anlagenstandort		Siggerwiesen	Siggerwiesen	Siggerwiesen	Siggerwiesen	Siggerwiesen
Luftstrom		Saugbelüftung Hallenrotte	Tiefbunker & Shredder	Schwingsieb & Übergabestellen & Nachzerkleinerer	Förderband- übergaben & Ballenpresse	Windsichter & Wirbelstromscheider & Trommelsieb
TOC						
Volumenstrom I (Mittelwert aus Messung I)	[m ³ /h]	n. b.	33.000	3.800	20.000	18.500
Konzentration I (Mittelwert aus Messung I)	[mg/m ³]	n. b.	46	122	≤ 5	11
HMW – Anzahl I (Zählung)	[-]	n. b.	6	6	6	6
Volumenstrom II (Mittelwert aus Messung II)	[m ³ /h]	n. b.	37.700	4.500	19.300	17.600
Konzentration II (Mittelwert aus Messung II)	[mg/m ³]	n. b.	17	77	8	9
HMW – Anzahl II (Zählung)	[-]	n. b.	6	8	6	6
Staub						
Volumenstrom I (Mittelwert aus Messung I)	[m ³ /h]	n. b.	33.000	3.800	20.000	18.500
Konzentration I (Mittelwert aus Messung I)	[mg/m ³]	n. b.	5	4	≤ 6	36
HMW – Anzahl I (Zählung)	[-]	n. b.	6	6	6	6
Volumenstrom II (Mittelwert aus Messung II)	[m ³ /h]	n. b.	37.700	4.500	19.300	17.600
Konzentration II (Mittelwert aus Messung II)	[mg/m ³]	n. b.	10	8	12	126
HMW – Anzahl II (Zählung)	[-]	n. b.	6	6	6	6
Hg¹						
Volumenstrom I (Mittelwert aus Messung I)	[m ³ /h]	15.000*	n. b.	3.800	n. b.	18.500
Konzentration I (Mittelwert aus Messung I)	[µg/m ³]	1,4	n. b.	0,3	n. b.	0,4
HMW – Anzahl I (Zählung)	[-]	6	n. b.	6	n. b.	6
Volumenstrom II (Mittelwert aus Messung II)	[m ³ /h]	15.000*	n. b.	4.500	n. b.	17.600
Konzentration II (Mittelwert aus Messung II)	[µg/m ³]	0,4	n. b.	1,4	n. b.	0,3
HMW – Anzahl II (Zählung)	[-]	6	n. b.	6	n. b.	6

* übernommen aus kontinuierlicher Messung

n. b. ... nicht bestimmt

Anforderungen an Messumfang und Messhäufigkeit in Österreich

Derzeit bestehen in Österreich keine einheitlich verbindlichen Anforderungen an den Messumfang und die Messhäufigkeit für Emissionen aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. Anforderungen durch die Genehmigungsbehörde werden je Bundesland, aber teilweise auch für Anlagen an Standorten innerhalb desselben Bundeslandes unterschiedlich streng festgelegt.

**verbindliche
Regelungen fehlen
derzeit**

² Vgl. mit Regelungen in Deutschland: TA Luft (zulässiger Massenstrom von 0,25 g/h für kontinuierliche Überwachung entsprechend Kapitel 5.3.3.2) und der 17. Bundes-Immissionsschutzverordnung (17, BImSchV, zulässige Konzentration von 0,05 mg/m³).

Die Ergebnisse der Emissionsmessungen geben Einblick in das Emissionsverhalten von MBA-Anlagen in Österreich und bilden eine Grundlage für die Erarbeitung verbindlicher Regelungen.

SUMMARY

In this report the results of emission measurements carried out at three mechanical biological treatment facilities in Austria (Siggerwiesen, Halbenrain and Frohnleiten) are documented.

Continuous emission monitoring

In the course of continuous emission monitoring, the following parameters were measured at each of the three facilities: total organic carbon (TOC), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). With a minimum measurement period of four weeks, the results correspond approximately to a monthly average. A summary of the results for raw and clean gas is given in Table A.

At the Siggerwiesen facility, continuous measurements were taken from the raw gas before and after it was passed through the heat exchanger. Measurements from the clean gas were not possible, as only open biofilters are operated at the facility. The raw gas comes from four suction-aerated trapezoidal biopiles which are stored in a hall. Exhaust air flows from the mechanical processes are used (pre-cleaned with dust filters) as supply air for the biological treatment process. The treatment time for the biological treatment of the material is approx. 3-4 weeks. During this time the material is not moistened (aim: drying). Municipal waste and similar commercial wastes (SN 91101) are essential components of the waste inputs to the facility.

At Halbenrain, continuous measurements were taken from the raw and the clean gas before and after exhaust air cleaning (exhaust air cooling/neutral bio scrubber/biofilter/neutral after-scrubber). The exhaust air here comes from the second half of the intensive rotting phase (mixed air from 9 rotting tunnel units), where exhaust air flows from the first intensive rotting phase, the post-rotting stage and from the mechanical processes (pre-cleaned with dust filters) are used as supply air. The treatment time for the biological treatment of the material during the intensive and post-rotting stage is approx. 12 weeks. The material is moistened during this period as required (aim: wet digestion). Fractions pre-treated for biological treatment (SN 91307) and sewage sludge stabilised under aerobic conditions (SN 94502) are essential components of the waste inputs to the facility.

Continuous measurements from the raw and the clean gas were also taken at Frohnleiten before and after exhaust air cleaning (exhaust air cooling/acid scrubber/biofilter). Here the exhaust air comes from the intensive rotting stage (mixed air from 13 rotting tunnel units), with the exhaust air flows from storage and mixing processes being used as supply air. The post rotting process takes place at another facility under another operator. The treatment time for the biological treatment of the material is approx. 3-4 weeks. The material is moistened during this period as required (aim: wet digestion). Residues from mechanical waste treatment (SN 91103) are an essential component of the waste inputs to the facility.

The specific volumes of air vary between 3,788 m³/t_{BA} in the raw gas at Frohnleiten and 12,855 m³/t_{BA} in the clean gas at Halbenrain. These huge variations are due to the different operational designs of the facilities (see also the reports

on measurements carried out at the different facilities, listed in Appendix 4.1). The different air and exhaust air management approaches always need to be considered when interpreting the measurement results.

During the measurement period, all three facilities were operated under “normal operating conditions”, with a high level of rotting capacity utilisation.

The huge differences between the volume flows in the raw and the clean gas at the Frohnleiten facility (approx. 45%) were found to be due to a fresh air intake flap, installed between the measurement points for the raw and the clean gas. At Halbenrain it was not possible to provide an explanation for the differences (approx. 19%). This “thinning” of the exhaust air at Halbenrain and Frohnleiten needs to be considered accordingly when interpreting the results.

Table A: Summary results of continuous emission measurements.

Raw gas/clean gas		Raw gas	Raw gas	Clean gas	Raw gas	Clean gas
Facility		Siggerwiesen ³	Halbenrain	Halbenrain	Frohnleiten	Frohnleiten
Treatment time: biological treatment		3-4 weeks Rotting in a hall	12 weeks Rotting in a tunnel unit	12 weeks Rotting in a tunnel unit	4 weeks Rotting in a tunnel unit	4 weeks Rotting in a tunnel unit
Volumes of air & treated waste quantities						
Volumetric flow (mean value from the measurements)	[m ³ /h]	14,300	57,500	68,400	28,200	40,800
Annual throughput biological treatment (extrapolation)	[t _{BA} /a]	31,650	46,610	46,610	65,213	65,213
Air volume per tonne of biologically treated waste (calculation)	[m ³ /t _{BA}]	3,958	10,807	12,855	3,788	5,481
TOC						
Mean value concentration (mean value from the measurements)	[mg/m ³]	355	22	14	118	55
Half-hour mean value – number (counted)	[-]	1,483	1,371	1,372	1,383	1,318
Emission load per tonne of biologically treated waste (calculation)	[g/t _{BA}]	1,405	238	180	447	301
CH₄						
Mean value concentration (mean value from the measurements)	[mg/m ³]	22	6	3	19	13
Half-hour mean value – number (counted)	[-]	1,483	1,371	1,377	1,383	1,318
Emission load per tonne of biologically treated waste (calculation)	[g/t _{BA}]	87	65	39	72	71
N₂O						
Mean value concentration (mean value from the measurements)	[mg/m ³]	8	37	46	1	1
Half-hour mean value – number (counted)	[-]	1,483	1,371	1,377	1,383	1,318
Emission load per tonne of biologically treated waste (calculation)	[g/t _{BA}]	32	400	591	4	5

³ At the Siggerwiesen facility only measurements from the raw gas (before biofilter) were taken, before and after it was passed through the heat exchanger. The measured value shown here is the value obtained before the raw gas passes through the heat exchanger.

The results of continuous emission monitoring showed that emissions levels (especially of TOC and N₂O) in the raw gas varied depending on the operational management, which is mainly due to the differences in the operational design and the different ways of capturing the exhaust air flows.

At the Siggerwiesen facility (treatment time: 3-4 weeks, open rotting in an enclosed hall with no air circulation; aim: drying) relatively high TOC levels (subject to considerable, highly irregular fluctuations) and low N₂O levels were measured in the raw gas.

On the other hand, low TOC levels and high N₂O levels were measured at Halbenrain (treatment time 12 weeks, intensive and post rotting in a tunnel unit with air circulation and a cascade-like multiple use of the exhaust air from the intensive and post-rotting stage; aim: wet digestion). Moreover, the N₂O concentrations in the clean gas were found to be higher than those in the raw gas at Halbenrain. The documented N₂O loads at Halbenrain can be accounted for by the following aspects of operational management: co-treatment of sewage sludge, the temperature prevailing during the rotting process, the fact that exhaust air is also captured during the post rotting stage and exhaust air cleaning without acid scrubber.

The N₂O levels measured at the Frohnleiten facility (treatment time: 4 weeks; intensive rotting in a tunnel unit with air circulation; aim: wet digestion) were the lowest N₂O levels measured at all three facilities.

The results obtained do not corroborate a correlation between the parameters TOC and N₂O in general.

The CH₄ content of the TOC concentration varies from approx. 6% to 27% in the raw gas. While the non-methane proportion of the TOC concentration can be reduced by exhaust air cleaning in biofilters or bioscrubbers, CH₄ and N₂O, when primarily formed, usually cannot be removed by exhaust air cleaning. The reduction in CH₄ concentrations shown in Table A, when comparing the raw and the clean gas, is due to the "thinning" of the exhaust air between the measurement points for the raw and the clean gas (as mentioned above). If one "subtracts" the extra volumes of air, the methane reduction at Halbenrain can be described as only very moderate, and at Frohnleiten there is no reduction at all (see also Chapter 3.2.2.2.2 and Chapter 3.3.2.2.2).

Discontinuous monitoring

The parameter ammonia (NH₃) was measured discontinuously at each of the three facilities on eight working days (6 half-hour mean values on each day). Values (mean values obtained from 48 half-hour mean values) between 46 and 137 mg/m³ were measured in the raw gas of the three facilities and lower values (< 20 mg/m³, depending on the exhaust air cleaning system) were measured in the clean gas. Table B shows the results of the individual measurements for ammonia at the three facilities.

The presence of NH₃ in the raw gas may lead to an additional (secondary) formation of N₂O in the biofilter and, therefore, raised levels of N₂O in the clean gas. The results in Table A show an increase in nitrous oxide levels when comparing the crude and the clean gas at Halbenrain, which indicates that secondary N₂O is formed in the biofilter.

Table B: Summary results: individual measurements of ammonia.

Raw gas/clean gas		Raw gas	Raw gas	Clean gas	Raw gas	Clean gas
Facility		Siggerwiesen ⁴	Halbenrain	Halbenrain	Frohnleiten	Frohnleiten
Treatment time: biological treatment		3-4 weeks Rotting in a hall	12 weeks Rotting in a tunnel unit	12 weeks Rotting in a tunnel unit	4 weeks Rotting in a tunnel unit	4 weeks Rotting in a tunnel unit
Volumes of air & treated waste quantities						
Volumetric flow (mean value from the measurements)	[m ³ /h]	14,300	57,500	68,400	28,200	40,800
Annual throughput biological treatment (extrapolation)	[t _{BA} /a]	31,650	46,610	46,610	65,213	65,213
Air volume per tonne of biologically treated waste (calculation)	[m ³ /t _{BA}]	3,958	10,807	12,855	3,788	5,481
NH₃						
Mean value concentration (mean value from the measurements)	[mg/m ³]	46	95	<1	137	13
Half-hour mean value – number (counted)	[-]	48	48	48	48	48
Emission load per tonne of biologically treated waste (calculation)	[g/t _{BA}]	182	1,027	n.c.	519	71

n.c. ... not calculated

An acid scrubber, which helps to absorb a substantial amount of ammonia before the biofilter and can thus considerably reduce the formation of secondary N₂O, is only used at Frohnleiten (NH₃ mean value in the raw gas: 137 mg/m³).

