

BE-139

BERICHTE



**ABLUFTEMISSIONEN
DER MECHANISCH-BIOLOGISCHEN
ABFALLBEHANDLUNG
ANLAGE ALLERHEILIGEN**

**Abluftemissionen
der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung
Anlage Allerheiligen**

BE-139

Wien, Jänner 1999

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie



Projektleitung

Dr. A. Hanus-Ilmar

Autor

DI G. Häusler

DI T. Angerer

Satz/Layout

E. Neuhold

**Die Probenahmen erfolgten durch die Abteilung Lufthygiene des Umweltbundesamtes.
Sämtliche Analysen wurden im Labor des Umweltbundesamtes durchgeführt.**

**Wir danken den Mitarbeitern des Mürzverbandes für die Unterstützung und die zur
Verfügungstellung der Informationen.**

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 1999
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-482-7

KURZZUSAMMENFASSUNG

Auf Basis des Abfallwirtschaftsgesetzes wurde im Jahr 1996 von der österreichischen Bundesregierung die Deponieverordnung erlassen. Hierbei wurden die Anforderungen an zu deponierende Abfälle konkretisiert. Unter bestimmten Voraussetzungen ermöglicht die Deponieverordnung die sogenannte mechanisch-biologische Vorbehandlung von Abfällen.

Jüngste Untersuchungen aus Deutschland haben gezeigt, daß die Abluft-Emissionen aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung, nicht wie zuvor angenommen, vernachlässigt werden können.

Das Umweltbundesamt hat, um bei der Auseinandersetzung mit der Abluft aus mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen, nicht nur auf ausländische Daten angewiesen zu sein, zu Beginn 1998 in Kooperation mit dem BMUJF mit Abluftuntersuchungen an österreichischen Betriebsanlagen zur MBA begonnen. Es wurden umfangreiche Emissionsmessungen an drei Anlagen durchgeführt:

- Allerheiligen
- Kufstein
- Siggerwiesen

Die Auswahl der untersuchten Parameter erfolgte in Anlehnung an Messungen in Deutschland, um einen Vergleich mit vorliegenden Daten anstellen zu können.

Im Rahmen des Projekts wurden, neben der Erfassung der physikalischen Parameter des Rauchgases folgende kontinuierliche Messungen durchgeführt:

- CO
- CO₂
- O₂
- Gesamtkohlenwasserstoff

Folgende Einzelkomponenten wurden mittels diskontinuierlicher Meßverfahren bestimmt:

- Alkane
- Terpene
- Aromaten
- Acetate
- Ketone
- CKW
- Schwermetalle
- FCKW
- Aldehyde
- PAH
- Chlorbenzole
- Phthalate

Vorliegender Meßbericht stellt eine Zusammenstellung der Ergebnisse dar, von einer Interpretation der Ergebnisse wurde abgesehen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen dienen als Grundlage für die Erarbeitung gesetzlicher Regelungen für die Abluft aus mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	ANLAGENBESCHREIBUNG	1
2.1	Annahme, Zwischenlagerung und mechanische Vorbehandlung (nur Restabfall und Klärschlamm)	3
2.2	Biologische Behandlung	3
3	ABLUFTHANDLUNG	6
3.1	Abluftmenge	6
3.2	Filterauslegung	6
4	MESSSTELLEN UND PROBENAHME	7
5	ERGEBNISSE	8
5.1	Übersicht Probenahme	9
5.2	Staub	10
5.3	VOC	10
5.4	Acetate und Ketone	10
5.5	CKW	11
5.6	Schwermetalle	11
5.7	FCKW	11
5.8	Aldehyde	12
5.9	PAH	12
5.10	Chlorbenzole	13
5.11	Phthalate	13
5.12	Vorerhebung ausgewählter organischer Komponenten mittels Diffusionssammlern auf dem Biofilter	14
6	AUSBLICK	15
7	LITERATUR	16
8	PROBENAHMEGERÄTE	16

1 EINLEITUNG

Das Umweltbundesamt hat 1998 in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie eine Studie über die Grundlagen für eine Technische Anleitung zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Abfällen erstellt [MOSTBAUER et al., 1998]. Im Zuge der Auseinandersetzung mit der Problematik der Abluft aus mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen stellte sich eine Reihe von bisher unbeantworteten Fragen. So haben jüngste Ergebnisse aus Abluftuntersuchungen in Deutschland gezeigt, daß die Emissionen aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung nicht, wie zuvor angenommen, vernachlässigt werden können. Aus diesen Untersuchungen kann man aber keine Vorschläge für Abluft-Emissionsgrenzwerte ableiten.

Das Umweltbundesamt hat Anfang 1998 beschlossen, selbst Abluftuntersuchungen in drei Anlagen (Allerheiligen, Kufstein, Siggerwiesen) durchzuführen, um die Emissionen aus österreichischen Anlagen beschreiben zu können. Die Ergebnisse dieser Emissionsmessungen sollen als eine Diskussionsgrundlage für die Erarbeitung einer gesetzlichen Regelung der mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Abfällen dienen. Die Auswahl der im vorliegenden Bericht gemessenen Parameter erfolgte in Anlehnung an vergleichbare Messungen in Deutschland.

Die Ergebnisse der Emissionsmessungen in der Anlage Siggerwiesen liegen ebenfalls bereits als UBA Berichte vor [UBA-BE 138 „Abluftemissionen der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung–MBA Siggerwiesen“]. Die Veröffentlichung der Ergebnisse der Anlage Kufstein wird ebenfalls als UBA Bericht erfolgen.

2 ANLAGENBESCHREIBUNG

Der Inhalt der Anlagenbeschreibung basiert auf einer Diplomarbeit am Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik der Montanuniversität Leoben (ANGERER, 1997).

Die mechanisch-biologische Vorbehandlung in Allerheiligen verfolgt das Ziel, ein mengenreduziertes, homogenisiertes und humifiziertes Produkt für die nachfolgende Deponierung herzustellen. Tabelle 1 gibt Auskunft über die Art und Menge der Abfälle, die 1996 nach Allerheiligen angeliefert wurden.

