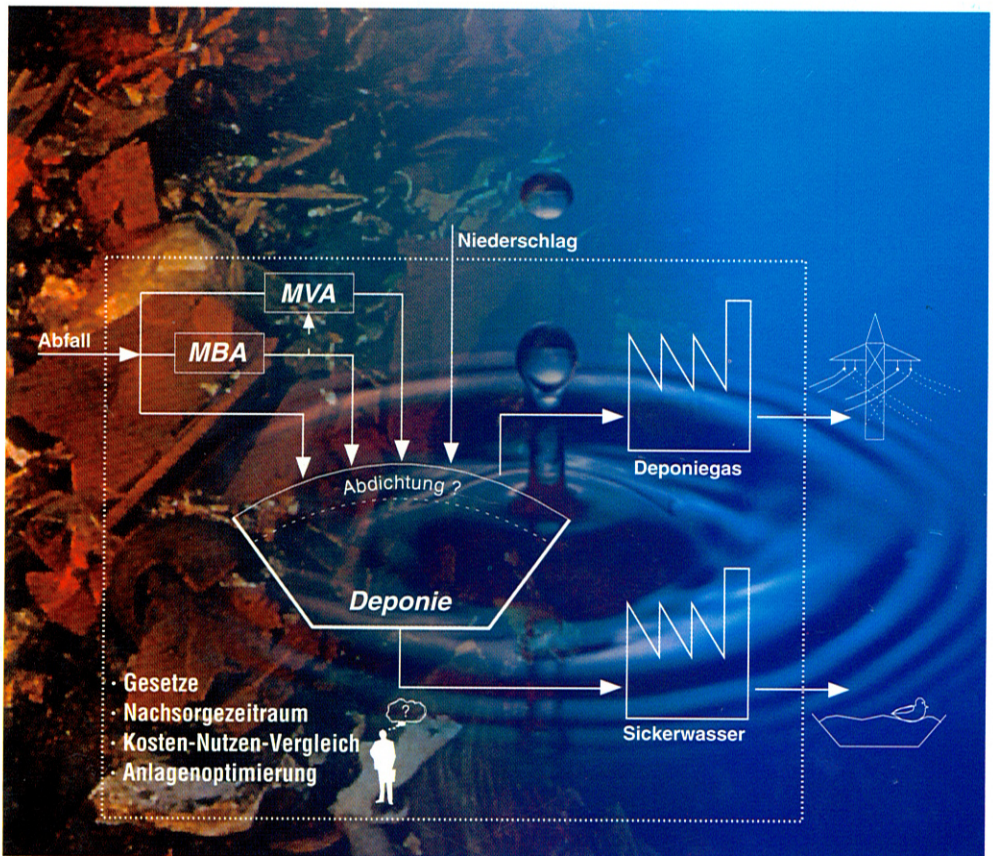


Tagungsband zur 1. Aachener Tagung mit dem Thema

Ist die Nachsorgephase vor dem Hintergrund der Sickerwasserreinigung und Deponiegasverwertung ein wirtschaftlich kalkulierbares Risiko ?!?

– Stand der Technik 1998/99 –
– Zukünftige Entwicklungstendenzen –

Herausgeber: M. Merten, Ch. Meul, J.St. Kollbach



Wissenschaftliche Leitung: Prof. Rautenbach,
Prof. Rettenberger, Dr. Kollbach

Veranstalter:

Enviro Consult GmbH

Fachbeitrag Nr. 6

„Abfallwirtschaftliche Anlagen in Österreich“

Inhaltsübersicht

1	Einleitung und rechtliche Rahmenbedingungen.....	2
2	Beschreibung der österreichischen Sickerwasserreinigungsanlagen (SRA)	6
2.1	Physikalische Aufbereitung mit Umkehrosmose	7
2.2	Membranbioreaktoren - Umkehrosmose.....	13
2.3	Biologie - Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption	15
2.4	Biologische Aufbereitung: Containerbiologie	16
2.5	Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption	17
3	Detaillierte Vorstellung zweier Abfallwirtschaftszentren (AWZ) der A.S.A Abfall Service Austria.....	19
3.1	A.S.A. Abfallservice Halbenrain GesmbH & Co Nfg KG, 8492 Halbenrain 147	19
3.2	ENTSORGA EntsorgungsgesmbH Nfg K, G9121 Tainach, Höhenbergen 41	27
4	Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung in Österreich.....	29
4.1	Inhalte des Entwurfes für eine „TA MBA“	30
4.2	Zwischenergebnisse eines Pilotversuches zur mechanisch-biologischen Abfallbehandlung	33
5	Literatur	39

Autoren:

Dr.-Ing. Bernhard Mayr
 EnviCare®
 Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik
 Plüddemanngasse 54
 A-8010 Graz
 Österreich
 Tel.: +43 316 483 222 0, Fax: DW 48
 e-mail: mayr.envicare@aon.at

Dipl.-Ing. Robert Rothschedl
 A.S.A. Abfall Service Halbenrain
 A-8492 Halbenrain 147
 Österreich
 Tel.: +43 3476 3260-0, Fax: -6

„Abfallwirtschaftliche Anlagen in Österreich“

1 Einleitung und rechtliche Rahmenbedingungen

Die österreichische Abfallwirtschaft hat in den letzten beiden Jahrzehnten eine lebhafte Entwicklung erlebt. Das Ziel einer umweltverträglichen Abfallentsorgung unter den Grundsätzen „Vermeiden vor Verwerten und Entsorgen“ wurde durch das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 1990) festgeschrieben, das fordert, daß

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

Durch zahlreiche Verordnungen auf Basis dieses Gesetzes sollen diese „hohen“ Ziele in der Realität des wirtschaftlichen Wettbewerbes erreicht werden. Dieser auch im kommunalen Bereich vorwiegend freie Wettbewerb stellt aus der Sicht der Autoren einen gravierenden Unterschied zur Situation in Deutschland dar. Nachstehend werden unter anderem die Auswirkungen der Deponieverordnung (DeponieV, 1996) beschrieben, da in diesem Regelwerk die Basis für die Realisierung der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung gestaltet wurde. Darin ist folgendes ausgedrückt:

„Verfahrenstechnische Kombination mechanischer und biologischer Prozesse, zum weitestmöglichen Abbau von organischen Substanzen in dem geeigneten Material; die Abfälle zeichnen sich durch eine Verringerung von Volumen, Wasser und Gasbildungspotential aus.“

Abfälle aus dieser Behandlung dürfen, wenn der aus der Trockensubstanz bestimmte obere Heizwert unter 6.000 kJ/kg liegt (unabhängig vom TOC) auf eine für die Übernahme derartiger Materialien geeigneten und genehmigten Deponie verbracht werden. Die anderen Abfälle mit einem Anteil an organischem Kohlenstoff (TOC) von mehr als fünf Massenprozent sind von der Deponierung ausgeschlossen.