Indicative individual measurements

At the Siggerwiesen facility, indicative individual measurements were performed in addition to continuous emission monitoring and to the discontinuous ammonia measurements. The following parameters were measured discontinuously (6-8 half-hour mean values on two working days) in selected raw gas/exhaust air flows: total organic carbon (TOC), dust and mercury⁵ (Hg capable of passing through a filter; particulate). The results are shown in Table C.

The TOC concentrations obtained by these individual measurements were between <5 mg/m³ and 122 mg/m³ (mean values from eight measurements, with 6-8 half-hour mean values at four measurement points) in the exhaust air flows from mechanical waste treatment, waste transport and storage. A mean value of 122 mg/m³ was measured in the raw gas from the oscillating sieve & transfer points & after-shredder.

The range of the measured dust concentrations was between 4 mg/m³ and 126 mg/m³ (mean values of eight measurements, with six half-hour mean values at four measurement points). Mercury levels⁶ were low on the whole, with concentrations ranging between 0.3 µg/m³ and 1.4 µg/m³ (mean values from six measurements with 6 half-hour mean values at three measurement points).

⁴ At the Siggerwiesen facility only measurements from the raw gas (before biofilter) were taken, before and after it was passed through the heat exchanger. The measured value shown here is the value obtained before the raw gas passes through the heat exchanger.

⁵ The individual Hg measurements were carried out as a specialist service, commissioned and fully funded by the Environment Agency Austria.

⁶ Cf. regulations in Germany: *TA Luft* (Technical Instructions on Air Quality Control; admissible mass flow for continuous monitoring: 0.25 g/h, in accordance with Chapter 5.3.3.2) and the *17. Bundes-Immissionschutz-Verordnung* (17th Federal Emission Control Ordinance; admissible concentration: 0.05 mg/m³).

Table C: Summary results of indicative individual measurements.

Raw gas/clean gas		Raw gas	Raw gas	Raw gas	Clean gas	Clean gas
Facility		Siggerwiesen	Siggerwiesen	Siggerwiesen	Siggerwiesen	Siggerwiesen
Air flow		Suction aera- tion Rotting in a hall	Deep bunker & shredder	Oscillating sieve & trans- fer points & after-shredder	Conveyor belt & transfer & bal- ing press	Air separator & eddy cur- rent separator & drum screen
TOC						
Volumetric flow I (mean value from measurement I)	[m ³ /h]	n.d.	33,000	3,800	20,000	18,500
Concentration I (mean value from measurement I)	[mg/m ³]	n.d.	46	122	≤5	11
Half-hour mean value – number I (counted)	[-]	n.d.	6	6	6	6
Volumetric flow II (mean value from measurement II)	[m ³ /h]	n.d.	37,700	4,500	19,300	17,600
Concentration II (mean value from measurement II)	[mg/m ³]	n.d.	17	77	8	9
Half-hour mean value – number II (counted)	[-]	n.d.	6	8	6	6
Dust						
Volumetric flow I (mean value from measurement I)	[m ³ /h]	n.d.	33,000	3,800	20,000	18,500
Concentration I (mean value from measurement I)	[mg/m ³]	n.d.	5	4	≤6	36
Half-hour mean value – number I (counted)	[-]	n.d.	6	6	6	6
Volumetric flow II (mean value from measurement II)	[m ³ /h]	n.d.	37,700	4,500	19,300	17,600
Concentration II (mean value from measurement II)	[mg/m ³]	n.d.	10	8	12	126
Half-hour mean value – number II (counted)	[-]	n.d.	6	6	6	6
Hg						
Volumetric flow I (mean value from measurement I)	[m ³ /h]	15,000 ⁷	n.d.	3,800	n. d.	18,500
Concentration I (mean value from measurement I)	[μg/m ³]	1.4	n.d.	03	n. d.	0.4
Half-hour mean value – number I (counted)	[-]	6	n.d.	6	n. d.	6
Volumetric flow II (mean value from measurement II)	[m ³ /h]	15,000 ⁸	n.d.	4,500	n. d.	17,600
Concentration II (mean value from measurement II)	[μg/m ³]	0.4	n.d.	1.4	n. d.	0.3
Half-hour mean value – number II (counted)	[-]	6	n.d.	6	n. d.	6

n.d. ... not determined

⁷ Taken from continuous monitoring.⁸ Taken from continuous monitoring.

Measuring range and measuring frequency: requirements in Austria

Currently there are no binding standards in Austria for the measuring range and the measuring frequency for emissions from mechanical biological waste treatment. The requirements laid down by the approving authorities vary in their strictness from one federal province to another, and even from one facility to another within one and the same federal province.

The results of the emission measurements give insights into the emission behaviour of MBT facilities in Austria and provide a basis for the development of binding regulations.

1 EINLEITUNG

Die Arbeiten an der geplanten MBA-Verordnung wurden mit einer Kick-off-Veranstaltung im November 2010 offiziell aufgenommen. Mit dem Kick-off wurde ein Arbeitskreis einberufen, der sich aus Vertretern des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), des Umweltbundesamtes, der Ämter der Landesregierungen (Bundesländer), dem Interessensverbund MBA Österreich (IV MBA), dem Verein Österreichischer Entsorgungsbetriebe (VÖEB), dem Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) und dem Städtebund zusammensetzt. Der Arbeitskreis wurde bisher mehrmals einberufen und thematisierte als Diskussionsplattform die Eckpunkte der Regelung.

***Arbeitskreis zu
Regelungen im
Bereich der MBA***

Im Zuge der Diskussion hat sich im Jahr 2012 gezeigt und bestätigt, dass die Kenntnisse über tatsächliche luftgetragene Emissionen österreichischer MBA-Anlagen unzureichend sind. Seitens der Anlagenbetreiber und des Interessensverbandes MBA Österreich (IV MBA) wurden zwar vereinzelt Einzel-Messungen in der Vergangenheit und ein Messprogramm im Sommer 2012 an drei Anlagenstandorten durchgeführt, jedoch ermöglichen die Ergebnisse daraus nur eingeschränkt eine Aussage über das Emissionsverhalten bei der MBA in Österreich.

Um den Kenntnisstand weiter zu verbessern, wurde Anfang 2013 ein Messinstitut mit der Durchführung von Emissionsmessungen an drei Anlagenstandorten beauftragt. Das Umweltbundesamt begleitete das Messprogramm und stellte Expertise betreffend Messplanung und Messtechnik zur Verfügung.

Der vorliegende Projektbericht fasst die Ergebnisse und Erkenntnisse des beauftragten Messprogrammes zusammen.

2 PROJEKTDURCHFÜHRUNG

Auswahl der Anlagenstandorte

Aus den im Herbst 2012 in Betrieb befindlichen MBA-Anlagen wurde seitens des Auftraggebers in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt eine Auswahl von Anlagenstandorten getroffen, welche für die Emissionsmessungen in Frage kommen. Für die Auswahl waren folgende Kriterien von Bedeutung:

- Installierte Ablufterfassung mit der Möglichkeit der Emissionsmessung,
- aktuelle Auslastung und Betriebsweise,
- Anlagengröße,
- Bereitschaft der Anlagenbetreiber.

Die Kontaktaufnahme mit den Anlagenbetreibern erfolgte unter Absprache mit den zuständigen Behörden der Bundesländer sowie mit dem Interessensverband MBA Österreich.

gemessene Parameter

Auf Basis der Auswahl wurden an den drei MBA-Anlagenstandorten Siggerwiesen, Halbenrain und Frohnleiten Emissionsmessungen luftgetragener Emissionen der Parameter gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und Ammoniak (NH₃) beauftragt, begleitet und die Messprotokolle abgenommen. Am Standort Siggerwiesen wurden darüber hinaus die Parameter Staub und Quecksilber⁹ (Hg, filtergängig und partikelförmig) gemessen.

Die drei ausgewählten MBA-Anlagen wurden vorab gemeinsam mit dem Auftraggeber und dem Messinstitut besichtigt. Besonderes Augenmerk wurde bei dieser Ersterkundung auf mögliche Messstrecken und Messplätze gelegt. Auf Basis der Anlagenbesuche wurde in Abstimmung mit dem jeweiligen Anlagenbetreiber und dem Auftraggeber der Messumfang festgelegt.

Zeitraum der Messungen

Die beauftragten Emissionsmessungen an den drei Anlagenstandorten wurden in folgenden Zeiträumen durchgeführt:

MBA Siggerwiesen: 30.01.2013 bis 04.03.2013

- Kontinuierlich an 2 Messstellen über 4 Wochen die Parameter TOC, CH₄ und N₂O
- Diskontinuierlich an 2 Messstellen an 8 Werktagen jeweils 6 HMW der Parameter NH₃
- Diskontinuierlich an 4 Messstellen an 2 Werktagen jeweils 6 HMW der Parameter TOC
- Diskontinuierlich an 4 Messstellen an 2 Werktagen jeweils 6 HMW der Parameter Staub
- Diskontinuierlich an 3 Messstellen an 2 Werktagen jeweils 6 HMW der Parameter Quecksilber³

MBA Halbenrain: 13.03.2013 bis 11.04.2013

- Kontinuierlich an 2 Messstellen über 4 Wochen die Parameter TOC, CH₄ und N₂O
- Diskontinuierlich an 2 Messstellen an 8 Werktagen jeweils 6 HMW der Parameter NH₃

⁹ Die Hg-Einzelmessungen wurden als zusätzliche Leistung durch das Umweltbundesamt beauftragt und vollständig vom Umweltbundesamt finanziert.

BA Frohnleiten: 23.04.2013 bis 21.05.2013

- Kontinuierlich an 2 Messstellen über 4 Wochen die Parameter TOC, CH₄ und N₂O
- Diskontinuierlich an 2 Messstellen an 8 Werktagen jeweils 6 HMW der Parameter NH₃

Im Zeitraum der kontinuierlichen Emissionsmessungen wurde jeweils vor Ort ein Termin mit dem Anlagenbetreiber und dem Messinstitut wahrgenommen, um einerseits den Status der Messungen zu erkunden und andererseits wesentliche Betriebskenndaten der Anlage zu erheben.

Nach Abschluss der Emissionsmessungen wurde ein Messbericht seitens des Messinstitutes erstellt und an das Umweltbundesamt übermittelt. Die Endberichte zu den drei Anlagenstandorten finden sich im Anhang im Kapitel 4.1.

Zu Projektende wurde je Anlage ein Abschlusstermin vor Ort zur Diskussion der Ergebnisse wahrgenommen.

3 ERGEBNISSE

3.1 Standort Siggerwiesen

Anlagenstandort:

Aupoint 15, Postfach 78, 5101 Bergheim, Österreich

Ansprechperson Anlage/Betreiber:

Dr. Helmut Marko

Anlagenleiter Labor/Deponie/Sonderabfall

Salzburger Abfallbeseitigung GmbH

Tel.: 0043-662-46949-936

Zum Anlagenstandort Siggerwiesen können Beschreibungen

- der Betriebsweise der Anlage während der Messungen (Kapitel 2 und Kapitel 5 im Messbericht),
- der Messaufgabe (Kapitel 1.6 im Messbericht),
- der Probenahmestellen (Kapitel 3 im Messbericht),
- der Mess- und Analyseverfahren (Kapitel 4 im Messbericht) und
- der Messergebnisse (Kapitel 6 im Messbericht)

im Messbericht zur Anlage (siehe Anhang 4.1) im Detail (siehe o. a. Kapitelweise) nachgelesen werden.