Tabelle 1 1996 nach Allerheiligen angelieferte Abfallmengen

Abfallart	Abfallmenge [Mg/a]	Gew. %
Altstoffe	277	1,0
Baum- und Strauchschnitt	820	3,0
Betriebsmittel (Hackgut)	393	1,4
Bioabfall	5.713	20,9
Klärschlamm (30 % TS)	4.476	16,4
Problemstoffe	34	0,1
Restabfall/Rechengut	11.056	40,5
Sperrmüll/Gewerbeabfall	4.551	16,7
Gesamtabfall	27.320	100

Betreiber der Anlage ist der Mürzverband, der sich aus 37 Gemeinden der Bezirke Bruck an der Mur und Mürzzuschlag (mit Ausnahme der Gemeinden Halltal und Mariazell) zusammensetzt. Das gesamte Verbandsgebiet umfaßt eine Bevölkerung von etwa 112.500 Einwohnern.

Die Betriebsanlage besteht aus folgenden Einrichtungen:

- Abfallannahmestelle
- Brückenwaage
- Büro- und Sozialgebäude
- Altstoffsammelstelle
- Problemstoffsammelstelle
- Mechanisch-biologische Behandlungsanlage
- Lagerflächen
- Verkehrsflächen
- KFZ- Werkstätte
- Deponie

Der Bioabfall des Verbandsgebietes wird in 10 Gemeinden dezentral eigenkompostiert. Aus den übrigen Gemeinden werden diese Abfälle an die Betriebsanlage Allerheiligen geliefert und in der mechanisch-biologischen Behandlungsanlage gemeinsam mit Baum- und Strauchschnitt, Hackgut zu Kompost verarbeitet. Die angelieferten Restabfälle und der kommunale Klärschlamm (30 % TS) aus den Kläranlagen Kapfenberg, St. Marein, Wartberg sowie Langenwang werden gemeinsam mit dem Rechengut mechanisch-biologisch behandelt und deponiert.

Die mechanisch-biologische Betriebsanlage setzt sich somit aus zwei Verarbeitungslinien zusammen:

- **Verarbeitungslinie I:** Kompostierung der Bioabfälle mit anschließender Verwertung unter Einhaltung der ÖNORM S 2200.
- **Verarbeitungslinie II:** Verrottung von Restabfällen und Klärschlamm mit nachfolgender Deponierung.

Die Verarbeitungslinie II besteht aus einer mechanischen Aufbereitung und einer biologischen Behandlung der Abfälle. Die mechanische Behandlungsstufe teilt die eingesetzten Abfälle in zwei Stoffströme mit unterschiedlichen Heizwerten. Die heizwertreiche Fraktion (BRAM) wird auf der verbandseigenen Deponie abgelagert und soll zu einem späteren Zeitpunkt verbrannt werden. Das heizwertarme Material wird einer biologischen Behandlung zugeführt. Als biologisches Verfahren kommt das BAS-Tunnelrotte-Verfahren, ein statisches, geschlossenes und zwangsbelüftetes Reaktorverfahren mit nachfolgender Mietenrotte zum Einsatz. Nach erfolgter biologischer Behandlung gelangt das Material auf die verbandseigene Deponie. In Bild 1 ist das Verfahrensschema der mechanisch-biologischen Vorbehandlung in Allerheiligen dargestellt.

2.1 Annahme, Zwischenlagerung und mechanische Vorbehandlung (nur Restabfall/Rechengut und Klärschlamm)

Die angelieferten Abfälle werden auf einer Brückenwaage gewogen, bevor sie in einem Tiefbunker abgelagert werden. Der Bunker befindet sich in einer Annahmehalle, die mit zwei Rolltoren ausgerüstet ist. Diese Tore werden nur für die Dauer der Abfallanlieferung geöffnet. Mit einem Greiferkran werden die Abfälle in eine Hammermühle transportiert und darin zerkleinert. Anschließend werden die Materialien auf ein Transportband mit Überbandmagnetscheider verbracht. Durch den Magnetscheider werden ca. 2 Gew.% (in bezug auf den Gesamtinput an Abfällen) an magnetischem Eisenschrott abgeschieden. Die Abfallfraktion gelangt nach der Schrottabseidung in eine Siebtrommel, die mit einem Polygonsieb ausgerüstet ist. Die Trennung des Stoffstroms erfolgt bei einem Siebschnitt von 80 mm. Der Siebüberlauf (BRAM-Fraktion) wird in Allerheiligen auf der Deponie abgelagert. Die Fraktion mit einer Korngröße von < 80 mm gelangt in den Mischzerkleinerer. Diesem Aggregat wird zusätzlich zum Siebdurchgang der Klärschlamm (30 % TS) aus kommunalen Kläranlagen zugegeben. Das so mechanisch vorbehandelte Abfallgemenge gelangt anschließend in die biologische Behandlung.

2.2 Biologische Behandlung

a) Intensivrotte

Die Intensivrotte wird in 9 Rottemodulen durchgeführt. 3 Rottemodule werden für die Behandlung von biogenen Abfällen eingesetzt, 6 Rottemodule stehen für die Behandlung von Restabfällen und Klärschlämmen zur Verfügung. Jedes Modul besteht aus einem Rottetunnel mit einer darunter befindlichen Druckkammer, die durch einen speziell entwickelten Rostboden voneinander getrennt sind. Die Beschickung der Rottemodule wird über ein Förderband vorgenommen. Das Rottegut wird auf ein Polyethylen-Schleppnetz befördert, mit dem der Boden der Rottetunnel ausgelegt ist. Nach der Befüllung der Tunnel beginnt der eigentliche Intensivrotteprozeß, bei dem das Rottegut druckbelüftet wird.