Diese Regelungen gelten für neu zu genehmigende Deponien (gemäß AWG) unmittelbar und haben durch die Wasserrechtsgesetznovelle Deponien (1997) ab dem Jahr 2004 auch für bestehende, wasserrechtlich genehmigte Anlagen Gültigkeit. Abfälle mit einem höheren Heizwert müßten spätestens ab dem Jahr 2004 thermisch entsorgt werden. Dazu muß angemerkt werden, daß derzeit diese Müllverbrennungsanlagen zumeist noch nicht vorhanden sind und zum Teil noch nicht einmal das Genehmigungsverfahren eingeleitet wurde. Mit Kenntnis der Dauer von Umweltverträglichkeitsprüfungen in Österreich sind Zweifel an der Umsetzung der gesetzlichen Forderungen schon jetzt mehr als begründet.

Andererseits haben sich die Mülldeponien mittlerweile in mehreren Fällen zu modernen Abfallwirtschaftszentren gemausert. Große Anlagen werden in den Bundesländern im Regelfall von privaten Betreibern (meist mit ausländischer Kapitalbeteiligung) geführt. Einige Abfallwirtschaftsverbände führen nach wie vor unabhängig regionale Entsorgungszentren.

In Bezug auf die Sickerwasserreinigung stellt sich die Situation wie folgt dar: Österreich hat mit der Wasserrechtsgesetznovelle (WRG-N) 1990 und der daran anknüpfenden Emissionsverordnung (EmV) 613 „Begrenzung von Sickerwasseremissionen aus Abfalldeponien“, herausgegeben im September 1992, eine auch in Bezug auf die vorgeschriebenen Grenzwerte ähnliche Gesetzgebung wie die BRD erlassen und eine Anpassungspflicht der Deponiebetreiber ausgelöst (Hefler, 1993).

Verfahren	Anlagen	Betriebsjahre
Biologie: konventionell	2	8
Biologie mit Filtration	4	11
Umkehrosiose	9	29
Aktivkohle	3	10
Oxidation	0	0
Verdampfung	0	0
Trocknung	0	0
Fällung/Flockung	3	14

EnviCare®
B. Mayr

Stand der Sickerwasserreinigung
Österreich: Mitte 1998

Tab. 1

Gemäß WRG-N, §33c „Sanierung von Altanlagen“ müssen Deponien, die mit einer Sickerwassererfassung ausgestattet sind, innerhalb von zwei Jahren ab Erlass der

Verordnung ein Sanierungsprojekt zur Anpassung an den „Stand der Technik“ der Behörde vorlegen. Folgende Grundsätze sind dabei anzuwenden (AAEV, 1996):

- ⇒ minimale Einbringung von Abwasserinhaltsstoffen
- ⇒ Vorrang der Vermeidung von Abwasser
- ⇒ keine Verlagerung
- ⇒ wassersparende Technologien bei Produktionsverfahren
- ⇒ Behandlung am Ort der Entstehung des Abwassers
- ⇒ getrennte Erfassung - Vermischungsverbot

Die Fertigstellungsfrist ist in der EmV 613 mit fünf Jahren ab Erlass der Verordnung - also mit September 1997 - festgeschrieben (Hefler, 1993). Schätzungsweise werden derzeit ca. 60 Deponien in Österreich betrieben, bei allen nicht in **Tab. 2** genannten Anlagen wird das SIWA in eine Kanalisationsanlage abgeleitet.

Anlage	Bundesland	Konzeption	Einleitung
Gasselsdorf	Steiermark	DT-UO (2-stufig)	direkt
Ahrental	Tirol	UO (2) - HDUO - Konz	direkt
Riederberg	Tirol	BIO (außer Betrieb) UO (2) - HDUO - Konz	indirekt
Roppen	Tirol	UO (2) - HDUO - Konz	direkt
Hettegger	Salzburg	UO (2)	direkt
Kröpfel	Oberösterreich	DT-UO (2)	indirekt
Paulisturz	Steiermark	BIO - MF - UO (1)	direkt
Halbenrain	Steiermark	BIO - MF - UO (2)	direkt
Purgstall	Niederösterreich	BIO - MF - UO(2)	direkt
St. Martin	Oberösterreich	BIO - Fä/FI - AK	direkt
Tainach	Kärnten	BIO - SF -AK	indirekt
Stockerau	Niederösterreich	BIO - SF	?
AMAG	Oberösterreich	Fä - PK	direkt
ABRG	Kärnten	Fä/FI - KFP	direkt
Hehenberg	Oberösterreich	AK (außer Betrieb), jetzt Entsorgung über CP-Anlage	extern

Abkürzungen: UO Umkehrosmose, HDUO Hochdruckumkehrosmose,
 BIO Biologie, MF Mikrofiltration,
 Fä Fällung, FI Flockung,
 AK Aktivkohle, KFP Kammerfilterpresse
 Konz Konzentratentsorgung SF Sandfilter

EnviCare® B. Mayr	Österr. Sickerwasserreinigungsanlagen	Tab. 2
----------------------	---------------------------------------	--------

Ein wesentliches Merkmal der WRG-N stellt das Eingreifen in bestehende Wasserrechte (Bescheide) dar, daher gilt die EmV 613 für alle Deponien, bei denen SIWA austritt.