3.1.1 Ergänzende Betriebskenndaten

Nachfolgend finden sich Betriebskenndaten der MBA Siggerwiesen, welche vom Anlagenbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, ausschließlich in Ergänzung zu den Betriebskenndaten, welche bereits für den Messbericht aufbereitet und dem Messinstitut zur Verfügung gestellt wurden – siehe Kapitel 2 und Kapitel 5 des Messberichtes MBA Siggerwiesen (siehe Anhang in Kapitel 4.1):

Kapitel 2:

- **Anlagenbeschreibung** zu: Anlieferung, mechanische Vorbehandlung, biologische Behandlung, mechanische Endaufbereitung
- **Abluftschema** der Anlage

Kapitel 5:

- **Betriebszeiten der Ventilatoren** für die Ablufferfassung
- **Abfallmengenbilanzierung** Gesamtanlage vier Wochen vor bis vier Wochen nach Messbeginn (01.01.2013–25.02.2013)

Analysenergebnisse zum Kondensat des Wärmetauschers:

Mittelwerte wurden aus 8 Analysen im Messzeitraum gebildet:

- Mittelwert NH₄-N: 118,2 mg/l
- Mittelwert TOC: 382 mg/l

Weitere Parameter:

- pH: 8,6–8,7
- Kondensatmenge: ca. 1 m³/h

Ablufferfassung: Ventilator-Laufzeiten für die mechanische Aufbereitung

Tabelle 1: Ventilator-Laufzeiten der MBA Siggerwiesen (Quelle: Umweltbundesamt).

Datum	Ventilator-Laufzeiten		
	Annahme-Ventilator Abluftstrom II	Verlade-Halle-Ventilator Abluftstrom IV & V	Trommel-Halle-Ventilator Abluftstrom III
30.01.2013	4:00–15:30	4:00–17:00	4:00–15:30
31.01.2013	4:00–15:00	4:00–17:00	4:00–15:00
01.02.2013	4:00–16:00	4:00–16:00	4:00–16:00
02.02.2013	-	-	-
03.02.2013	-	-	-
04.02.2013	4:00–16:00	4:00–16:00	4:00–16:00
05.02.2013	4:00–15:00	4:00–15:00	4:00–15:00
06.02.2013	4:00–15:00	4:00–15:00	4:00–15:00
07.02.2013	4:00–15:00	4:00–15:00	4:00–15:00
08.02.2013	4:00–15:30	4:00–15:30	4:00–15:30
09.02.2013	-	-	-
10.02.2013	-	-	-
11.02.2013	4:00–16:00	4:00–16:00	4:00–16:00

Ventilator-Laufzeiten			
Datum	Annahme-Ventilator Abluftstrom II	Verlade-Halle-Ventilator Abluftstrom IV & V	Trommel-Halle-Ventilator Abluftstrom III
12.02.2013	4:00–15:00	4:00–16:12	4:00–15:00
13.02.2013	4:00–15:00	4:00–15:00	8:30–13:00
14.02.2013	4:00–15:00	4:00–16:30	4:00–12:30
15.02.2013	4:00–15:00	4:00–15:00	-
16.02.2013	-	-	-
17.02.2013	-	-	-
18.02.2013	4:00–13:00	4:00–17:00	4:00–17:00
19.02.2013	4:00–14:00	4:00–17:00	4:00–17:00
20.02.2013	4:00–7:00	4:00–17:00	4:00–13:00
21.02.2013	4:00–16:00	4:00–17:00	4:00–14:30
22.02.2013	4:00–15:30	4:00–15:30	4:00–15:30
23.02.2013	-	-	-
24.02.2013	-	-	-
25.02.2013	4:00–16:00	4:00–16:00	4:00–16:00
26.02.2013	4:00–15:30	4:00–15:30	4:00–15:30
27.02.2013	4:00–15:00	4:00–15:00	4:00–16:00
28.02.2013	4:00–16:00	4:00–16:00	4:00–16:00
01.03.2013	4:00–16:00	4:00–16:00	4:00–16:00

Angaben zu den gefassten Abluftströmen können dem Kapitel 2 des Messberichtes der MBA Siggerwiesen (siehe Anhang 4.1) entnommen werden.

Biologische Behandlung: Umsetzvorgänge

*Tabelle 2: Umsetzvorgänge Reifehalle der MBA Siggerwiesen
(Quelle: Umweltbundesamt).*

Datum	Reifehalle umsetzen (Miete, Startzeit, Dauer)
31.01.2013	Miete 3 (7:30, 8 h)
01.02.2013	Miete 3–4 (8:00, 4,5 h)
02.02.2013	-
03.02.2013	-
04.02.2013	-
05.02.2013	-
06.02.2013	Miete 4 (7:20, 8 h)
07.02.2013	-
08.02.2013	-
09.02.2013	-
10.02.2013	-
11.02.2013	-
12.02.2013	Miete 1 (8:00, 6 h)
13.02.2013	Miete 1 (8:00, 5 h)

Datum	Reifehalle umsetzen (Miete, Startzeit, Dauer)
14.02.2013	-
15.02.2013	-
16.02.2013	-
17.02.2013	-
18.02.2013	Miete 1 (17:00, 3 h)
19.02.2013	-
20.02.2013	Miete 2 (11:30, 4 h)
21.02.2013	Miete 3 (7:30, 7,5 h)
22.02.2013	Miete 3 (7:00, 8 h)
23.02.2013	-
24.02.2013	-
25.02.2013	Miete 3 (7:00, 8 h)
26.02.2013	Miete 4 (8:00, 7 h)
27.02.2013	Miete 4 (8:00, 7 h)
28.02.2013	Miete 4 (8:30, 6,5 h), Spülbetrieb Miete 3 (1 h)
01.03.2013	Miete 4 (7:00, 6,5 h)

Angaben zur biologischen Behandlung der gefassten Abluftströme können dem Kapitel 2 des Messberichtes der MBA Siggerwiesen (siehe Anhang 4.1) entnommen werden.

3.1.2 Zusammenfassende Darstellung der Messergebnisse

Die Messungen wurden im Zeitraum 30.01.2013 bis 04.03.2013 im üblichen Betriebszustand der Anlage durchgeführt. Tabelle 3 zeigt zusammenfassend die Messergebnisse.

Tabelle 3: Messergebnisse der MBA Siggerwiesen (Quelle: Umweltbundesamt).

Komponente/Parameter	Art der Messung	Einheit	Mittelwert*	HMW _{max} **
Messstelle 1At– Abluft Biologie vor Wärmetauscher (Rohgas)				
Distickstoffmonoxid (N ₂ O)	kont. (1.483 HMW)	mg/m ³	8	36
Methan (CH ₄)	kont. (1.483 HMW)	mgC/m ³	22	35
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	kont. (1.483 HMW)	mgC/m ³	355	735
Ammoniak (NH ₃)	diskont. (48 HMW)	mg/m ³	46	71
Sauerstoff (O ₂)	kont. (1.505 HMW)	%d.Vol.	19,4	20,3
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	kont. (1.505 HMW)	%d.Vol.	1,4	2,6
Abgasvolumenstrom	kont. (1.288 HMW)	m ³ /h	14.300	17.200

Komponente/Parameter	Art der Mes- sung	Einheit	Mittel- wert*	HMW _{max} **
Messstelle 1B – Abluft Biologie nach Wärmetauscher (Rohgas)				
Distickstoffmonoxid (N ₂ O)	kont. (1.521 HMW)	mg/m ³	6	33
Methan (CH ₄)	kont. (1.521 HMW)	mgC/m ³	22	35
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	kont. (1.521 HMW)	mgC/m ³	274	620
Ammoniak (NH ₃)	diskont. (48 HMW)	mg/m ³	40	68
Quecksilber (Hg)	diskont. (12 HMW)	µg/m ³	0,9	1,5
Sauerstoff (O ₂)	kont. (1.544 HMW)	%d.Vol.	19,5	20,4
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	kont. (1.544 HMW)	%d.Vol.	1,4	2,5
Abgasvolumenstrom	kont. (1.510 HMW)	m ³ /h	15.000	17.000
Messstelle 2 – Abluft Annahmehunker (inkl. Shredder) vor Biofilter				
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	diskont. (12 HMW)	mgC/m ³	32	58
Staub	diskont. (12 HMW)	mg/m ³	7	15
Messstelle 3 – Abluft mechanische Aggregate vor Staubfilter				
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	diskont. (14 HMW)	mgC/m ³	96	171
Staub	diskont. (12 HMW)	mg/m ³	6	13
Quecksilber (Hg)	diskont. (12 HMW)	µg/m ³	0,9	3,3
Messstelle 4 – Abluft Endaufbereitung aus Windsichter				
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	diskont. (12 HMW)	mgC/m ³	≤ 6	12
Staub	diskont. (12 HMW)	mg/m ³	≤ 8	43
Messstelle 5 – Abluft Endaufbereitung aus Förderbänder				
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	diskont. (12 HMW)	mgC/m ³	10	16
Staub	diskont. (12 HMW)	mg/m ³	81	200
Quecksilber (Hg)	diskont. (12 HMW)	µg/m ³	0,4	0,5

* Mittelwert aus allen verfügbaren Halbstundenmittelwerten (HMW)

** Maximaler Halbstundenmittelwert (HMW)

Ergänzend finden sich in Tabelle 4 die Konzentrationsmesswerte der Einzelmessungen aller weiteren Messstellen, an welchen TOC, Staub und Quecksilber gemessen wurden.

Tabelle 4: Konzentrationswerte der Einzelmessungen für die Messstellen 2, 3, 4 und 5 der MBA Siggerwiesen (Quelle: Umweltbundesamt).

Anlagenstandort		MBA Siggerwiesen	MBA Siggerwiesen	MBA Siggerwiesen	MBA Siggerwiesen	MBA Siggerwiesen
Behandlungsdauer Reifehalle		3–4 Wochen	3–4 Wochen	3–4 Wochen	3–4 Wochen	3–4 Wochen
Messstellenbenennung		1B	2	3	4	5
Messstellenbeschreibung	[-]	nach WT & vor BF/Rohgas	nach Bunker	nach Mechanik	Endaufberei- tung Windsich- ter	Endaufberei- tung Förder- bänder
TOC						
Volumenstrom I (Messwert)	[m ³ /h]	n. b.	33.000	3.800	20.000	18.500
Konzentration I (Messwert)	[mg/m ³]	n. b.	46	122	≤ 5	11
HMW-Anzahl	[-]	0	6	6	6	6
Volumenstrom II (Messwert)	[m ³ /h]	n. b.	37.700	4.500	19.300	17.600
Konzentration II (Messwert)	[mg/m ³]	n. b.	17	77	8	9
HMW-Anzahl	[-]	0	6	8	6	6
Staub						
Volumenstrom I	[m ³ /h]	n. b.	33.000	3.800	20.000	18.500
Konzentration I	[mg/m ³]	n. b.	5	4	≤ 6	36
HMW-Anzahl	[-]	0	6	6	6	6
Volumenstrom II	[m ³ /h]	n. b.	37.700	4.500	19.300	17.600
Konzentration II	[mg/m ³]	n. b.	10	8	12	126
HMW-Anzahl	[-]	0	6	6	6	6
Quecksilber*						
Volumenstrom I	[m ³ /h]	15.000**	n. b.	3.800	n. b.	18.500
Konzentration I	[µg/m ³]	1,4	n. b.	0,3	n. b.	0,4
HMW-Anzahl	[-]	6	0	6	0	6
Volumenstrom II	[m ³ /h]	15.000**	n. b.	4.500	n. b.	17.600
Konzentration II	[µg/m ³]	0,4	n. b.	1,4	n. b.	0,3
HMW-Anzahl	[-]	6	0	6	0	6

* Die Hg-Einzelmessungen wurden als zusätzliche Leistung durch das Umweltbundesamt beauftragt und vollständig vom Umweltbundesamt finanziert.

** übernommen aus kontinuierlicher Messung.

n. b ... nicht bestimmt

3.1.2.1 Abschätzung der spezifischen Frachten an Emissionen

In Tabelle 5 wurden auf Basis der im Messzeitraum (30.01.2013–04.03.2013) verfügbaren Halbstundenmittelwerte (siehe Messbericht MBA Siggerwiesen im Anhang in Kapitel 4.1) über den dazu berechneten Mittelwert der Konzentrationen und über die eingebrachten Mengen (von 8 Wochen auf ein Jahr hochgerechnet) die spezifischen Frachten an TOC, Methan, Lachgas und Ammoniak in g/t_{BA} für die Messstellen 1A und 1B abgeschätzt.