Der Intensivrotteprozeß ist in folgende sechs Phasen unterteilt:

1. nivellieren
2. aufwärmen und hygienisieren
3. hygienisieren
4. abkühlen und stabilisieren
5. stabilisieren
6. abkühlen

Die Dauer des Intensivrotteprozesses beträgt 14 Tage. Um eine homogene Abfolge der einzelnen Phasen zu ermöglichen, erfolgt die Prozeßsteuerung mittels Computer. Die veränderlichen Parameter der Prozeßsteuerung sind Um- und Zuluftmenge (bis zu 150 m³ Luft/h) sowie die Menge des zugegebenen Wassers. Mit Hilfe der Prozeßsteuerung kann auf den jeweiligen Rottezustand im Tunnel chargenspezifisch Einfluß genommen werden. Über die zugegebene Mengen an Wasser und Luft wird der Temperaturverlauf des Rotteprozesses geregelt. Die Hygienisierungstemperatur beträgt mindestens 65 °C und wird über einen Zeitraum von drei Tagen eingehalten. Anschließend wird das Gut bei 48 °C weiter gerottet. Der Wasserinput setzt sich aus Frischwasser und dem Perkolat der Intensiv- und Extensivrotte zusammen. Die Wasserzugabe erfolgt zur Befeuchtung, Abkühlung und mikrobiellen Aktivierung des Rottegutes.

Wie schon erwähnt, befindet sich das Rottegut auf einem Polyethylen-Schleppnetz, das den geordneten Austrag aus dem Rottetunnel gewährleistet. Das Schleppnetz wird mittels Winde bewegt.

b) Extensivrotte

Das Rottegut wird mit einem Radlader in den für die Extensivrotte vorgesehenen Teil der Halle befördert und auf Rotteplatten zu 3 bis 4 m hohen Mieten aufgesetzt. Vor dem Aufsetzen der Mieten kann das Material bei Bedarf bewässert werden. Die Sauerstoffzufuhr wird durch die installierte Zwangsbelüftung (Saugbelüftung) sichergestellt. Die Verweilzeit des Materials auf den Rotteplatten beträgt in etwa vier Wochen.

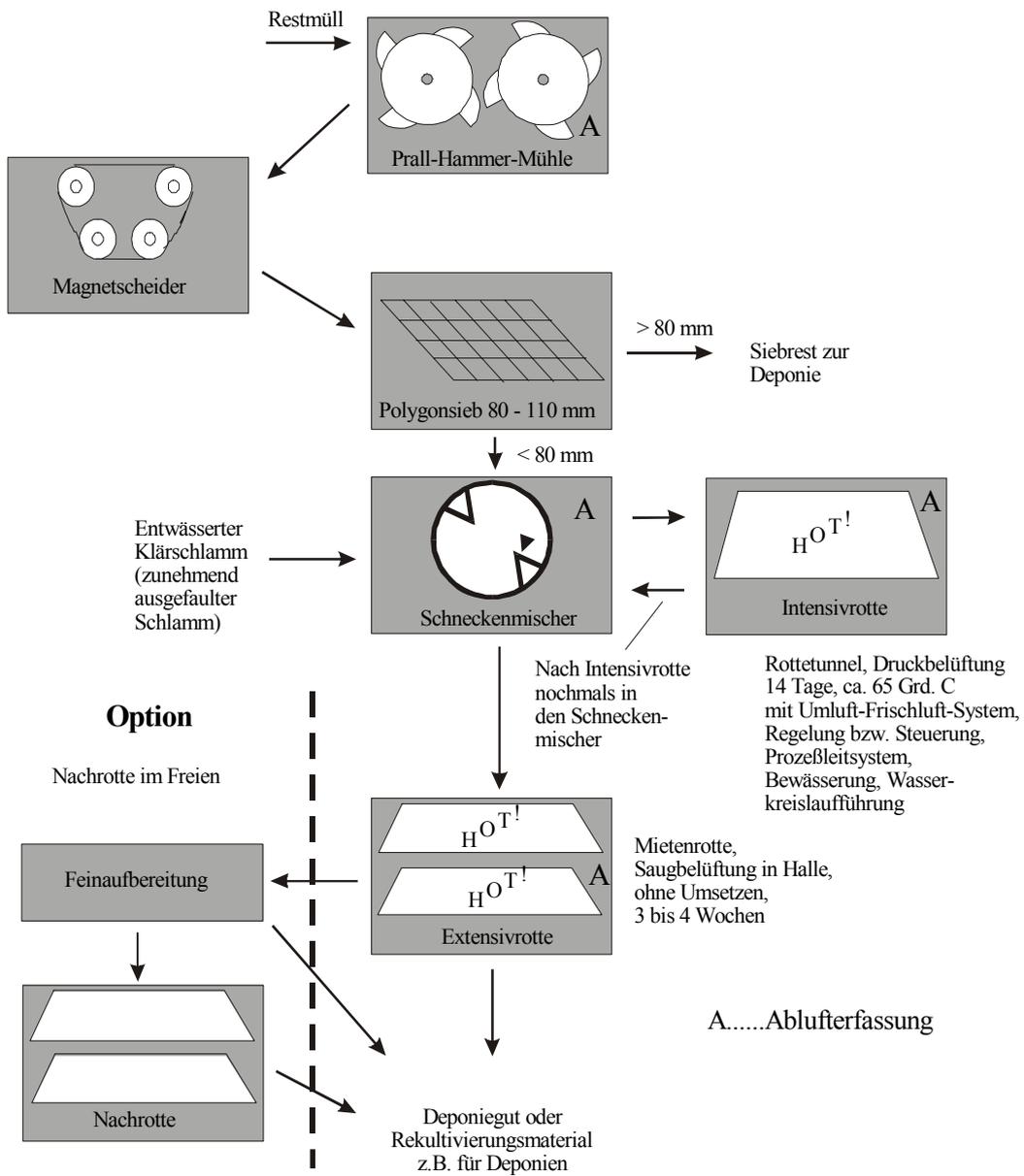
c) Feinaufbereitung und Nachrotte (optional, wird derzeit nicht durchgeführt)