Da die Wasserrechtsgesetzgebung zwar Bundessache ist, aber die Umsetzung im Rahmen der mittelbaren Bundesverwaltung dem Landeshauptmann obliegt, ergeben sich stark ausgeprägte regionale Differenzen im Vollzug.

Die EmV 613 gilt sowohl für Direkt- (d.h. in ein Gewässer), aber auch für Indirekteinleiter (d.h. in eine Kanalisation). Die Abweichung von Direkt- zu Indirektableitung ergibt sich in erster Linie bei den Parametern Stickstoff- und Sauerstoffbedarf. Diese sind jedoch auch im Fall der Indirekteinleitung streng limitiert, so daß im Regelfall auch hier eine Vorreinigungsanlage errichtet werden müßte. Eine „glückliche“ Fügung des Gesetzgebers hat jedoch dieser Mehrzahl der indirekteinleitenden Deponiebetreiber im Juli 1997 (also rechtzeitig vor Fristablauf im September!) einen Aufschub beschert, da die Gültigkeit aller Emissionsverordnungen vorübergehend aufgehoben wurde. Ob und wann mit der Beseitigung dieser gesetzlichen Ungleichbehandlung gerechnet werden kann, ist zum Zeitpunkt der Verfassung des Manuskriptes unklar.

Drei der österreichischen SRA's befinden sich in der Steiermark, nämlich Gasselsdorf (1992), Paulisturz (1993) und Halbenrain (1994), für die SRA Hartberg und SRA Frohnleiten laufen die Ausschreibungsverfahren (diese wurden zwar abgeschlossen, jedoch wurden aufgrund technischer und finanzieller Unsicherheiten die Errichtungsaufträge nicht vergeben). Oberösterreich sammelte die ersten Erfahrungen mit den Anlagen der Fa. Zellinger bei Aschach/Donau (1989), der Anlage der Deponie Hehenberg und der AMAG bei Ranshofen (1992). Seit 1995 wird das Sickerwasser der Deponie Kröpfel bei Attnang aufbereitet. In Tirol nahmen drei SRA's den Betrieb auf, i.e. Ahrental (1993), Riederberg (1994) und Roppen (1998). Zwei Anlagen reinigen SIWA in Niederösterreich bei der Deponie Purgstall (1994) und Stockerau (1997), zwei in Kärnten bei der ABRG in Arnoldstein (1994) und in Tainach (1997) und eine in Salzburg bei der Deponie Hettegger (1995).

Der Gesamtbedarf an SRA's liegt schätzungsweise bei etwa 20 größeren, d.h. > 4 m³/h Durchsatzleistung, und ca. 40 kleinen Anlagen. Somit ergibt sich, daß trotz Ablauf der Sanierungsfrist im Jahr 1997 erst ein Realisierungsgrad von ≈ 27 % erreicht worden ist. Dabei ist zudem noch anzumerken, daß nicht alle existierenden Anlagen tatsächlich die geforderten Grenzwerte zuverlässig einhalten, dies trifft insbesondere auf die Anlagen der AMAG, der ABRG, der Deponie Hehenberg und der Deponie Zellinger zu, da der in der Emissionsverordnung festgelegte Emissions-

grenzwert für Direkteinleitung von 50 mg/l mit den installierten Verfahren über repräsentative Zeiträume nicht gesichert eingehalten werden kann. Werden diese Anlagen ausgeklammert, verringert sich der Umsetzungsgrad auf $\approx 20\%$.

2 Beschreibung der österreichischen Sickerwasserreinigungsanlagen (SRA)

In **Tab. 3** sind die Anlagenbauer, Betreiber und das Inbetriebnahmejahr der österreichischen SRA's angeführt. Im folgenden werden die Betriebserfahrungen der einzelnen Anlagen diskutiert, wobei vergleichbare Verfahrenstechniken in Unterkapiteln zusammengefaßt werden. Die Beschreibung erfolgt subjektiv und nach Wissenstand aus der Sicht des Autors.

Anlage	Anlagenbauer	Betreiber	Inbetriebnahmejahr
Gasselsdorf	ROCHEM	ROTREAT (für Judenburg)	1992
Ahrental	ROCHEM	ROTREAT (für IRAB)	1993
Riederberg	ROCHEM	ROTREAT (für LOBBE-MTU)	1994
Roppen	ROCHEM	ROTREAT (für Abfallwirtschaftsverband)	1998
Hettegger	ASA Graz	Hettegger	1995
Kröpfel	ROCHEM	ROTREAT (für Kröpfel)	1995
Paulisturz	Hager & Elsässer	RMVG	1993
Halbenrain	ASA Graz	ASA Halbenrain	1994
Purgstall	ARGE AE&E, GWT	NUA	1994
St. Martin	örtl. Baufirma, Enviro-Chemie	Zellinger	1989
Tainach	GWT	Entsorga	1997
Stockerau	MUT	Gemeinde Stockerau	1997
AMAG	VAM	AMAG	1992
ABRG	ABRG	ABRG	1994
Hehenberg	örtl. Baufirma, Enviro-Chemie	BAV Griefßkirchen	?

EnviCare®
B. Mayr

Österr. Sickerwasserreinigungsanlagen
Anlagenbauer, Betreiber, Inbetriebnahme

Tab. 3

2.1 Physikalische Aufbereitung mit Umkehrosmose

Wie aus **Tab. 1** ersichtlich ist, wird dieses Verfahren am häufigsten eingesetzt. Folgende Gründe sind wahrscheinlich dafür maßgeblich:

- Schwermetall- und AOX-Grenzwerte für Direkt- und Indirekteinleitung
- die gesicherte Einhaltung des CSB-Grenzwertes im Fall der Indirekteinleitung mit 75 % biologischer Abbaubarkeit oder 200 mg/l mit Alternativverfahren zur Umkehrosmose ist technisch und finanziell zumindest ähnlich aufwendig
- Entfall der Kanaleinleitungsgebühr bei Direkteinleitung
- geringer Platzbedarf
- einfache In- bzw. Außerbetriebnahme, somit kann die Kapazität optimal an den jeweiligen Anfall angepaßt werden
- Konzentratrückführung ist in den meisten Fällen gestattet, allerdings mußte dies in mehreren Fällen aufgrund von örtlichen Gegebenheiten, wie z.B. Austritte von SIWA ins Grundwasser oder Geruchsbelästigungen, eingestellt werden.