Tabelle 5: Spezifische Frachten der MBA Siggerwiesen auf Basis der 4-wöchigen Messung (Quelle: Umweltbundesamt).

Anlagenstandort		MBA Siggerwiesen	MBA Siggerwiesen
Behandlungsdauer		3–4 Wochen	3–4 Wochen
Biologie Hallenrotte			
Messstellenbenennung		1A	1B
Messstellenbeschreibung	[-]	vor WT & vor BF/Rohgas	nach WT & vor BF/Rohgas
Luftmengen & Betriebszeiten Luftführung			
Volumenstrom (Mittelwert aus Messung)	[m ³ /h]	14.300	15.000
Tages-Betriebszeit	[h/d]	24	24
Jahres-Betriebszeit	[d/a]	365	365
Jahresdurchsatz biologische Behandlung (Hochrechnung)	[t _{BA} /a]	31.650	31.650
Luftmenge pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[m ³ /t _{BA}]	3.958	4.152
TOC			
Konzentration Mittelwert (Messwert)	[mg/m ³]	355	274
HMW – Anzahl	[-]	1.483	1.521
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	1.405	1.138
Methan			
Konzentration Mittelwert (Messwert)	[mg/m ³]	22	22
HMW – Anzahl	[-]	1.483	1.521
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	87	91
Lachgas			
Konzentration Mittelwert (Messwert)	[mg/m ³]	8	6
HMW – Anzahl	[-]	1.483	1.521
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	32	25
Ammoniak			
Konzentration Mittelwert (Messwert)	[mg/m ³]	46	40
HMW – Anzahl	[-]	48	48
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	182	166

3.1.2.2 Qualitative Bewertung der Ergebnisse

3.1.2.2.1 TOC und Methan

Abbildung 1 zeigt den Verlauf an TOC und Methan im Rohgas nach dem Wäscher im Messzeitraum (30.01.2013–04.03.2013; blaue Pfeile). Folgende Unregelmäßigkeiten traten im Laufe der Messungen auf (grüne Pfeile):

Unregelmäßigkeiten

- 04.02. Neustart & Justierung
- 05.02. Probenahme Wärmetauscherkondensat
- 06.02. Ausfall Gasaufbereitung
- 11.02. Neustart & Justierung
- 12.02. Probenahme Wärmetauscherkondensat
- 15.02. Probenahme Wärmetauscherkondensat UND Neustart & Justierung
- 26.02. Probenahme Wärmetauscherkondensat UND Neustart & Justierung
- 01.03. Probenahme Wärmetauscherkondensat

Die Umsetzungsvorgänge (siehe rote Pfeile) zeigen sich zumeist vor einem Peak; kurz nach dem Umsetzungsvorgang kommt es i.d.R. zu einem raschen Anstieg und einem darauf folgenden moderaten Abfall der Emissionen, z. B. erkennbar bei:

- Umsetzen der Mieten 3 und 4 im Zeitraum 31.01.–01.02. (zwei Peaks) und danach Abfall der Emissionen an TOC;
- Umsetzen der Miete 2 am Zeitraum 20.02. (ein Peak) und danach Abfall der Emissionen an TOC;
- Umsetzen der Miete 3 am 22.02. (ein Peak) und danach Abfall der Emissionen an TOC.

Ein derartiger Verlauf zeigt sich jedoch nicht für alle Umsetzungsvorgänge, z. B. am 06.02. der Miete 4 oder am 18.02. der Miete 2.

Für TOC im Rohgas vor Wärmetauscher zeigte sich über den Messzeitraum eine durchschnittliche Konzentration (HMW) von 355 mg/m^3 . Im Messzeitraum zeigen sich dabei ausgeprägte und in ihrem zeitlichen Verlauf sehr unregelmäßige Schwankungen zwischen 201 mg/m^3 und 735 mg/m^3 . Im Rohgas nach Wärmetauscher wurden für TOC durchschnittlich 274 mg/m^3 (Maximum mit 620 mg/m^3) festgestellt. Die Messungen vor und nach dem Wärmetauscher zeigen, dass mit dem anfallenden Kondensat relevante Anteile an TOC aus dem Abluftpfad noch vor dem Biofilter abgetrennt werden (ca. 23 %).

Ergebnisse für TOC

Die zusätzlich zu den kontinuierlichen Emissionsmessungen durchgeführten orientierenden Einzelmessungen für den Parameter TOC an Abluftströmen der mechanischen Aufbereitung, der Abfallbeförderung und Lagerung zeigen Konzentrationsbereiche von $< 5 \text{ mg/m}^3$ bis 122 mg/m^3 (Mittelwerte von acht Messungen mit jeweils 6 HMW bis 8 HMW an vier Messstellen). Der Mittelwert von 122 mg/m^3 wurde im Rohgas aus Schwingsieb & Übergabestellen & Nachzerkleinerer gemessen.

Die Konzentration (HMW) von Methan im Rohgas vor Wärmetauscher lag im Durchschnitt über den gesamten Messzeitraum bei 22 mg/m^3 . Maximalwerte erreichten bis 35 mg/m^3 . Der Anteil der durchschnittlichen Methankonzentration am Gesamt-TOC liegt im Rohgas vor Wärmetauscher bei ca. 6 %. Im Rohgas nach Wärmetauscher wurde Methan auf gleichem Niveau gemessen.

Ergebnisse für Methan

Die ermittelten Frachten in Tabelle 5 zeigen im Rohgas nach dem Wärmetauscher und vor dem Biofilter für TOC $1.138 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ und für Methan $91 \text{ g/t}_{\text{BA}}$. In Abhängigkeit von der Abbauleistung des Biofilters wird der Nicht-Methan-Anteil im TOC = $1.138 (\text{TOC}) - 91 (\text{CH}_4) = 1.047 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ (auf Basis der Mittelwerte) entsprechend im Reingas nach dem Biofilter reduziert. Aus der Literatur sind Werte von ca. 90 % Abbau der Nicht-Methan-Anteile im TOC für gut funktionierende Biofilter bekannt.

Nicht-Methan-Anteil im TOC

3.1.2.2.1 Lachgas und Ammoniak

Lachgas zeigt sich mit einem Mittelwert (HMW) von 8 mg/m^3 im Rohgas vor dem Wärmetauscher und 6 mg/m^3 im Rohgas nach dem Wärmetauscher über den gesamten Messzeitraum der kontinuierlichen Messungen auf niedrigem Niveau.

Ergebnisse für Lachgas

Für Ammoniak lag der Mittelwert der 48 Einzelmessungen im Rohgas vor dem Wärmetauscher bei 46 mg/m^3 (Maximum mit 71 mg/m^3), im Rohgas nach dem Wärmetauscher ergaben sich durchschnittlich 40 mg/m^3 . Die Messungen vor

Ergebnisse für Ammoniak

und nach dem Wärmetauscher zeigen, dass mit dem anfallenden Kondensat relevante Anteile an Ammoniak aus dem Abluftpfad noch vor dem Biofilter abgetrennt werden (ca. 13 %).

Frachten Die ermittelten Frachten in Tabelle 5 zeigen im Rohgas nach dem Wärmetauscher und vor dem Biofilter für Lachgas 25 g/t_{BA} und für Ammoniak 166 g/t_{BA}. In Abhängigkeit von der Funktionsweise des Biofilters kann Ammoniak in der Abluft im Biofilter zur Bildung von Lachgas beitragen.

3.1.2.2.2 Quecksilber und Staub

Ergebnisse für Quecksilber Quecksilber zeigt sich mit Mittelwerten von 0,9 µg/m³ bei der Messstelle 1B (Rohgas nach dem Wärmetauscher, max. HMW 1,5 µg/m³, 12 HMW), 0,9 µg/m³ bei der Messstelle 3 (Abluft mechanische Aggregate vor Staubfilter, max. HMW 3,3 µg/m³, 12 HMW) und 0,4 µg/m³ bei der Messstelle 5 (Abluft Endaufbereitung aus Förderbänder, max. HMW 0,5 µg/m³, 12 HMW) bei den durchgeführten Einzelmessungen auf niedrigem Niveau, ohne relevante Peaks.

Von den Messungen nicht umfasst waren Abluftströme der drei Shredder der mechanischen Aufbereitung, welche weitere Quellen für Emissionen von Quecksilber darstellen. Auf Basis eines nur mündlichen Informationsaustausches mit dem Anlagenbetreiber im Zuge der Festlegung der Messstellen wurde erst nach Abschluss der Emissionsmessungen ersichtlich, dass an der Messstelle 3 keine Abluftmengen der drei Shredder gemessen werden konnten.

Ergebnisse für Staub Die Staubmessungen ergaben bei den Messstellen 2 (Abluft Annahmehunker (inkl. Shredder) vor Biofilter), 3 (Abluft mechanische Aggregate vor Staubfilter) und 4 (Abluft Endaufbereitung aus Windsichter) geringe Mittelwerte aus den jeweils gemessenen HWW von < 10 mg/m³. Nur bei der Messstelle 5 (Abluft Endaufbereitung aus Förderbändern) ergab sich ein höherer Mittelwert von 81 mg/m³ (Maximum mit 200 mg/m³).

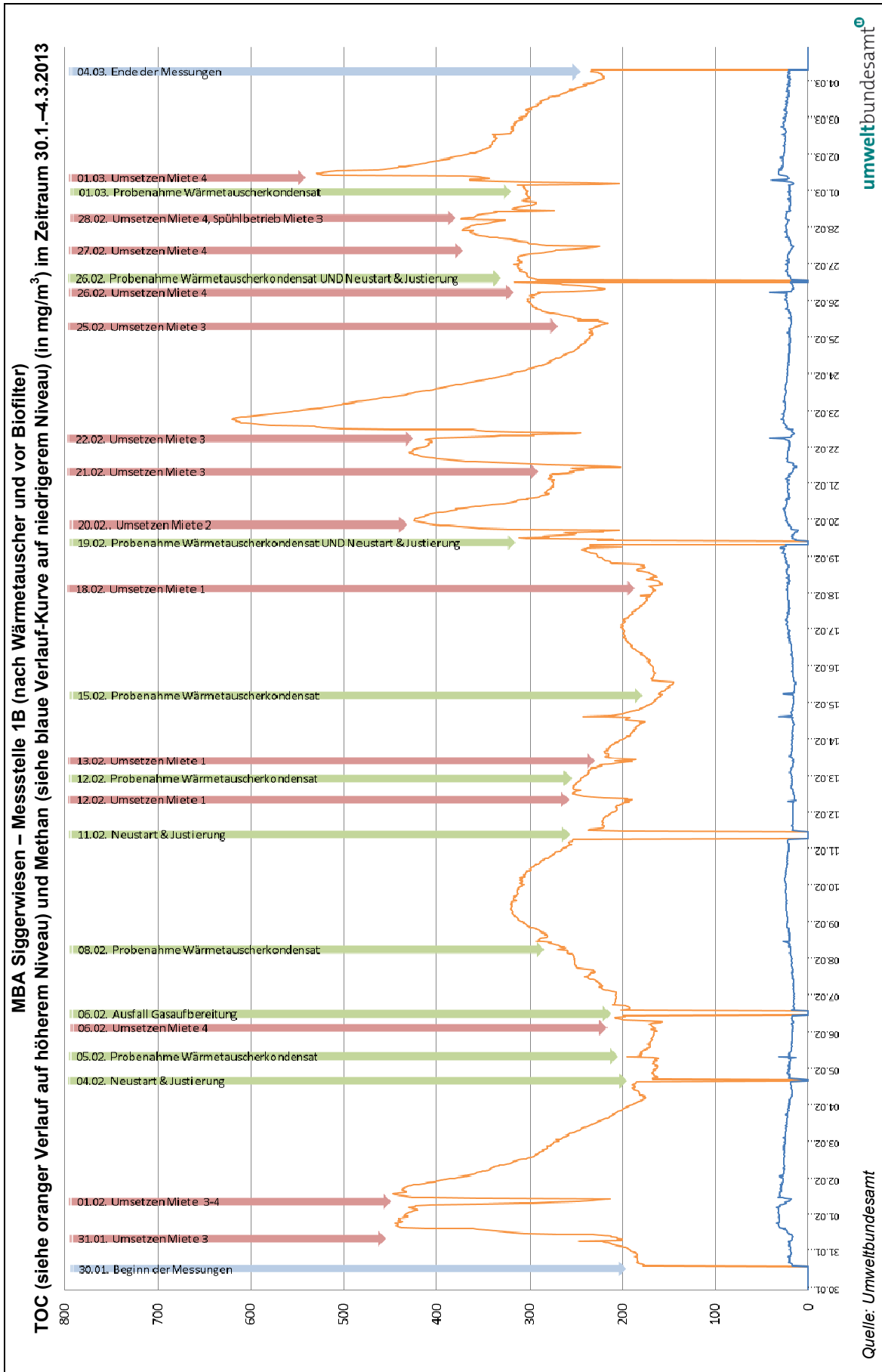


Abbildung 1: Verlauf TOC und Methan über den Messzeitraum der MBA Siggerwiesen (Messungen im Jahr 2013).