Während der Optimierungsversuche des Instituts für Entsorgungs- und Deponietechnik der Montanuniversität Leoben an der MBA-Anlage, wird die Feinaufbereitung und die Nachrotte an Teilströmen durchgeführt. Nach der Extensivrotte wird das Rottegut in eine Siebtrommel aufgegeben und bei einem Siebschnitt von 25 mm in zwei Fraktionen geteilt. Der Siebüberlauf (BRAM-Fraktion) wird auf der verbandseigenen Deponie abgelagert. Der Siebdurchgang durchläuft entweder eine 16-wöchige Nachrotte, bei der das Material zu unbelüfteten Tafelmieten aufgesetzt wird, oder gelangt direkt auf die Deponie. Die Siebung bei 25 mm sowie die 16-wöchige Nachrotte entfällt im Normalbetrieb.

d) Deponierung

Der Nachrotte folgt die Deponierung des Rottegutes.

Bild 1 Fließbild der Anlage Allerheiligen



3 ABLUFTBEHANDLUNG

Die Abluftbehandlung der MBA Allerheiligen wurde in einer Monographie des Umweltbundesamtes [LAHL, SCHEIDL et al., 1998] dargestellt.

3.1 Abluftmenge

Abluftemissionen treten aus dem Biofilter und als diffuse Emissionen aus der (optionalen) Mietenrotte im Freien aus.

Folgende Mengen an belasteter Abluft fallen bei den jeweiligen Bereichen kontinuierlich an:

- Annahmehbereich / Müllbunker bis zu 24.000 m³/h
- Intensivrotte, Halle (inkl. Bioabfallanteile) bis zu 40.000 m³/h
davon aus Intensivrotte bis zu 15.000 m³/h
- Nachrotte, teilweise Klärschlamm-bunker bis zu 15.000 m³/h

Die Abluft aus dem Annahmehbereich und dem Müllbunker wird über ein Staubfilter gereinigt und dann in die Halle eingebracht. Die bis zu 15.000 m³/h Abluft aus der Extensivrotte werden über den alten Biofilter geführt. Die restlichen Abluftströme aus der Halle und der Intensivrotte werden über den neuen Biofilter gereinigt.

3.2 Filterauslegung

Beide Biofilter sind als Flächenfilter ausgeführt, es existiert keine Abluftkonditionierung.

- Hauptbiofilter: Fläche: 300 m²; Höhe: ca. 2 m (Biofilter neu)
- Nebenbiofilter: Fläche: 100 m²; Höhe: ca. 1 m (Biofilter alt)

Die Filterflächenbelastung ist auf jeweils 150 m³/(m².h) ausgelegt. Als Filtermaterial kommen Kompost (laut ÖNORM S 2020, Bio/MKS-Kompost mit einer Korngröße >12 und < 40 mm und Strukturmaterial (35 mm) zum Einsatz. Nach einer 20 cm starken Verteilschicht ist der Filterkörper homogen aufgebaut. Die Befeuchtung des Filtermaterials durch Flächenberegung erfolgt nach Bedarf.

In Abhängigkeit vom Druckverlust erfolgt 3 x pro Jahr eine Verjüngung des Filtermaterials. Es ist eine Eigenkontrolle über Abströmung, Druckverlust und Feuchteproben vorgesehen (laut VDI ¼-jährlich ausgeführt).

Für das Hauptfilter gibt es in Abhängigkeit von der anfallenden Rohabluft eine Regelung über die Ventilator-drehzahl. Das Abströmverhalten wird optisch kontrolliert.

Eine regelmäßige Überwachung der Abluft (Geruch, Feuchtigkeit, Temperatur, Schadstoffe) als Eigenkontrolle ist vorgesehen.

4 MESSTELLEN UND PROBENAHEME

Die Konzentrationen an Schadstoffen in der Abluft der Rottetunnel der mechanisch-biologischen Vorbehandlungsanlage Allerheiligen wurde im Mai 1998 gemessen. Untersucht wurden: Sauerstoffgehalt, Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoffdioxid, Gesamtkohlenstoff, Abgastemperatur und -feuchte, Staubgehalt, ausgewählte Schwermetalle, Ammoniak, VOC (Alkane, Terpene, aromatische Kohlenwasserstoffe), Chlorbenzole, Acetate, Ketone, aliphatisch. CKWs, FCKWs, Aldehyde, PAHs und Phthalate. Die Parameterauswahl erfolgte aufgrund bereits im In- und Ausland durchgeführter Studien und Messungen.

Eine Messung von Methan in der Abluft konnte nicht durchgeführt werden, da kein Meßgerät für den gegebenen Meßbereich verfügbar war. Bei zukünftigen Meßkampagnen ist eine Bestimmung der Methankonzentration in der Abluft vorgesehen.

Als Basis für die Probenahme diente ein Meßcontainer des Umweltbundesamtes, der für Emissionsmessungen ausgerüstet wurde. Beprobt wurden die Abluftströme der Intensivrotte. Die mittlere Abgasgeschwindigkeit im Abgasrohr (Aluminium, Durchmesser 1m) betrug 8 m/s, die mittlere Abgastemperatur 50°C, der mittlere Abgas-Volumenstrom 17.400 Nm³/h. Die Abgasfeuchte lag über dem Meßbereich des Gerätes, das Abgas war damit wasserdampfgesättigt.

Die Meßstelle befand sich in etwa 4 m Höhe. Für die Dauer der Messungen wurde eine Plattform auf dem Dach des Meßcontainers errichtet. Erste Messungen zur Vorerhebung von Schadstoffkonzentrationen im Reingas nach dem Biofilter wurden mittels Diffusionssammlern durchgeführt.