In **Tab.4** sind die einzuhaltenden Grenzwerte in Österreich dargestellt.

2.1.1 Deponie Gasselsdorf

Konzept:

Speicherbecken: ca. 600 m³

2-stufige DT-Umkehrosmoseanlage mit Konzentratrückführung

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel: 35 m³/Tag

Energiebedarf: ca. 17 kWh/m³

Ableitung: Direkteinleitung in die Pöls

Grenzwerte: Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die SRA Gasselsdorf nahm 1992 den Betrieb auf und reinigt das SIWA der neu errichteten Deponie. Im Jahr 1996 wurde auf eine DT-UO umgerüstet. Ursprünglich war eine Wickelmodulumkehrosmose mit mehreren Vorfiltrationsschritten installiert. Die Konzentration an Schadstoffen stieg erst allmählich mit fortlaufender Schüttdauer an. Um den Anfall zu minimieren wurden die Schüttbereiche der Deponie anfänglich mit einem schwefelhaltigen Schaum abgedeckt, der das Eindringen von Regen verhindern sollte. Der gewünschte Effekt konnte allerdings nicht erzielt werden, jedoch machten sich schnell erhöhte Sulfidwerte im Zulauf bemerkbar, dies

verursachte die Bildung einer Schwefelbakterienkultur im Speicherbecken. Um die Anlage vor Verkeimung zu schützen, rüstete der AN einen Bandfilter nach.

		EINLEITUNGSART	
		DIREKT	INDIREKT
A.1. ALLGEMEINE PARAMETER			
1. Toxizität G_F	(a)	<3	keine biolog. Hemmung
2. Abfiltrierbare Stoffe		20 mg/l	keine Beeinträchtigung der Kanäle und Kläranlage
3. pH-Wert	(b)	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5
A.2. ANORGANISCHE PARAMETER			
4. Blei ber. als Pb		0,5 mg/l	0,5 mg/l
5. Cadmium ber. als Cd		0,1 mg/l	0,1 mg/l
6. Chromgesamt ber. als Cr		0,5 mg/l	0,5 mg/l
7. Kupfer ber. als Cu		0,5 mg/l	0,5 mg/l
8. Nickel ber. als Ni		0,5 mg/l	0,5 mg/l
9. Quecksilber ber. als Hg		0,01 mg/l	0,01 mg/l
10. Zink ber. als Zn		0,5 mg/l	0,5 mg/l
11. Ammonium ber. als N	(c)	10 mg/l	abh. von NH_3-N , T, pH
12. Ammoniak ber. als N		0,5 mg/l	20 mg/l
13. Chlorid ber. als Cl		durch G_F begrenzt	-
14. Nitrat ber. als N		35 mg/l	-
15. Sulfid ber. als S		0,5 mg/l	2 mg/l
A.3. ORGANISCHE PARAMETER			
16. Chem. Sauerstoffbedarf, CSB, ber. als O_2	(e)	50 mg/l	(f)
17. Biochem. Sauerstoffbedarf BSB_5 , ber. als O_2	(e)	10 mg/l	-
18. Adsorb. org. geb. Haologene (AOX) ber. als Cl		0,5 mg/l	0,5 mg/l
19. Summe der Kohlewasserstoffe,		5 mg/l	15 mg/l
20. Summe der flücht. aromat. Kohlenwasserstoffe, Benzol, Toluol, Xylol (BTX)	(g)	0,1 mg/l	0,5 mg/l

a.) Ökotoxikologischer Kennwert; im Rahmen der Fremdüberwachung gemäß § 4 Abs. 3 bei begründetem Verdacht oder konkretem Hinweis der fließgewässerschädigenden Wirkung einer Abwassereinleitung, nicht jedoch in der Eigenüberwachung gemäß § 4 Abs. 2 einzusetzen.

b.) Allenfalls durch NH_3-N und Temperatur begrenzt.

c.) Bzw. durch NH_3-N , Temperatur und pH-Wert begrenzt.

e.) Durch die Festlegungen für die Parameter BSB_5 und CSB erübrigt sich eine Festlegung für den Parameter gesamter org. geb. Kohlenstoffe.

f.) Die Einleitung von Sickerwasser ist nur zulässig, wenn ein biologischer Abbaugrad von mindestens 75% im Abbauteil nachgewiesen wird. Die Anforderung gilt nicht, wenn das Sickerwasser nach Vorbehandlung einen CSB-Gehalt von weniger als 200 mg/l aufweist.

g.) Verschreibung bei Sickerwasser aus Deponien gemäß § 1 Abs. 2 Z 2 oder 3 nicht erforderlich.

EnviCare [®] B. Mayr	Österreichische Grenzwerte: Emissionsverordnung 613 - BGBl. 207/1992	Tab. 4
----------------------------------	---	--------

Trotzdem verkeimte die Vorfiltration. Häufige Reinigungsintervalle und ein erhöhter Wartungsaufwand resultierten daraus.

Zudem konnte über längere Zeit der Sulfid-Grenzwert nicht eingehalten werden, wodurch auch das Permeat wieder auf die Deponie rückgeführt werden mußte. Besondere Probleme verursachte die Verarbeitung des in der Kompostierung anfallenden Abwassers aufgrund der starken Belastung mit organisch abbaubaren Substanzen.

Im Winter 1993/94 wurde die SRA über längere Zeiträume abgestellt, wodurch die Module der Wickelmodulumkehrosiose eingefroren sind. Im Frühjahr 1994 wurde eine Nanofiltrationstufe nachgerüstet, um den Reinigungsgrad zu verbessern.

Als generelles Problem der ursprünglichen Anlage muß die vielstufige Konzeption angesehen werden, da eine serielle Anordnung mehrerer Verfahrensstufen notwendigerweise eine Verminderung des Verfügbarkeitsgrades und einen erhöhten Wartungsaufwand zur Folge hat.