3.2 Standort Halbenrain

Anlagenstandort:

Halbenrain 147, 8492 Halbenrain, Österreich

Ansprechperson Anlage/Betreiber:

DI Robert Rothschedl

Standortleiter

.A.S.A. Abfallservice Halbenrain GmbH & Co Nfg KG

Tel.: 0043/34 76/32 60-3431, Mobil: 0043/664/326 99 33

Zum Anlagenstandort Halbenrain können Beschreibungen

- der Betriebsweise der Anlage während der Messungen (Kapitel 2 und Kapitel 5 im Messbericht),
- der Messaufgabe (Kapitel 1.6 im Messbericht),
- der Probenahmestellen (Kapitel 3 im Messbericht),
- der Mess- und Analyseverfahren (Kapitel 4 im Messbericht) und
- der Messergebnisse (Kapitel 6 im Messbericht)

im Messbericht zur Anlage (siehe Anhang 4.1) im Detail (siehe o. a. Kapitelverweise) nachgelesen werden.

3.2.1 Ergänzende Betriebskenndaten

Nachfolgend finden sich Betriebskenndaten der MBA Halbenrain, welche vom Anlagenbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, ausschließlich in Ergänzung zu den Betriebskenndaten, welche bereits für den Messbericht aufbereitet und dem Messinstitut zur Verfügung gestellt wurden – siehe Kapitel 2, Kapitel 5 und Anlage 5 des Messberichtes MBA Halbenrain (siehe Anhang in Kapitel 4.1):

Kapitel 2:

- **Anlagenbeschreibung** zu: Anlieferung, mechanische Vorbehandlung, biologische Behandlung, mechanische Zwischenaufbereitung (Konfektionierung), Fertigtrotte
- **Abluftschema** der Anlage

Kapitel 5:

- **Betriebszeiten der Ventilatoren** für die Ablufferfassung
- **Abfallmengenbilanzierung** Gesamtanlage Februar–April 2013
- **Chargeninformationen** zu Rottegang I und Rottegang II (u. a. Mengen, Ein- und Austragdatum)

Anlage 5:

- **Kenndaten der Rotteführung** von Rottegang I, Rottegang II und der Fertigtrotte (u. a. Abluft-Temperatur, Abluft-Sauerstoffgehalt, Zuluft-Temperatur)

Abfallinput- und Abfalloutput: Bilanzierung je Monat Februar–April 2013

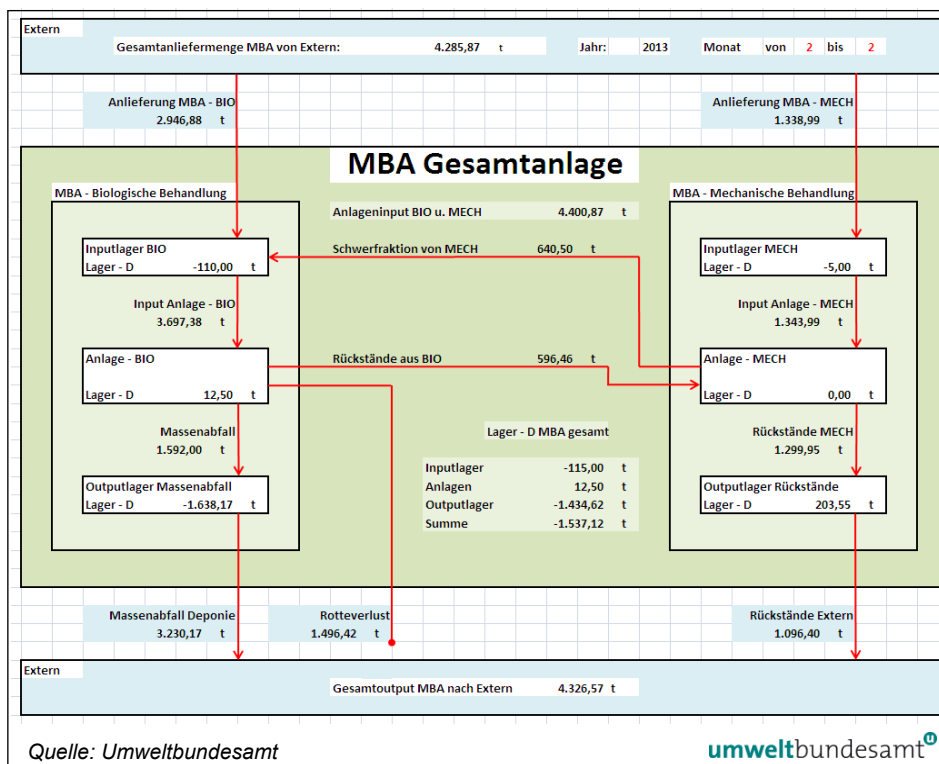


Abbildung 2: Abfallmengenströme der MBA Halbenrain, Februar 2013.

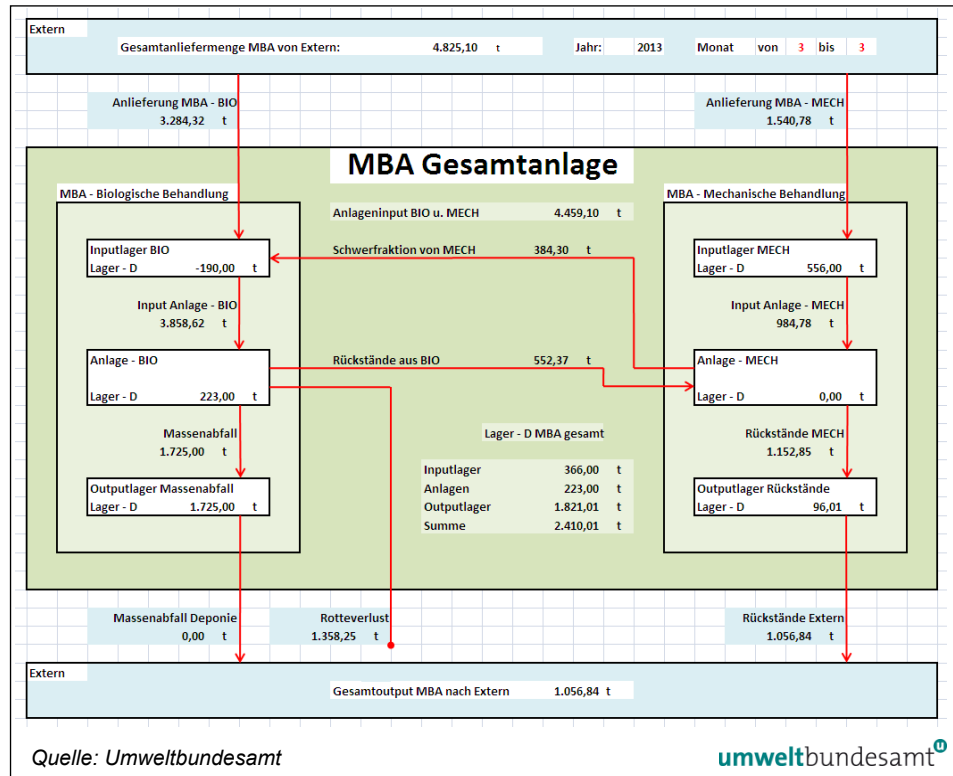


Abbildung 3: Abfallmengenströme der MBA Halbenrain, März 2013.

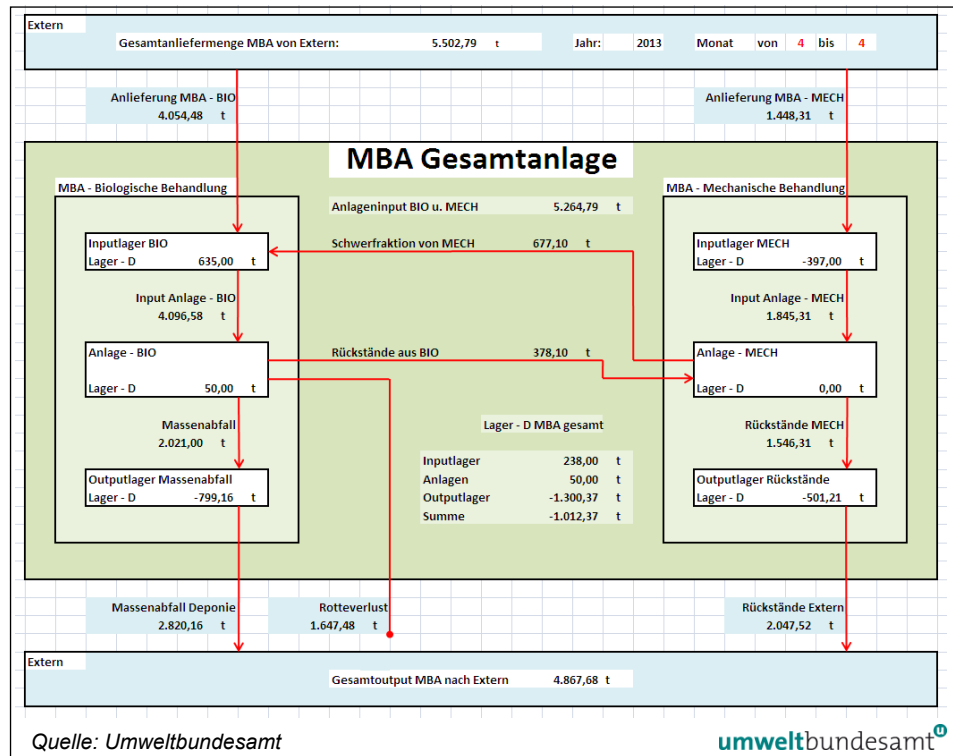


Abbildung 4: Abfallmengenströme der MBA Halbenrain, April 2013.

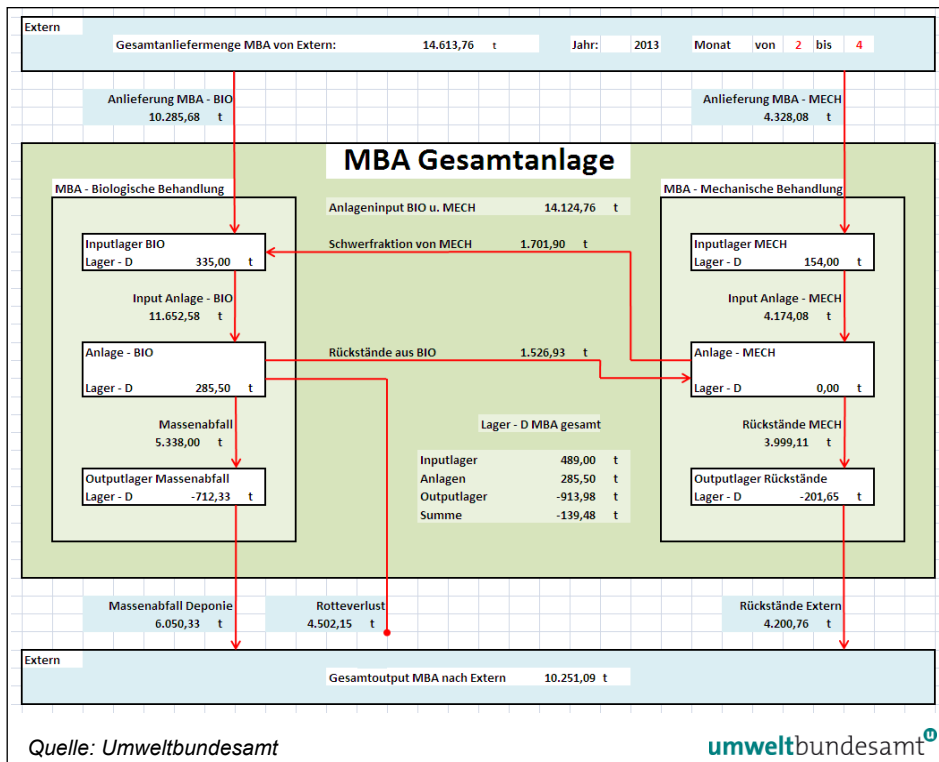


Abbildung 5: Abfallmengenströme der MBA Halbenrain, Februar-April 2013.