Erfasste Komponenten und Meßmethoden:

Kontinuierliche Messungen:

CO.....	nicht-dispersives Fotometer-Prinzip mit Zweitstrahl-Wechsellicht-Methode im IR/UV-Spektralbereich in Anlehnung an VDI 2459 Bl. 6
CO ₂	nicht-dispersives Fotometer-Prinzip mit Zweitstrahl-Wechsellicht-Methode im IR/UV-Spektralbereich in Anlehnung an VDI 2459 Bl. 6
O ₂	paramagnetischer Detektor
Gesamtkohlenstoff	Flammenionisationsdetektion nach VDI 3481 Bl. 1
Abgastemperatur.....	Ni-Cr-Ni- Element
Abgasgeschwindigkeit...	Flügelradanemometer

Diskontinuierliche Probenahmen:

Schwermetalle/Staubgehalt

..... Filterkopfgerät mit nachgeschaltetem Planfilter nach VDI 3868 Bl. 1, isokinetische Teilstromentnahme

Hg Filterkopfgerät mit nachgeschaltetem Planfilter nach VDI 3868 Bl. 2 (Vorentwurf), isokinetische Teilstromentnahme

PAH..... gekühlte Sonde Methode nach VDI 3499 Bl.2, isokinetische Teilstromentnahme

Phthalate/Chlorbenzole .gekühlte Sonde Methode in Anlehnung an VDI 3499 Bl.2, isokinetische Teilstromentnahme

Ammoniak Probenahme in Anlehnung an VDI 2461, Bl. 2

VOC, Ketone. Sorption auf Aktivkohle mit Kondensatfalle

Aldehyde Sorption auf DNPH-Kartuschen mit Kondensatfalle

FCKW Probenahme in TEDLAR-Beutel mittels Membranpumpe

Erste Messungen zur Vorerhebung von Schadstoffkonzentrationen im Reingas nach dem Biofilter 2 wurden mittels Diffusionssammlern (Typ ORSA) durchgeführt. Es handelt sich dabei um Aktivkohleröhrchen, in denen durch Diffusion eine Anreicherung flüchtiger organischer Komponenten erfolgt. Im Labor werden die angereicherten Substanzen eluiert und mittels Gaschromatographie analysiert. Es wurden drei Proben direkt auf dem Biofilter exponiert.

5 ERGEBNISSE

In den Kapiteln 6.2. bis 6.11. werden die Konzentrationen aller untersuchten Parameter zum angegebenen Probenahmezeitraum dargestellt. Angegeben werden die Gehalte des jeweiligen Schadstoffes im Rohgas, bezogen auf Normkubikmeter trockenes Gas, bei Meßbedingungen, die in der Tabelle in Kap.6.1 angegeben sind. Die Schadstoffgehalte wurden jeweils in Frachten (Masse/Stunde bzw. Masse/Tonne behandeltem Abfall) umgerechnet.

5.1 Übersicht Probenahme

	von	bis	Messung	V _{Rohgas}	V _{N,Rohgas}	C ²⁾	Input _{Abfall}	T _{Rohgas}	CO _{Rohgas}	CO _{Rohgas}	CO _{2, Rohgas}	CO _{2, Rohgas}	O _{2, Rohgas}
				m/s	Nm ³ /h ¹⁾	mg/m ³	t/h	°C	Vol. %	mg/Nm ³	Vol. %	mg/Nm ³	Vol. %
13.05.1998	12:00	12:30	Hg - 1	8,9	21089	183	2,6	51,3	0,005	59,6	1,2	24298	19,5
	13:25	13:55	Hg - 2	8,8	20719	171	2,6	50,7	0,005	58,1	1,2	23375	19,5
	15:25	15:55	SM - 1*	7,9	18696	177	2,6	50,5	0,004	53,5	1,3	24573	19,4
	16:40	17:10	SM - 2	7,9	18545	198	2,6	50,0	0,004	51,6	1,3	24632	19,2
	17:53	17:56	Ald - 1***	8,0	16157	199	2,6	49,8	0,004	48,6	1,2	24416	19,3
	17:58	18:01	Ald - 2	7,8	15753	198	2,6	49,8	0,004	48,6	1,2	24122	19,4
	18:06	18:11	Ald - 3	7,8	15315	195	2,6	49,7	0,004	48,8	1,2	24239	19,5
	18:16	18:21	Ald - 4	7,8	15315	195	2,6	49,8	0,004	49,9	1,2	24495	19,5
	18:24	18:34	Ald - 5	7,7	15551	198	2,6	49,5	0,004	47,8	1,2	24338	19,4
	18:38	18:48	Ald - 6	7,8	14901	206	2,6	49,5	0,004	48,0	1,3	24947	19,4
	18:52	19:07	Ald - 7	7,4	14530	206	2,6	49,6	0,004	48,9	1,3	25045	19,4
19:10	19:25	Ald - 8	7,3	14604	200	2,6	49,6	0,004	48,4	1,3	25104	19,4	
14.05.1998	11:47	12:17	NH ₃ - 1	7,6	17743	192	2,6	47,9	0,003	42,1	1,2	22825	19,8
	12:21	12:51	NH ₃ - 2	7,7	17526	206	2,6	48,2	0,005	61,5	1,4	26636	19,6
	12:53	13:23	NH ₃ - 3	7,7	17218	209	2,6	47,8	0,004	54,5	1,3	25909	19,6
	10:15	13:15	Phthalat - 1	7,6	17769	195	2,6	48,5	0,004	50,5	1,3	25182	19,7
	13:35	16:35	Phthalat - 2	8,0	18394	211	2,6	46,6	0,003	37,6	1,2	24004	19,6
	17:00	19:15	Dioxin - 1	7,9	18248	217	2,6	47,1	d	d	1,4	27029	19,5
	16:20	16:25	VOC - 1**	7,8	17785	201	2,6	46,6	d	d	1,2	24416	19,5
	16:27	16:32	VOC - 2	7,9	18013	201	2,6	46,5	d	d	1,2	24514	19,5
	16:34	17:04	VOC - 3	8,0	18242	205	2,6	46,7	d	d	1,3	25182	19,5
	17:08	17:38	VOC - 4	8,0	18047	210	2,6	47,0	d	d	1,3	25752	19,4
17:42	18:42	VOC - 5	7,9	18460	218	2,6	47,0	d	d	1,4	26970	19,5	
18:44	19:01	VOC - 6	7,9	18666	225	2,6	47,6	d	d	1,5	28718	19,5	
15.05.1998	9:30	11:47	Dioxin - 2	7,4	17425	193	2,6	53,4	0,007	93,1	1,7	34218	19,0
Mittelwert				7,9	17388	200	2,6	48,8	0,004	52,8	1,3	25398	19,5