Ende 1996 wurde - wie zuvor erwähnt - die ursprüngliche Anlage schließlich stillgelegt und durch eine zweistufige DT-Umkehrosiose im Betreibermodell der Fa. ROTREAT ersetzt. Die Anlage läuft zufriedenstellend und die Grenzwerteinhaltung ist gesichert.

2.1.2 Deponie Ahrental

Konzept:

Speicherbecken: ca. 1.930 m³

DT-Umkehrosiose (2-stufig), DT-Hochdruckumkehrosiose, Konzentratentsorgung

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	80 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 12 kWh/m ³
Ableitung:	Vorfluter: Sill
Grenzwerte:	Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Der Betrieb erfolgt seit der Inbetriebnahme nach wie vor weitgehend unverändert, allerdings sanken die anfallenden Mengen aufgrund der Einstellung der Sickerwasser- bzw. Konzentratrückführung signifikant. Das Konzentrat wird mittlerweile zu den Entsorgungsbetrieben Simmering (EbS, Sonderabfallverbrennung) entsorgt.

2.1.3 Deponie Riederberg

Konzept:

Speicherbecken: ca. 2 * 1.000 m³

Beckenbiologie: 1995 außer Betrieb genommen

DT-Umkehrosmose (2-stufig), DT-Hochdruckumkehrosmose, Konzentratentsorgung

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	120 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 12 kWh/m ³
Ableitung:	Ableitung Abwasserkanal des Abwasserverbands Wörgl/Kirchbichl
Grenzwerte:	Indirekteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die festgelegten Grenzwerte für Indirekteinleitung von SIWA konnten mit einer rein biologischen Kläranlage nach dem SBR Verfahren nicht erreicht werden. Mit der Errichtung einer Umkehrosmoseanlage wurde diesem Umstand bereits im Herbst 1993 Rechnung getragen.

Anfangs wurde versucht, das biologisch vorbehandelte Abwasser weiterzureinigen. Allerdings wies die Klarphase der Einbeckenbiologie auch nach der Absetzperiode noch bedeutende Mengen an Mikroorganismen auf, so daß die UO-Anlage rasch verkeimte. Durch intensive Reinigungen konnte die Anlage wieder freigespült werden, allerdings wurde fortan das SIWA direkt verarbeitet.

Die Reinwasserausbeute dieser Anlage beträgt 75 - 80 % bezogen auf den SIWA-Input, wobei die Anlagenverfügbarkeit bei 98 % liegt! Das Konzentrat wird seit 1996 ebenfalls zur EbS entsorgt, einerseits da ein stetiger Anstieg der Leitfähigkeit als Folge der Konzentratrückführung festzustellen war und andererseits aufgrund von Geruchsproblemen im Deponiebetrieb.

Als Problem der Anlagenkonfiguration ist das im Vergleich zu den maximal anfallenden SIWA-Mengen zu klein dimensionierte Speicherbecken zu nennen. Die enormen Schwankungen im SIWA Anfall zwischen 20 und 400 m³/Tag werden bei einer zunehmenden Schütthöhe sicherlich vergleichmäßigt und sind momentan auf die geringe Pufferkapazität der Müllschüttung zurückzuführen.

2.1.4 Deponie Hettegger-St. Veit

Konzept:

Speicherbecken: 2 * 600 m³

Grobfilter - Sandfilter - Feinfilter - pH-Korrektur - Rohrmodul-Umkehrosmose - Wickelmodulumkehrosmose

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	ca. 30 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 15 kWh/m ³
Ableitung:	Ableitung in die Salzach
Grenzwerte:	Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Schon bei Veröffentlichung der Ausschreibung konnte eine Überschreitung der vorgegebenen Auslegungsparameter festgestellt werden.

In den ersten Betriebsmonaten stellte sich eine weitere Zunahme der SIWA-Konzentration ein. Dies wurde wahrscheinlich einerseits durch die Konzentratrückführung und andererseits durch die Umlagerung der Altlast bewirkt. Da die Kapazität der SRA zu Beginn den SIWA Anfall bei weitem überstieg, wurde sie regelmäßig über das Wochenende konserviert und stillgelegt.

Bereits während der Vergabephase Mitte 1994 stellte sich im SIWA-Speicher ein starkes Mikroorganismenwachstum ein. Der Speicher wurde zwar vor der Inbetriebnahme (IBN) gegen Jahresende vollständig entleert und gesäubert, es bildete sich aber rasch neuerlich ein Schwimmschlamm, der später sedimentierte. Schon kurz danach wurde ein Bewuchs des Sandfilters und eine Verkeimung der Feinfiltration erkennbar. Ebenso lag der Verdacht eines Mikroorganismenwachstums (Schwefelbakterien) auch in der zweiten UO-Stufe nahe, da die nötige Durchsatzleistung nur bei höherem Betriebsdruck und größerem Druckabfall in Durchströmungsrichtung der Module erreicht werden konnte.

Weitere Probleme ergaben sich durch die Konzentratrückführung, da der installierte Schluckbrunnen zu klein dimensioniert wurde. Abhilfe wurde durch das Anlegen von drei großen Konzentratteichen auf der Deponie geschaffen. Trotzdem konnte ein weiteres Ansteigen der Zulaufwerte, wahrscheinlich aufgrund eines Konzentratkurzschlusses registriert werden.

Ende März 1995 wurde ein Wechsel des Filterkieses und eine intensive Reinigung der UO Stufe 1 beschlossen. Nach erfolgter Spülung erreichte die SRA wieder

kurzfristig die Auslegungsleistung bezüglich Durchsatz, allerdings versagte die Rückhalteleistung der UO Stufe 1. Die Ursache konnte nicht eindeutig geklärt werden. Die Membranen waren zu erneuern.

Nach erfolgter Reparatur wurde die SRA wieder in Betrieb gesetzt, allerdings stiegen die Zulaufwerte zwischenzeitlich neuerlich an, so daß die Einhaltung der Grenzwerte Schwierigkeiten bereitet.

Zwischenzeitlich wurde vom Betreiber ein Membranwartungsvertrag mit der Fa. Stork abgeschlossen.