Angaben zu den im Messzeitraum verarbeiteten Abfallmengen finden sich auch in Kapitel 5 im Messbericht MBA Halbenrain im Anhang 4.1. Abbildung 2 bis Abbildung 5 dienen als zusätzliche Information zur Nachvollziehung der Abfallströme.

3.2.2 Zusammenfassende Darstellung der Messergebnisse

Die Messungen wurden im Zeitraum 13.03.2013 bis 11.04.2013 im üblichen Betriebszustand der Anlage durchgeführt. Tabelle 6 zeigt zusammenfassend die Messergebnisse.

Tabelle 6: Messergebnisse der MBA Halbenrain (Quelle: Umweltbundesamt).

Komponente/Parameter	Art der Messung	Einheit	Mittelwert*	HMW _{max} **	Rechnerisch korrigierte Reingaswerte***
Messstelle 1A – vor Wäscher/Biofilter (Rohgas)					
Distickstoffmonoxid (N ₂ O)	kont. (1.371 HMW)	mg/m ³	37	160	-
Methan (CH ₄)	kont. (1.371 HMW)	mgC/m ³	6	12	-
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	kont. (1.371 HMW)	mgC/m ³	22	34	-
Ammoniak (NH ₃)	diskont. (48 HMW)	mg/m ³	95	134	-
Sauerstoff (O ₂)	kont. (1.371 HMW)	%d.Vol.	20,1	20,6	-
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	kont. (1.371 HMW)	%d.Vol.	0,8	1,2	-
Abgasvolumenstrom****	kont. (782 HMW)	m ³ /h	57.500	67.800	-
Messstelle 1B – nach Wäscher/Biofilter (Reingas)					
Distickstoffmonoxid (N ₂ O)	kont. (1.377 HMW)	mg/m ³	46	185	55
Methan (CH ₄)	kont. (1.377 HMW)	mgC/m ³	3	8	4
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	kont. (1.372 HMW)	mgC/m ³	14	23	17
Ammoniak (NH ₃)	diskont. (48 HMW)	mg/m ³	< 1	< 1	< 1
Sauerstoff (O ₂)	kont. (1.377 HMW)	%d.Vol.	20,3	20,8	n. ber.
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	kont. (1.377 HMW)	%d.Vol.	0,7	1,1	n. ber.
Abgasvolumenstrom****	kont. (1.340 HMW)	m ³ /h	68.400	79.200	-

* Mittelwert aus allen verfügbaren Halbstundenmittelwerten (HMW)

** Maximaler Halbstundenmittelwert (HMW)

*** Korrigierte Reingaswerte für die Spalte „Mittelwert“ ohne Berücksichtigung der Verdünnung unter der Annahme, dass die zugeleitete Frischluft unbelastet ist

**** Die Gründe für die Abweichung der Volumenstrommengen zwischen Roh- und Reingas konnten für den Anlagenstandort Halbenrain nicht abschließend geklärt werden (siehe auch Kapitel 3.2.2.2.1)

n. ber. ... nicht berechnet

3.2.2.1 Abschätzung der spezifische Frachten an Emissionen

In Tabelle 7 wurden auf Basis der im Messzeitraum (13.03.2013–11.04.2013) verfügbaren Halbstundenmittelwerte (siehe Messbericht MBA Halbenrain im Anhang in Kapitel 4.1) über den dazu berechneten Mittelwert der Konzentrationen und über die eingebrachten Mengen (von drei Monaten auf ein Jahr hochgerechnet) die spezifischen Frachten an TOC, Methan, Lachgas und Ammoniak in g/t_{BA} für die Messstellen 1A (Rohgas) und 1B (Reingas) abgeschätzt.

Tabelle 7: Spezifische Frachten der MBA Halbenrain auf Basis der 4-wöchigen Messung (Quelle: Umweltbundesamt).

Anlagenstandort		MBA Halbenrain	MBA Halbenrain
Behandlungsdauer Biologie Rottetunnel (Rottegang I & II, Fertigrötte)		12 Wochen	12 Wochen
Messstellenbenennung		1A	1B
Messstellenbeschreibung	[-]	vor Wäscher/BF Rohgas	nach Wäscher/BF Reingas
Luftmengen & Betriebszeiten Luftführung			
Volumenstrom (Mittelwert aus Messung)	[m ³ /h]	57.500	68.400
Tages-Betriebszeit	[h/d]	24	24
Jahres-Betriebszeit	[d/a]	365	365
Jahresdurchsatz biologische Behandlung (Hochrechnung)	[t _{BA} /a]	46.610	46.610
Luftmenge pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[m ³ /t _{BA}]	10.807	12.855
TOC			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	22	14
HMW – Anzahl	[-]	1.371	1.372
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	238	180
Methan			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	6	3
HMW – Anzahl	[-]	1.371	1.377
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	65	39
Lachgas			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	37	46
HMW – Anzahl	[-]	1.371	1.377
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	400	591
Ammoniak			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	95	< 1
HMW – Anzahl	[-]	48	48
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	1.027	n. ber.

n. ber. ... nicht berechnet

3.2.2.2 Qualitative Bewertung der Ergebnisse

3.2.2.2.1 Volumenströme

Der Vergleich der vor und nach der Abluftreinigung gemessenen Volumenströme ergab eine Differenz von ca. 19 % (Basis: Messstelle vor Abluftreinigung). Diese Differenz wurde durch die kontinuierliche Messung und durch mehrfach wiederholte Netzmessungen mit unabhängigen Volumenstrommessungen bestätigt, die an beiden Messstellen durchgeführt wurden.

Unregelmäßigkeiten

Der Grund für die Differenz zwischen den Volumenströmen an der Messstelle 1A (Rohgas) und der Messstelle 1B (Reingas) konnte nicht abschließend geklärt werden. Als mögliche Gründe wurden Undichtheiten im Bereich der Abdeck-

klappen (Türen) zum Wäscher, der Abdichtungen der Tore der Biofilter (sind mit Dichtungen versehen und werden alle drei Jahre geöffnet) sowie der Abdeckungen im Bereich der Ventilatoren identifiziert.

Die „Verdünnung“ der Abluft zwischen Roh- und Reingas-Messstelle ist jedenfalls bei der Interpretation der Messergebnisse zu berücksichtigen. Korrigierte Reingaskwerte ohne Berücksichtigung der Verdünnung unter der Annahme, dass die zugeleitete Frischluft unbelastet ist, finden sich in der letzten Spalte der Tabelle 6.

3.2.2.2 TOC und Methan

Abbildung 6 zeigt den Verlauf an TOC und Methan im Reingas im Messzeitraum (13.03.2013–11.04.2013; blaue Pfeile). Folgende Unregelmäßigkeiten traten im Laufe der Messungen auf (grüne Pfeile):

- 20.03. Stromausfall UND Neustart & Justierung
- 28.03. Neustart & Justierung
- 31.03. Sommerzeitumstellung
- 03.04. Stromausfall
- 04.04. Justierung & Neustart
- 08.04. Stromausfall

Es zeigt sich, dass die Konzentrationen an TOC in Zeiträumen, in denen keine Tunnel entleert/befüllt/umgesetzt werden, erkennbar abnehmen (siehe rote Pfeile):

- 23.03.–24.03. keine Befüllungen & Entleerungen
- 29.03.–02.04. keine Befüllungen & Entleerungen
- 06.04.–07.04. keine Befüllungen & Entleerungen

Ergebnisse für TOC

Für TOC im Rohgas zeigte sich über den Messzeitraum eine durchschnittliche Konzentration (HMW) von 22 mg/m^3 (Schwankungen zwischen 8 mg/m^3 und 34 mg/m^3). Im Reingas nach saurem Wäscher und Biofilter wurden durchschnittlich 14 mg/m^3 gemessen (Maximum mit 23 mg/m^3), wobei sich ohne Verdünnungseffekt durch den höheren Abluftvolumenstrom im Reingas rechnerisch eine durchschnittliche Konzentration von 17 mg/m^3 ergeben würde.

Ergebnisse für Methan

Die Konzentration (HMW) von Methan im Rohgas lag im Durchschnitt über den gesamten Messzeitraum bei 6 mg/m^3 . Maximalwerte erreichten bis 12 mg/m^3 . Der Anteil der durchschnittlichen Methankonzentration am Gesamt-TOC liegt im Rohgas bei ca. 27 %.

Im Reingas waren durchschnittlich 3 mg/m^3 festzustellen (Maximum mit 8 mg/m^3), wobei sich ohne Verdünnungseffekt durch den höheren Abluftvolumenstrom im Reingas rechnerisch eine durchschnittliche Konzentration von 4 mg/m^3 ergeben würde. Damit wird durch die Abluftreinigung Methan in geringem Ausmaß reduziert.

Die Niveaus der Konzentrationen (HMW) an TOC und an Methan sind sowohl im Roh- als auch im Reingas als sehr gering anzusehen.

Die ermittelten Frachten in Tabelle 7 zeigen im Reingas nach Biofilter/Biowäscher für TOC $180 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ und für Methan $39 \text{ g/t}_{\text{BA}}$.

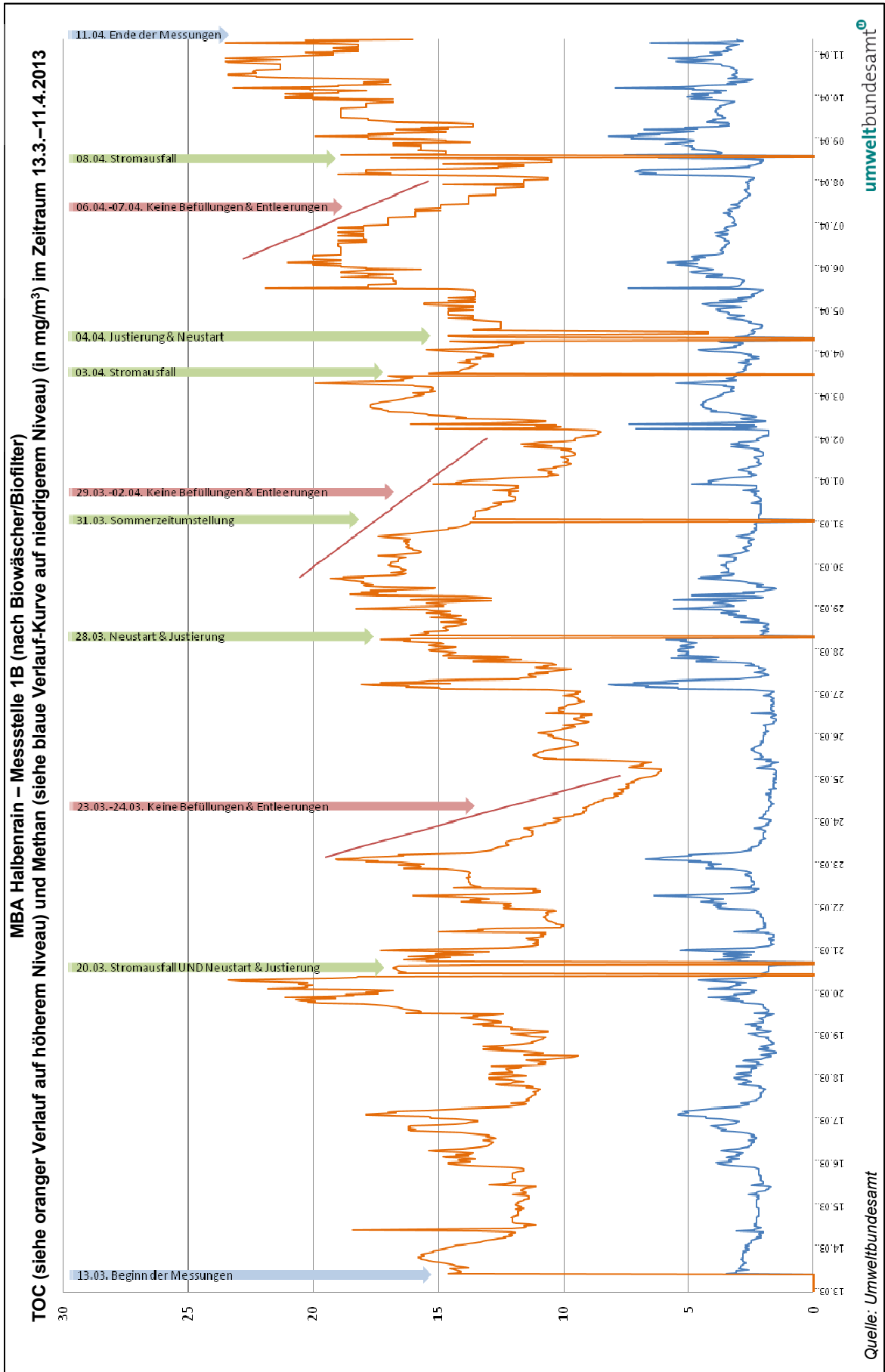


Abbildung 6: Verlauf TOC und Methan über den Messzeitraum der MBA Halbenrain (Messungen im Jahr 2013).