* SM...Schwermetalle

***Ald...Aldehyde

1)Normvolumen bezogen auf 0°C, 1013,25 hPa

** VOC...Alkane etc.

dGerätedefekt

2)Gesamtkohlenstoff

5.2 Staub

Die Bestimmung der Staubmasse erfolgte lt. VDI 3868 Bl.1+2 mit einem Filterkopfgerät mit nachgeschaltetem Planfilter im Rahmen der Quecksilber- und Schwermetallprobenahmen. Es konnten dabei auf keiner der Filterhülsen und Planfilter Staubgehalte über der Nachweisgrenze (ca. 5 mg/m³) festgestellt werden.

5.3 VOC

	14.05.1998								
	Probe 1			Probe 2			Probe 3		
	16:34 - 17:04			17:08 - 17:38			17:42 - 18:42		
	mg/Nm ³	g/h	g/t Input	mg/Nm ³	g/h	g/t Input	mg/Nm ³	g/h	g/t Input
Alkane									
Cyclohexan	0,06	1,1	0,4	0,06	1,1	0,4	0,04	0,7	0,3
n-Heptan	0,05	0,9	0,3	0,07	1,3	0,5	0,03	0,6	0,2
n-Oktan	0,05	0,9	0,3	0,06	1,1	0,4	0,04	0,7	0,3
n-Nonan	0,1	2,6	1,0	0,1	2,5	1,0	0,1	1,8	0,7
n-Dekan	0,5	9,3	3,6	0,5	8,1	3,1	0,4	6,8	2,6
n-Undekan	0,5	9,1	3,5	0,5	9,4	3,6	0,5	9,0	3,5
n-Dodekan	0,2	2,9	1,1	0,2	3,1	1,2	0,2	3,3	1,3
Terpene									
Campher	1,1	20,4	7,8	1,1	20,4	7,8	1,1	20,9	8,0
α-Pinen	1,2	21,5	8,3	1,1	19,1	7,3	1,1	19,4	7,4
β-Pinen	1,4	25,2	9,7	1,2	22,4	8,6	1,3	23,6	9,1
Limonen	18,5	338	130	18,4	332	127	17,7	327	125
Aromaten									
Benzol	0,03	0,5	0,2	0,04	0,7	0,3	0,02	0,4	0,1
Toluol	0,3	4,7	1,8	0,2	4,0	1,5	0,2	3,5	1,3
Ethylbenzol	0,1	1,8	0,7	0,08	1,4	0,6	0,07	1,3	0,5
m-,p-Xylol	0,2	3,8	1,5	0,2	3,6	1,4	0,2	3,0	1,1
o-Xylol	0,09	1,6	0,6	0,1	1,8	0,7	0,06	1,1	0,4
Styrol	0,05	0,9	0,3	0,06	1,1	0,4	0,05	0,9	0,4
Chlorbenzole									
Chlorbenzol	<0,02	< 0,4	< 0,1	n.n.	n.n.	n.n.	<0,02	< 0,4	< 0,1
1,3-Dichlorbenzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,4-Dichlorbenzol	0,03	0,5	0,2	0,03	0,5	0,2	0,02	0,4	0,1

5.4 Acetate und Ketone

	14.05.1998								
	Probe 1			Probe 2			Probe 3		
	16:20 - 16:25			16:27 - 16:32			17:08 - 17:38		
	mg/Nm ³	g/h	g/t Input	mg/Nm ³	g/h	g/t Input	mg/Nm ³	g/h	g/t Input
Acetate									
n-Butylacetat	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<0,1	< 2,2	< 0,8
iso-Butylacetat	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
tert. Butylacetat	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	<0,1	< 2,2	< 0,8
Ethylacetat	1,1	19,9	7,6	<0,7	< 13,0	< 5,0	0,4	7,4	2,8
Ketone									
Aceton	4,5	79,5	30,5	6,3	114	43,7	6,4	115	44,0
2-Butanon	20,8	370	142	27,5	495	190	26,2	472	181
2-Hexanon	<0,3	< 5,7	< 2,2	<0,7	< 11,7	< 4,5	<0,1	< 2,0	< 0,8

5.5 CKW

14.05.1998						
Probe 1				Probe 2		
16:20 - 16:25				16:27 - 16:32		
aliphat. CKW	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	mg/h	mg/t Input	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	mg/h	mg/t Input
Dichlormethan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2-Dichlorethen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,2-Dichlorethan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1,1,1,-Trichlorethan	25,6	455	174	15,1	272	104
Trichlormethan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Tetrachlormethan	80,6	1434	550	58,3	1051	403
Trichlorethen	7,0	124	47,5	<5,8	< 105	< 40,3
Tetrachlorethen	<3,2	< 57,6	< 22,1	n.n.	n.n.	n.n.