2.1.5 Deponie Kröpfel/Attnang-Puchheim

Konzept:

Speicherbecken: ca. 2.000 m³

2-stufige DT-Umkehrosmose mit Konzentratrückführung

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	50 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 15 kWh/m ³
Ableitung:	Kläranlage
Grenzwerte:	Indirekteinleitung

Betriebserfahrungen:

Die Anlage wird als Betreibermodell ähnlich wie die SRA's Riederberg und Ahrental geführt. Daher ist der Deponiebetreiber im Anlagenbetrieb nur mit der Konzentratrückführung konfrontiert.

Seit der Inbetriebnahme konnte noch keine Verschlechterung der Sickerwasserqualität aufgrund der Konzentratrückführung festgestellt werden.

2.1.6 Deponie Roppen/Tirol

Konzept: Speicherbecken: ca. 2.100 m³

DT-Umkehrosmose (2-stufig), DT-Hochdruckumkehrosmose mit Konzentratrückführung

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	20 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 15 kWh/m ³

Ableitung:	n.b.
Grenzwerte:	Direkteinleitung

Betriebserfahrungen:

Die Anlage wird als Betreibermodell ähnlich wie die SRA's Riederberg und Ahrental geführt. Daher ist der Deponiebetreiber im Anlagenbetrieb nur mit der Konzentratrückführung konfrontiert. Die SRA läuft seit April 1998, daher liegen bisher noch keine Langzeiterfahrungen vor.

2.2 Membranbioreaktoren - Umkehrosmose

Dem Nachteil der gegenüber reinen Umkehrosmoseanlagen deutlich höheren Betriebs- und Investkosten steht eine Schadstoffsenke (organischer Kohlenstoff, Stickstoff) im biologischen Anlagenteil gegenüber.

Diese Schadstoffsenke verhindert bei den genannten Anlagen eine rasche Verschlechterung der Sickerwasserqualität aufgrund der Konzentratrückführung. Eine Konzentratentsorgung mußte bei den Anlagen dieses Typs noch nicht nachgerüstet werden.

2.2.1 Paulisturz

Konzept: Speicherbecken: ca. 2 * 800 m³

Grobfilter - Biologie (Denitrifikation, Nitrifikation, Denitrifikation) - Mikrofiltration - DT-Umkehrosmose (1-stufig) - Konzentratrückführung

Nachrüstung: 3. Straße MF, Wickelmodul-UO

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	32 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 21 kWh/m ³
Ableitung:	Verrieselung über die Halde
Grenzwerte:	Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die SRA Paulisturz nahm 1993 den Betrieb auf. Sie reinigt das SIWA der neu errichteten Deponie am Erzberg/Paulisturz. Die Konzentration an Schadstoffen stieg erst allmählich an, so daß vorerst sinnvollerweise die biologische Stufe nicht in Betrieb genommen wurde. Diese wurde bis Mai 1994 umfahren und das SIWA direkt der UO zugeführt. Die Grenzwerte konnten bis zu dieser Zeit weitgehend problem-

los eingehalten werden, allerdings war nachfolgend ein Überschreiten des Sulfid-Grenzwerts festzustellen. Zudem begann das SIWA aber auch die gesamte SRA stark nach schwefelhaltigen Verbindungen zu stinken.

Mitte des Jahres 1994 wurde die Biologie in Betrieb gesetzt. Schon nach sechs Wochen adaptierte sich die eingesetzte Schlammkultur gut an das SIWA, das allerdings zu diesem Zeitpunkt noch gering belastet war.

Schon nach wenigen Wochen mußte erstmals die Mikrofiltrationsmembran ersetzt werden. Gegen Ende des Jahres 1994 versagten die MF-Membrane neuerlich, was ein Durchschlagen der absetzbaren Stoffe in die Umkehrosmose und den Tausch der Module zur Folge hatte. Seither werden andere Membranfabrikate in der Mikrofiltration eingesetzt.

Die Konzentration der Schadstoffe im SIWA stieg mit der Schüttdauer stetig an. Mit dieser erhöhten Belastung stellte sich im biologischen Anlagenteil eine starke Schaumbildung ein.

Mitte 1996 wurde die Membranfläche der Mikrofiltration um 50 % erhöht und die Umkehrosmose parallel zu den DT- Modulen mit Wickelmodulen nachgerüstet. Die großtechnische Eignung der UO-Wickelmodule, die einer Mikrofiltration nachgeschaltet sind, hatte sich mittlerweile bereits mehrjährig in Halbenrain gezeigt. Erst seit dieser Erweiterung können die anfallenden SIWA zur Gänze verarbeitet werden, die Permeatausbeute beträgt ca. 75 %.

2.2.2 Halbenrain

Diese Anlage wird detailliert im Kapitel 3.1 beschrieben.

2.2.3 Purgstall

Konzept: Speicherbecken: 860 m³
Grobfilter - Biologie (Denitrifikation, Nitrifikation, Nachklärbecken) - Mikrofiltration - pH-Korrektur - Rohrmodul-Umkehrosmose, Wickelmodulumkehrosmose
Nachrüstung: Verdoppelung der MF und UO

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	22,5 m ³ /Tag
	Erweiterung 1996: 60 m ³ /d
Energiebedarf:	ca. 45 kWh/m ³
Ableitung:	Ableitung in die Erlauf

Grenzwerte:

Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Im Juli 1994 wurde mit der IBN begonnen, die im August abgeschlossen werden konnte. Die IBN der einzelnen Stufen erfolgte sequentiell.

Ab November 1994 wurden steigende Nitratwerte im Zulauf der SRA registriert. Durch die gezielte Dosierung einer Kohlenstoffquelle wurden die Nitratkonzentrationen reduziert.

Die Permeatleistung der Mikrofiltration sank zeitweise unter den Auslegungswert, zumeist aufgrund einer Verblockung der Eintrittsöffnungen der Rohrmodule. Obwohl identische Mikrofiltrationsmembranen in der SRA Paulisturz schon nach kurzer Zeit versagten, ergeben sich in Purgstall keinerlei Probleme mit der Standfestigkeit.