3.2.2.2.3 Lachgas und Ammoniak

Ergebnisse für Lachgas

Für Lachgas im Rohgas zeigte sich über den Messzeitraum eine durchschnittliche Konzentration (HMW) von 37 mg/m^3 (Maximum mit 160 mg/m^3). Im Reingas wurden durchschnittlich 46 mg/m^3 gemessen (Maximum mit 185 mg/m^3), wobei sich ohne Verdünnungseffekt durch den höheren Abluftvolumenstrom im Reingas rechnerisch eine durchschnittliche Konzentration von 55 mg/m^3 ergeben würde. Der Vergleich von Konzentrationen (HMW) im Roh- und Reingas bestätigt die Bildung von Lachgas im Bereich der Abluftreinigung (Biofilter).

Folgende Gründe wurden für die gemessenen Emissionswerte an Lachgas, deren Niveau als relativ hoch bewertet wurde, diskutiert:

- Stickstoff-Eintrag durch Behandlung von Klärschlämmen (im Messzeitraum ca. 26 % des Gesamtinputs),
- Temperaturniveaus im Rottegang I & II in der Regel durchschnittlich unter 45 °C – dies begünstigt die Bildung von Lachgas,
- Fassung der Abluftströme auch aus der Fertig-/Nachrotte (auch hier begünstigen niedrige Temperaturniveaus die Bildung von Lachgas),
- Kreislaufführung der Abwässer und Kondensate (keine Ausschleusung von Stickstoff durch den Abwasser-Prozess).

Ergebnisse für Ammoniak

Betreffend Ammoniak wurden hohe Konzentrationen im Rohgas festgestellt. Der Mittelwert der 48 Einzelmessungen lag bei ca. 95 mg/m^3 (Maximum mit 134 mg/m^3), im Reingas ergaben sich demgegenüber sehr geringe Werte mit durchschnittlich $< 1 \text{ mg/m}^3$.

Die deutliche Reduktion des Ammoniaks wird durch die Verwendung eines Biowäschers/Biofilters ermöglicht; teilweise trägt das vorhandene Ammoniak auch zur Bildung von Lachgas bei. Diese zusätzliche Lachgasquelle könnte durch eine saure Wäsche der Abluft vor dem Biowäscher/Biofilter weitestgehend unterbunden werden.

Frachten

Die ermittelten Frachten in Tabelle 7 zeigen für Lachgas im Rohgas vor Biofilter/Biowäscher $400 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ und im Reingas nach Abluftreinigung $591 \text{ g/t}_{\text{BA}}$. Für Ammoniak wurde im Reingas keine Fracht berechnet, da die durchschnittliche Konzentration (HMW) bei $< 1 \text{ mg/m}^3$ lag.

3.3 Standort Frohnleiten

Anlagenstandort:

Laas 29, 8130 Frohnleiten, Österreich

Ansprechperson Anlage/Betreiber:

Mag. Richard Trampusch

Abfallwirtschaft

Holding Graz Services

Tel.: 0043 316 887 7130, Mobil : 0043 664 14 22 251

Zum Anlagenstandort Frohnleiten können Beschreibungen

- der Betriebsweise der Anlage während der Messungen (Kapitel 2 und Kapitel 5 im Messbericht),
- der Messaufgabe (Kapitel 1.6 im Messbericht),
- der Probenahmestellen (Kapitel 3 im Messbericht),
- der Mess- und Analyseverfahren (Kapitel 4 im Messbericht) und
- der Messergebnisse (Kapitel 6 im Messbericht)

im Messbericht zur Anlage (siehe Anhang 4.1) im Detail (siehe o. a. Kapitelweise) nachgelesen werden.

3.3.1 Ergänzende Betriebskenndaten

Nachfolgend finden sich Betriebskenndaten der BA Frohnleiten, welche vom Anlagenbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, ausschließlich in Ergänzung zu den Betriebskenndaten, welche bereits für den Messbericht aufbereitet und dem Messinstitut zur Verfügung gestellt wurden – siehe Kapitel 2, Kapitel 5 und Anlage 5 des Messberichtes BA Frohnleiten (siehe Anhang Kapitel 4.1):

Kapitel 2:

- **Anlagenbeschreibung** zu: Anlieferung, biologische Behandlung
- **Abluftschema** der Anlage

Kapitel 5:

- **Betriebszeiten der Ventilatoren** für die Ablufferfassung
- **Abfallmengenbilanzierung** Vier Wochen vor „Start der Messungen (23.04.2013)“ bis vier Wochen nach „Start der Messungen“
- **Chargeninformationen** zur Tunnelrotte (u. a. Ein-/Austragdatum und -zeiten, Tätigkeit/Vorfall)

Anlage 5:

- **Betriebsdaten Rottetunnel** – Verläufe zu Rotte-Temperatur, Abluft-Temperatur und Sauerstoffgehalt

Folgende Betriebskenndaten wurden zusätzlich zur Verfügung gestellt:

- Analyse zum Inputmaterial (Probenahme 23.04.2013): Metallanteil, Festgesteinanteil, Glasanteil, TS, Inertstoffanteil, WG, N-gesamt, C-gesamt, GV, Ho, Hu, AT4 → siehe Anhang in Kapitel 4.2
- Analyse zum Outputmaterial (Probenahme 22.05.2013): Metallanteil, Festgesteinanteil, Glasanteil, TS, Inertstoffanteil, WG, GV, Ho, Hu, AT4 → siehe Anhang in Kapitel 4.2
- Analysen zu Abwässern – Wäscher-Abwasser und Kondensat der Trocknung (Probenahme 08.02.2013): Parameterumfang siehe Analyseberichte → siehe Anhang in Kapitel 4.2

Beim Vergleich der Analysen zum Input- und Output-Material innerhalb des Messzeitraumes ist anzumerken, dass das untersuchte Inputmaterial (bei einem Gesamt-C Anteil von 26,3 % und einem Brennwert von 6.890 KJ/kg) mit einer Atmungsaktivität von 28 mg O₂/g einen nach Einschätzung der AutorInnen sehr geringen Wert aufweist. Dies könnte vermuten lassen, dass es sich um Material geringer biologischer Aktivität handelt und in weiterer Folge geringe TOC-Abluftemissionen zu erwarten sind.

3.3.2 Zusammenfassende Darstellung der Messergebnisse

Die Messungen wurden im Zeitraum 23.04.2013 bis 21.05.2013 im üblichen Betriebszustand der Anlage durchgeführt. Tabelle 8 zeigt zusammenfassend die Messergebnisse.

Tabelle 8: Messergebnisse der BA Frohnleiten (Quelle: Umweltbundesamt).

Komponente/Parameter	Art der Messung	Einheit	Mittelwert*	HMW _{max} **	Rechnerisch korrigierte Reingaswerte***
Messstelle 1A – vor Wäscher/Biofilter (Rohgas)					
Distickstoffmonoxid (N ₂ O)	kont. (1.383 HMW)	mg/m ³	1	8	-
Methan (CH ₄)	kont. (1.383 HMW)	mgC/m ³	19	87	-
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	kont. (1.383 HMW)	mgC/m ³	118	351	-
Ammoniak (NH ₃)	diskont. (48 HMW)	mg/m ³	137	172	-
Sauerstoff (O ₂)	kont. (1.383 HMW)	%d.Vol.	18,8	20,0	-
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	kont. (1.383 HMW)	%d.Vol.	1,8	5,9	-
Abgasvolumenstrom****	kont. (913 HMW)	m ³ /h	28.200	52.500	-
Messstelle 1B – nach Wäscher/Biofilter (Reingas)					
Distickstoffmonoxid (N ₂ O)	kont. (1.380 HMW)	mg/m ³	1	9	1
Methan (CH ₄)	kont. (1.380 HMW)	mgC/m ³	13	54	19
Gasförmige organische Kohlenstoffverbindungen (TOC)	kont. (1.318 HMW)	mgC/m ³	55	133	80
Ammoniak (NH ₃)	diskont. (48 HMW)	mg/m ³	13	18	19
Sauerstoff (O ₂)	kont. (1.380 HMW)	%d.Vol.	19,6	20,7	n. ber.
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	kont. (1.380 HMW)	%d.Vol.	1,2	3,1	n. ber.
Abgasvolumenstrom****	kont. (1.380 HMW)	m ³ /h	40.800	52.500	-

* Mittelwert aus allen verfügbaren Halbstundenmittelwerten (HMW)

** Maximaler Halbstundenmittelwert (HMW)

*** Rechnerisch korrigierte Reingaswerte für die Spalte „Mittelwert“ ohne Berücksichtigung der Verdünnung unter der Annahme, dass die zugeleitete Frischluft unbelastet ist

**** Die Abweichung der Volumenstrommengen zwischen Roh- und Reingas ergeben sich vorwiegend aufgrund einer Frischluftklappe zwischen Roh- und Reingasmessung (siehe auch Kapitel 3.3.2.2.1)

n. ber. ... nicht berechnet

3.3.2.1 Abschätzung der spezifischen Frachten an Emissionen

In Tabelle 9 wurden auf Basis der im Messzeitraum (23.04.2013–21.05.2013) verfügbaren Halbstundenmittelwerte (siehe Messbericht BA Frohnleiten im Anhang in Kapitel 4.1) über den dazu berechneten Mittelwert der Konzentrationen und über die eingebrachten Mengen (von acht Wochen auf ein Jahr hochgerechnet) die spezifischen Frachten an TOC, Methan, Lachgas und Ammoniak in g/t_{BA} für die Messstellen 1A (Rohgas) und 1B (Reingas) abgeschätzt.

Tabelle 9: Spezifische Frachten der BA Frohnleiten auf Basis der 4-wöchigen Messung (Quelle: Umweltbundesamt).

Anlagenstandort		BA Frohnleiten	BA Frohnleiten
Behandlungsdauer Biologie Rottetunnel		4 Wochen	4 Wochen
Messstellenbenennung		1A	1B
Messstellenbeschreibung	[-]	vor Wäscher/BF Rohgas	nach Wäscher/BF Reingas
Luftmengen & Betriebszeiten Luftführung			
Volumenstrom (Mittelwert aus Messung)	[m ³ /h]	28.200	40.800
Tages-Betriebszeit	[h/d]	24	24
Jahres-Betriebszeit	[d/a]	365	365
Jahresdurchsatz biologische Behandlung (Hochrechnung)	[t _{BA} /a]	65.213	65.213
Luftmenge pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[m ³ /t _{BA}]	3.788	5.481
TOC			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	118	55
HMW – Anzahl	[-]	1.383	1.318
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	447	301
Methan			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	19	13
HMW – Anzahl	[-]	1.383	1.318
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	72	71
Lachgas			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	1	1
HMW – Anzahl	[-]	1.383	1.318
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	4	5
Ammoniak			
Konzentration Mittelwert (Messung)	[mg/m ³]	137	13
HMW – Anzahl	[-]	48	48
Fracht pro Tonne biologisch behandeltem Abfall (Berechnung)	[g/t _{BA}]	519	71

3.3.2.2 Qualitative Bewertung der Ergebnisse

3.3.2.2.1 Volumenströme

Unregelmäßigkeiten

Der Vergleich der vor und nach der Abluftreinigung gemessenen Volumenströme ergab eine beträchtliche Differenz von ca. 45 % (Basis: Messstelle vor Abluftreinigung). Diese hohe Differenz wurde durch die kontinuierliche Messung und durch mehrfach wiederholte Netzmessungen mit unabhängigen Volumenstrommessungen bestätigt, die an beiden Messstellen durchgeführt wurden.