5.6 Schwermetalle

13.5.1998						
Probe 1				Probe 2		
15:25 - 15:55				16:40 - 17:10		
Schwermetalle	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	mg/h	mg/t Input	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	mg/h	mg/t Input
As	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hg *	0,5	11,0	4,2	0,5	10,8	4,1
Cd	< 0,003	< 0,06	< 0,02	0,02	0,4	0,1
Pb	< 0,03	< 0,6	< 0,2	0,07	1,3	0,5
Cu	< 0,08	< 1,5	< 0,6	0,2	3,7	1,4
Mn	< 0,08	< 1,5	< 0,6	0,3	5,6	2,1
Ni	0,2	3,7	1,4	0,3	5,6	2,1

* Getrennte Probenahme für Quecksilber

5.7 FCKW

14.05.1998			
Durchsatz [t/h]: 2,6			
Probe 1			
9:01 - 9:06			
FCKW	mg/m ³	g/h	g/t Input
R11 Trichlorfluormethan	n.n.	n.n.	n.n.
R12 Dichlordifluormethan	n.n.	n.n.	n.n.
R21 Dichlorfluormethan	n.n.	n.n.	n.n.
R113 1,1,2 Trichlortrifluorethan	n.n.	n.n.	n.n.
R114 1,2 Dichlortetrafluorethan	n.n.	n.n.	n.n.

5.8 Aldehyde

13.5.1998									
	Probe 1			Probe 2			Probe 3		
	17:53 - 17:56			17:58 - 18:01			18:16 - 18:21		
Aldehyde	mg/Nm ³	g/h	g/t Input	mg/Nm ³	g/h	g/t Input	mg/Nm ³	g/h	g/t Input
Formaldehyd	<0,02	< 0,3	< 0,1	<0,02	< 0,3	< 0,1	<0,02	< ,3	< 0,1
Acetaldehyd	1,2	19,1	7,3	1,2	19,1	7,3	1,2	18,7	7,2
Propionaldehyd	0,1	1,8	0,7	0,1	1,6	0,6	0,1	1,5	0,6
Valeraldehyd	0,3	4,8	1,9	0,3	5,2	2,0	0,4	5,4	2,1

5.9 PAH

14. / 15.5.1998						
	Probe 1			Probe 2		
	14.05. 17:00 - 19:15			15.05. 9:30 - 11:47		
PAH	ng/Nm ³	mg/h	mg/t Input	ng/Nm ³	mg/h	mg/t Input
Naphthalin	16665	304	117	14787	258	98,8
Acenaphthylen	1227	22,4	8,6	1307	22,8	8,7
Acenaphthen	9925	181	69,5	5513	96,1	36,8
Fluoren	7111	130	49,8	4355	75,9	29,1
Phenanthren	3653	66,7	25,6	1697	29,6	11,3
Anthracen	320	5,8	2,2	221	3,9	1,5
Fluoranthen	1629	29,7	11,4	852	14,8	5,7
Pyren	1095	20,0	7,7	629	11,0	4,2
Benz(a)anthracen	332	6,1	2,3	325	5,7	2,2
Triphenylen	220	4,0	1,5	247	4,3	1,7
Benz(b)fluoranthen	287	5,2	2,0	183	3,2	1,2
Benz(k)fluoranthen	243	4,4	1,7	183	3,2	1,2
Benz(e)pyren	19,0	0,3	0,1	11,0	0,2	0,1
Benz(a)pyren	247	4,5	1,7	237	4,1	1,6
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	293	5,3	2,1	239	4,2	1,6
Benz(a,h)anthracen	428	7,8	3,0	294	5,1	2,0
Benzo(g,h,i)perylen	277	5,1	1,9	214	3,7	1,4
Summe	43971	802	308	31294	545	209

5.10 Chlorbenzole

	14.05.98					
	Probe 1			Probe 2		
	10:15 - 13:15			13:35 - 16:35		
	ng/Nm ³	µg/h	µg/t Input	ng/Nm ³	µg/h	µg/t Input
Chlorbenzole						
1,3,5 Trichlorbenzol*	10 - 60	178-1066	68-409	10 - 70	184-1288	71-494
1,2,4,Trichlorbenzol +	500	8884	3407	540	9933	3809
1,2,3-Trichlorbenzol +	130	2310	886	140	2575	988
1,2,3,5 Tetrachlorbenzol	6,0	107	40,9	4,0	73,6	28,2
1,2,4,5 Tetrachlorbenzol	7,0	124	47,7	7,0	129	49,4
1,2,3,4 Tetrachlorbenzol	16,0	284	109	13,0	239	91,7
Pentachlorbenzol	29,0	515	198	23,0	423	162
Hexachlorbenzol	87,0	1546	593	69,0	1269	487

* qualitativ, die große Bandbreite für die Werte von 1,3,5 Trichlorbenzol kommt durch erhebliche Meßunsicherheiten zustande

+ halbquantitativ

5.11 Phthalate

	14.05.98					
	Probe 1			Probe 2		
	10:15 - 13:15			13:35 - 16:35		
	µg/Nm ³	mg/h	mg/t Input	µg/Nm ³	mg/h	mg/t Input
Phthalate						
Di-methyl-phthalat*	3,6	64,0	24,5	2,9	53,3	20,5
Di-ethyl-phthalat	0,8	14,2	5,5	1,1	20,2	7,8
Di-butyl-phthalat	0,4	7,1	2,7	0,7	12,9	4,9
Benzyl-butyl-phthalat	< 0,2	< 3,6	< 1,4	< 0,2	< 3,7	< 1,4
Di-ethylhexyl-phthalat	0,8	14,2	5,5	0,4	7,4	2,8
Di-octyl-phthalat	< 0,2	< 3,6	< 1,4	< 0,2	< 3,7	< 1,4