Jedenfalls gewährleistet die auf Sicherheit bedachte Konzeption die zuverlässige Einhaltung der Grenzwerte. Die Ausbeute der UO beträgt 75%.

In dieser SRA werden auch SIWA von anderen Deponien aufbereitet. Die Konzentratrückführung führte infolge der Fremdsickerwässer zu einer hydraulischen Überlastung des Deponiekörpers, so daß sich Kurzschlußströme bildeten. Ein Teil der Konzentrate wird daher zur Zeit extern entsorgt.

2.3 Biologie - Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption

2.3.1 Deponie St. Martin, Fa. Zellinger

Konzept: Speicherbecken: ca. 2.500 m³
Grobfilter - Biologie (Denitrifikation, Nitrifikation, Absetzbecken) - Fällung/Flockung/ Abscheider - Aktivkohleadsorber (3-stufig)

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	ca. 85 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 2,2 kWh/m ³
Ableitung:	Ableitung in die Donau
Grenzwerte:	Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Der biologische Anlagenteil wurde schon 1989 errichtet, die Aktivkohlestufe im folgenden Jahr. Die Planung und Errichtung erfolgte noch vor Erscheinen der EmV

613. Durch die gewählte Konzeption ist die Einhaltung des CSB-Grenzwertes von 50 mg/l nur bedingt möglich.

Während der ersten drei Betriebsjahre konnte kaum ein stationärer Betrieb erzielt werden. Verursacht durch eine schlechte Steuerungs- bzw. Regelungsstrategie und auch durch Bedienfehler kippte die Biologie mehrmals, ebenso konnte in den Aktivkohleadsorbentern keine zufriedenstellende Reinigungsleistung und Standzeit erzielt werden. Probleme zeigten sich auch in der Wahl des optimalen Flockungshilfsmittels.

Die Reststoffe der SRA, i.e. Überschussschlamm der Biologie, Fällungsschlamm, verbrauchte Aktivkohle (ca. 2 kg/m³) werden auf der Deponie abgelagert.

Die Anlage zeichnet sich durch einen nunmehr stabilen Betrieb und durch niedrige Energiekosten aus. Bei den aktuellen Preisen für die Aktivkohle stellt diese Verfahrenskombination sicherlich eine gute Lösung im Fall einer Indirekteinleitung (erhöhter CSB-Grenzwert) dar.

Zur gesicherten Einhaltung des CSB-Grenzwertes für Direkteinleitung werden zwei weitere Aktivkohlestufen konzipiert.

2.3.2 Deponie Höhenbergen - Tainach

Diese Anlage wird detailliert im Kapitel 3.2 beschrieben.

2.4 Biologische Aufbereitung: Containerbiologie

2.4.1 Gemeindedeponie Stockerau

Konzept: Speicherbecken: ca. 650 m³

Biologie in Containerbauweise (Belebung, Absetzbecken, Denitrifikation, Nitrifikation, Absetzbecken) - Sandfilter

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	ca. 50 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 1,7 kWh/m ³
Ableitung:	Brauchwasser bei Kompostierung
Grenzwerte:	keine Ableitung

Betriebserfahrungen:

Interessant an dieser Anlage ist, daß das gereinigte SIWA in der neben der Deponie situierten Kompostierung als Kühlwasser und zur Anfeuchtung verwendet wird. Die Anlage wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens realisiert und wird laufend wissenschaftlich betreut.

2.5 Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption

2.5.1 AMAG-Werksdeponie

Konzept: Speicherbecken: keines

Grobfilter - Kalziumchloridfällung - Lamellenabscheider - Puffertank - Pulverkohlebeimischung - Abscheider

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	-- m ³ /Tag
Energiebedarf:	-- kWh/m ³
Ableitung:	„Notausleitung“ in den Inn
Grenzwerte:	lt. Bescheid

Betriebserfahrungen:

Die Planung und Errichtung erfolgte noch vor Erscheinen der Emissionsverordnung. Durch die gewählte Konzeption ist die Einhaltung der Grenzwerte nicht möglich. Ob die SRA heute noch betrieben wird, ist dem Autor nicht bekannt.

2.5.2 ABRG - Arnoldstein

Konzept: Speicherbecken: 900 m³

Sulfatfällung - Hydroxidfällung - Sulfidfällung - Aktivkohleadsorption - Kammerfilterpressen

Gemeinsame Verarbeitung der Deponiesickerwässer mit sonstigen innerbetrieblichen Abwässern

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	50 m ³ /h
Energiebedarf:	-- kWh/m ³
Ableitung:	Ableitung in die Gailitz
Grenzwerte:	lt. Bescheid

Betriebserfahrungen:

Das wesentliche Merkmal dieser Anlage ist, daß das Deponiesickerwasser aus einer Deponie stammt, auf der zwar Abfälle der Eluatklasse IIIb abgelagert werden dürfen, wobei allerdings der TOC-Gehalt 3 Gew.% nicht überschreiten darf.

Sämtliche Verfahrensschritte können getrennt voneinander durchgeführt werden, wodurch - eine leistungsfähige begleitende Analytik vorausgesetzt - gezielt Schadstoffe entnommen werden können.

Allerdings ist die Anlage nicht geeignet, Stickstoffverbindungen und größere Mengen an CSB zu entnehmen. Aufgrund einer im letztem Jahr aufgetretenen vermehrten Fracht an Ammonium wird nunmehr die Errichtung einer separaten Reinigungsanlage zur Aufbereitung der Deponiesickerwässer überlegt.

2.5.3 Deponie Hehenberg

Konzept: Speicherbecken: -- m³
Grobfilter - Aktivkohleadsorber

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel: -- m³/Tag
Energiebedarf: -- kWh/m³
Ableitung: Verbringung in externe CP-Anlage
Grenzwerte: ??

Betriebserfahrungen:

Die Planung und Errichtung erfolgte noch vor Erscheinen der Emissionsverordnung. Durch die gewählte Konzeption ist praktisch wie auch theoretisch die Einhaltung der Grenzwerte nicht möglich.