Als Grund für die Differenz zwischen den Volumenströmen an der Messstelle 1A (Rohgas) und der Messstelle 1B (Reingas) wurde die Frischluftklappe nach dem Kühler und vor dem Wäscher identifiziert. Die Frischluftklappe wird nach der Temperatur gesteuert; sobald die Abluft-Temperatur vor dem Biofilter 40 °C übersteigt öffnet sich die Frischluftklappe. Nach den Aufzeichnungen zur Klappenstellung war die Frischluftklappe über beinahe den gesamten Messzeitraum geöffnet (siehe auch Anlage 6 im Messbericht BA Frohnleiten im Anhang 4.1).

Die „Verdünnung“ der Abluft zwischen Roh- und Reingas-Messstelle ist jedenfalls bei der Interpretation der Messergebnisse zu berücksichtigen. Korrigierte Reingaswerte ohne Berücksichtigung der Verdünnung unter der Annahme, dass die zugeleitete Frischluft unbelastet ist, finden sich in der letzten Spalte der Tabelle 8.

3.3.2.2.2 TOC und Methan

Abbildung 7 zeigt den Verlauf an TOC und Methan im Reingas im Messzeitraum (23.04.2013–21.05.2013; blaue Pfeile). Folgende Unregelmäßigkeiten traten im Laufe der Messungen auf (grüne Pfeile):

- 25.04. Stillstand der Ablufferfassung
- 30.04. Neustart & Justierung
- 07.05. Neustart & Justierung
- 07.05.–08.05. Ausfall FID
- 08.05. Stillstand der Ablufferfassung
- 10.05. Stillstand der Ablufferfassung
- 13.05. Neustart & Justierung

Es zeigt sich, dass die Konzentrationen an TOC in Zeiträumen, in denen keine Tunnel entleert/befüllt/umgesetzt werden, erkennbar abnehmen (siehe rote Pfeile):

- 31.04.–01.05. keine Befüllungen & Entleerungen
- 04.05.–05.05. keine Befüllungen & Entleerungen
- 09.05.–12.05. keine Befüllungen & Entleerungen
- 17.05.–20.05. keine Befüllungen & Entleerungen

Für TOC im Rohgas zeigte sich über den Messzeitraum eine durchschnittliche Konzentration (HMW) von 118 mg/m^3 (Schwankungen zwischen 22 mg/m^3 und 351 mg/m^3). Im Reingas nach saurem Wäscher und Biofilter wurden durchschnittlich 55 mg/m^3 gemessen (Maximum mit 133 mg/m^3), wobei sich ohne Verdünnungseffekt durch den höheren Abluftvolumenstrom im Reingas rechnerisch eine durchschnittliche Konzentration von 80 mg/m^3 ergeben würde.

Ergebnisse für TOC

Die Konzentration (HMW) von Methan im Rohgas lag im Durchschnitt über den gesamten Messzeitraum bei 19 mg/m^3 . Maximalwerte erreichten bis 87 mg/m^3 . Der Anteil der durchschnittlichen Methankonzentration am Gesamt-TOC liegt im Rohgas bei ca. 16 %. Im Reingas wurden durchschnittlich 13 mg/m^3 gemessen (Maximum mit 54 mg/m^3), wobei sich ohne Verdünnungseffekt durch den höheren Abluftvolumenstrom im Reingas rechnerisch eine durchschnittliche Konzentration von 19 mg/m^3 ergeben würde, womit es durch die Abluftreinigung zu keinem Methanabbau kommt.

Ergebnisse für Methan

Der Nicht-Methan-Anteil im TOC ist im Rohgas mit $447 \text{ (TOC)} - 72 \text{ (CH}_4\text{)} = 375 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ (auf Basis der Mittelwerte) enthalten, im Reingas mit $301 \text{ (TOC)} - 71 \text{ (CH}_4\text{)} = 230 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ (auf Basis der Mittelwerte). Der Biofilterwirkungsgrad für NMVOC liegt damit bei einer Abbauleistung von ca. 39 % und wird als gering betrachtet. Aus der Literatur sind Werte um die 90 % für gut funktionierende Biofilter bekannt. Der Anlagenbetreiber hat angemerkt, dass es in den vergangenen Jahren immer wieder Probleme mit dem Betrieb des Biofilters gab. Ver-

Nicht-Methan-Anteil im TOC

suche, den Betrieb zu optimieren, führten nur teilweise zum gewünschten Erfolg. Mit einer Steigerung der Abbauleistung des Biofilters für NMVOC könnten die Emissionen an NMVOC wesentlich reduziert werden.

Die ermittelten Frachten in Tabelle 9 zeigen im Rohgas vor saurer Wäsche und Biofilter für TOC 447 g/t_{BA} und für Methan 72 g/t_{BA}. Im Reingas nach saurer Wäsche und Biofilter wurden für TOC 301 g/t_{BA} und für Methan 71 g/t_{BA} errechnet.

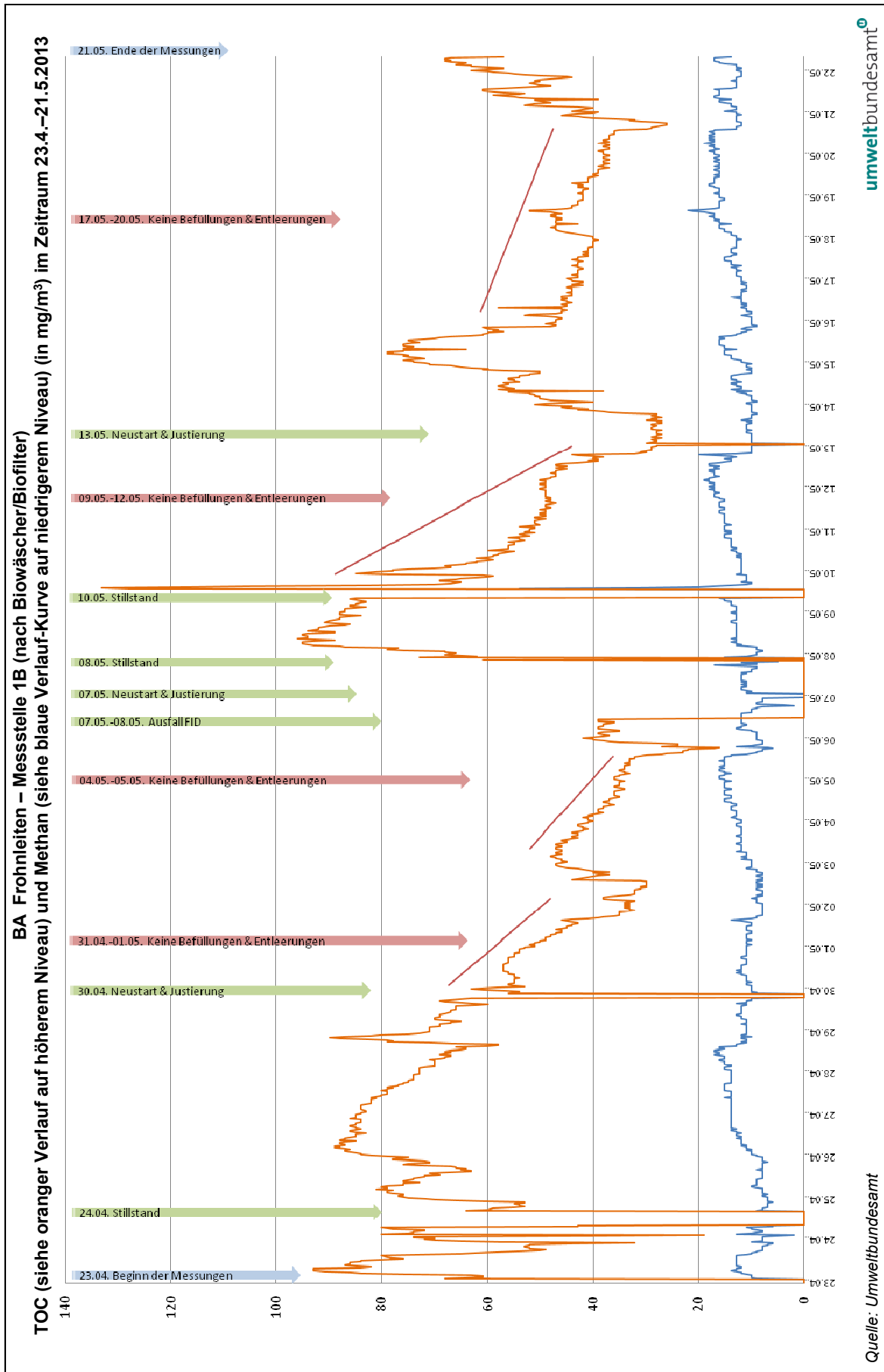


Abbildung 7: Verlauf TOC und Methan über den Messzeitraum der BA Frohnleiten (Messungen im Jahr 2013).

3.3.2.2.1 Lachgas und Ammoniak

- Ergebnisse für Lachgas** Für Lachgas wurden im gesamten Messzeitraum sowohl im Rohgas als auch im Reingas sehr geringe Konzentrationen (HMW) festgestellt (durchschnittlich jeweils ca. 1 mg/m^3). Einzelne kleinere Maxima lagen bei 8 mg/m^3 bzw. 9 mg/m^3 .
- Ergebnisse für Ammoniak** Im Rohgas wurden hohe Konzentrationen an Ammoniak festgestellt. Der Mittelwert der 48 Einzelmessungen lag bei ca. 137 mg/m^3 (Maximum mit 172 mg/m^3). Im Reingas ergaben sich durchschnittlich 13 mg/m^3 (Maximum mit 18 mg/m^3), wobei sich ohne Verdünnungseffekt durch den höheren Abluftvolumenstrom im Reingas rechnerisch eine durchschnittliche Konzentration von 19 mg/m^3 ergeben würde. Die Reduktion zwischen Roh- und Reingas wird durch die Verwendung eines sauren Wäschers vor dem Biofilter ermöglicht.
- Frachten** Die ermittelten Frachten in Tabelle 9 zeigen im Rohgas vor saurer Wäsche und Biofilter für Lachgas $4 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ und für Ammoniak $519 \text{ g/t}_{\text{BA}}$. Im Reingas wurden für Lachgas $5 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ und für Ammoniak $71 \text{ g/t}_{\text{BA}}$ errechnet.

4 ANHANG (ELEKTRONISCH)

4.1 Messberichte der Emissionsmessungen

Standort Frohnleiten: **13-066-3_MBA_Frohnleiten_FINAL_20130925.pdf**

Standort Halbenrain: **13-066-2_MBA_Halbenrain_FINAL_20130919.pdf**

Standort Siggerwiesen: **13-066-1_MBA_Siggerwiesen_FINAL_20130919.pdf**

4.2 Ergänzende Betriebsdaten Frohnleiten

Analysen Inputmaterial:

Frohnleiten_Analyse_Inputmaterial_20130423.pdf

Analysen Outputmaterial:

Frohnleiten_Analyse_Outputmaterial_20130522.pdf

Analysen Abwasser:

Frohnleiten_Analyse_Abwasser_20130208.pdf

Kenndaten Rottetunnel:

Frohnleiten_Ausdrucke_Betriebsdaten_Rottetunnel_20130610.zip

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse von Emissionsmessungen an drei Standorten zur mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA) dokumentiert. Die Parameter gesamter organischer Kohlenstoff, Methan und Lachgas wurden kontinuierlich über vier Wochen, Ammoniak diskontinuierlich vor allem im Roh- und Reingas gemessen. An einem Anlagenstandort wurden zusätzlich Einzelmessungen für die Parameter organischer Kohlenstoff, Staub und Quecksilber durchgeführt. Auf Basis der Messwerte konnten spezifische Emissionsfrachten pro Tonne behandeltem Abfall abgeschätzt werden. In Abhängigkeit von Betriebsführung und unterschiedlichem Luft- und Abluftmanagement ergeben sich sehr unterschiedliche Emissionniveaus an den Standorten. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für Regelungen der Emissionen von MBA-Anlagen in Österreich.