* halbquantitativ

5.12 Vorerhebung ausgewählter organischer Komponenten mittels Diffusionssammlern auf dem Biofilter

	13.05. - 18.05.1998, Biofilter								
	Probe 1			Probe 2			Probe 3		
	13.5. 15:02 - 18.5. 17:28			13.5. 15:00 - 18.5. 17:26			13.5. 14:58 - 18.5. 17:24		
	µg/m ³	mg/h	mg/t Input	µg/m ³	mg/h	mg/t Input	µg/m ³	mg/h	mg/t Input
Alkane									
Cyclohexan	7,3	127	48,7	7,1	123	47,3	8,3	144	55,3
n-Heptan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
n-Oktan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
n-Nonan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
n-Dekan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
n-Undekan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
n-Dodekan	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Terpene									
Campher	10,6	184	70,7	12,6	219	84,0	8,0	139	53,3
a-Pinen	24,6	428	164	21,1	367	141	19,1	332	127
b-Pinen	17,2	299	115	14,7	256	98,0	10,2	177	68,0
Limonen	96,4	1676	643	81,3	1414	542	73,2	1273	488
Aromaten									
Benzol	4,4	76,5	29,3	4,2	73,0	28,0	4,6	80,0	30,7
Toluol	23,1	402	154	19,8	343	132	26,6	463	177
Ethylbenzol	6,3	110	42,0	5,5	95,6	36,7	< 5,2	< 90,4	< 34,7
m-,p-Xylol	11,1	193	74,0	10,0	174	66,7	9,7	169	64,7
o-Xylol	6,8	118	45,3	< 0,5	< 8,7	< 3,3	5,0	86,9	33,3
Styrol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Chlorbenzole									
Chlorbenzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,3-Dichlorbenzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,4-Dichlorbenzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3-Trichlorbenzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 5,5	< 95,6	< 36,7
1,2,4-Trichlorbenzol	19,4	337	129	10,4	181	69,4	12,7	221	84,7
Acetate									
n-Butylacetat	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
iso-Butylacetat	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
tert. Butylacetat	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Ethylacetat	43,1	749	287	34,3	596	229	98,4	1711	656
Ketone									
Aceton	34,0	591	227	16,9	294	112,7	n.n.	n.n.	n.n.
2-Butanon	411	7138	2737	318	5536	2123	168	2925	1122
2-Hexanon	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

6 AUSBLICK

Das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie bearbeitet zur Zeit gemeinsam mit dem Umweltbundesamt ein Projekt über Technologien und Konzepte der Abluftreinigung bei mechanisch-biologischen Anlagen zur Vorbehandlung von Restmüll. In dieses Projekt werden unter anderem die Ergebnisse dieser Publikation, die Erfahrungen aus den Messungen von Abluftemissionen bei mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen und Erfahrungen aus Deutschland (z.B. BMBF-Verbundvorhaben) einfließen. Das geplante Projekt wird sowohl theoretische Arbeiten (Emissionen, Technologie, etc.) als auch praktische Arbeiten (Messungen, Technologiebetrachtungen, etc.) zur Thematik der Emissionen aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung beinhalten.

Durch das Projekt des BMUJF mit dem UBA sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Parameter sind in der Abluft aus mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen relevant und daher zu messen?
- Welche Emissionsgrenzwerte sind für diese Parameter festzulegen?
- Welche Konzepte (Ablufferfassung, Abluftführung, Teilstrombehandlung etc.) und welche Abluftreinigungstechnologien sind zur Einhaltung dieser Emissionsgrenzwerte erforderlich?

Aus den Ergebnissen des Projekts des BMUJF mit dem UBA sollen Anforderungen abgeleitet werden können, die in eine gesetzliche Rahmenbedingung für die mechanisch-biologische Abfallbehandlung Eingang finden.

7 LITERATUR

ANGERER T., (1997): „Stand der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung vor der Deponierung (MBRVD) in Österreich“, Diplomarbeit am Institut für Entsorgungs- und Depo- niertechnik, Montanuniversität Leoben.

LAHL U., SCHEIDL K. et al., (1998): „Abluftemissionen aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in Österreich“ Monographie Band 104 des Umweltbundesamtes.

MOSTBAUER P. et al., (1998): „Grundlagen für eine technische Anleitung zur mechanisch- biologischen Vorbehandlung von Abfällen“, Umweltbundesamt Wien, UBA-Report R-151.

8 ANHANG - PROBENAHMEGERÄTE

Tabelle 2 Eingesetzte Geräte und Probenahmehilfsmittel

Komponente/Gerät	Bezeichnung	Hersteller
Beheizter Filter (f. O ₂ , CO/CO ₂ und C)		Leybold Heräus/TESTA
Beheizte Leitung (f. O ₂ , CO/CO ₂ und C)		Leybold Heräus/TESTA
O ₂	Oxynos	Leybold Heräus
CO/CO ₂	Binos	Leybold Heräus
Meßgaskühler		Leybold Heräus
Gesamtkohlenstoff	TESTA 123	TESTA
Datenerfassung	Starlog	UNIDATA
Analogschreiber	Rikadenki R56	Rikadenki
Lufttemperatur und - feuchte	Thermohygrograph	Kroneis
Luftdruck	Barograph	Kroneis
Rauchgasgeschwindigkeit	Mod. 452	Testoterm
"-" temperatur	Mod. 452	Testoterm
"-" feuchte	Mod. 452	Testoterm
Filterkopfgerät mit Planfilter (VDI 3868)		Gothe
Gekühlte Sonde Apparat (VDI 3499, Bl.2)		Gothe
Waschflaschen, Verbindungsteile	Duranglas	Schott
Waschflaschen, Verbindungsteile	Quarzglas	
Anschlußflansche	(Eigenbau)	Umweltbundesamt
Chemikalien		
Absorptionsl. Dioxin/PCB	Ethylenglykol	Merck
Reinigungsmittel	Aceton/Toluol	Merck
Absorptionsl. Hg lt. VDI 3868 Bl.2	KMnO ₄ in H ₂ SO ₄	Merck
Absorptionsl. SM lt. VDI 3868 Bl. 1	HCl/HNO ₃ in H ₂ O _{reinst}	Merck
Reinigungsl. Hg lt. VDI 3868 Bl.2	HNO ₃ in H ₂ O _{reinst}	Merck
Reinigungsl. SM lt. VDI 3868 Bl.1	HNO ₃ in H ₂ O _{reinst}	Merck
Absorptionsl. Phthalate	H ₂ SO ₄ /H ₂ O _{reinst}	Merck