Die Anlage wurde bereits vor mehreren Jahren außer Betrieb genommen. Das Deponiesickerwasser wird seither zu einer chemisch-physikalischen Anlage verbracht.

3 Detaillierte Vorstellung zweier Abfallwirtschaftszentren (AWZ) der A.S.A Abfall Service Austria**3.1 A.S.A. Abfallservice Halbenrain GesmbH & Co Nfg KG, 8492 Halbenrain 147****3.1.1 Überblick**

Die Deponie Halbenrain ging 1979 in Betrieb. Auf der Ausbaufäche A (1. Abschnitt) wurden ca. 400.000 m³ Hausmüll auf einer Grundfläche von 40.000 m² deponiert. Der Erweiterungsabschnitt B weist eine Grundfläche von ca. 75.000 m² auf und faßt Kubaturen von ca. 1.150.000 m³ Abfall der Eluatklasse IIIb. Der Abschnitt B weist derzeit ein Restvolumen von 250.000 m³ auf, welches bei jährlichen Schüttmengen von ca. 75.000 m³ im Jahre 2001 verfüllt sein wird. Eine zusätzliche Deponieerweiterung mit einer Grundfläche von 55.000 m² und einem Volumen von 850.000 m³ befindet sich derzeit im Genehmigungsverfahren.

Alle Deponieabschnitte sind mit einer mineralischen Basisabdichtung und einem Sickerwasserdrainagen- und -erfassungssystem ausgestattet, ab dem Erweiterungsabschnitt B ist zusätzlich eine Folienabdichtung vorhanden. Der derzeit abgelagerte Müll setzt sich zum Großteil aus Haus- und Gewerbemüll zusammen, mit Inkrafttreten der Deponieverordnung im Jahre 2004 wird die Deponie in Halbenrain als Reststoff- und Massenabfalldeponie eingestuft werden. Die Entwässerung der Deponiebasis erfolgt im freien Abfluß in zwei Sickerwasserbecken, deren Gesamtpuffervolumen 2.500 m³ beträgt.

Folgende technische Einrichtungen sind auf der Deponie vorhanden:

- Sickerwasserreinigungsanlage (96 m³/d, Direkteinleitung)
- Gasfassung und Gasverstromung (bis zu 600 kW)
- Kompostieranlage (Input bis zu 25.000 to/a)
- Sortieranlage für Kunststoffverpackungen (Durchsatz im Ein-Schicht-Betrieb bis zu 3.500 to/a)
- Umfangreiche Laboreinrichtungen

Im Abfallwirtschaftszentrum Halbenrain wurde ein umfangreiches Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9002 eingeführt und im Jahre 1994 erfolgte die erstmalige Zertifizierung für einen derartigen Betrieb in Europa.

3.1.2 Sickerwasserreinigungsanlage - BIOJET-RO

3.1.2.1 Konzept Sickerwasserreinigungsanlage

Die erste Verfahrensstufe der Sickerwasserreinigungsanlage stellt eine drucklose Behälterbiologie dar. Der erste Behälter ist eine vorgeschaltete Denitrifikation, ausgebildet als druckloser anoxischer Pfropfenströmungsbioreaktor mit einem Nutzinhalt von 130 m³. Darauf folgen zwei drucklose aerobe Bioreaktoren mit Injektorbelüftung, welche ebenfalls je 130 m³ Nutzinhalt aufweisen.

Das Rohsickerwasser wird zuerst der Denitrifikation zugeführt. Das im Rohsickerwasser enthaltene NH₄ durchströmt die Denitrifikation weitgehend unverändert und gelangt in die Nitrifikation. In der Nitrifikation erfolgt die mehr oder weniger vollständige Oxidation von Ammonium zu Nitrat und die Oxidation des im Sickerwasser enthaltenen CSB, sofern er biologisch abbaubar ist und nicht schon im vorgeschalteten Denitrifikationstank abgebaut wurde. Die beiden Nitrifikationsbehälter können je nach Bedarf seriell oder parallel betrieben werden, wobei der Parallelbetrieb den Standardzustand der Anlage darstellt.

Aus den beiden Nitrifikationsbehältern wird ein Teilstrom von ca. 50 m³/h abgezogen und in den Denitrifikationsbehälter zurückgeführt, in welchem der Abbau von Nitrat zu elementarem Stickstoff erfolgt. Da für die Denitrifikation ein bestimmtes Mindestverhältnis C : N vorhanden sein muß, wird - wie bereits oben erwähnt - das Rohsickerwasser in die Denitrifikation dosiert, um mit dem darin befindlichen BSB die Denitrifikation zu fördern. Sollte der im Sickerwasser vorhandene BSB₅ nicht ausreichen, wird Essigsäure als externe Kohlenstoffquelle zudosiert.

Der Sauerstoffeintrag in die Nitrifikation erfolgt mittels Injektorbelüftung. Zu diesem Zweck wird Medium aus der Nitrifikation über Pumpen entnommen und über Injektoren, welche Frischluft ansaugen, wieder der Nitrifikation zugeführt. Dieses System gewährleistet einen effizienten Sauerstoffeintrag durch feinblasige Luftverteilung im Medium und eine homogene und energiesparende Durchmischung des Behälterinhaltes. Bei Bedarf können einige der Injektoren von Frischluftansaugung auf Schaumabsaugung umgeschaltet werden. Der Schaum wird dann über die Injektoren wieder in das Medium eingetragen und mechanisch zerstört.

Ein weiterer Teilstrom (ca. 240 m³/h), der aus der Nitrifikation entnommen wird, gelangt wiederum über Druckerhöhungspumpen zur Mikrofiltration mit keramischen Membranen. Der minimale freie Strömungsdurchmesser beträgt 8 mm. Die Mikrofiltration übernimmt die Aufgabe der Nachklärung und ist in drei voneinander unab-

hängigen Straßen ausgebildet. Durch den geringen Porendurchmesser von 0,27 µm kann ein vollständiger Biomasserückhalt realisiert werden, wodurch in der Biologie ein Trockensubstanzgehalt von bis zu 40 g/l erreicht werden kann. Die hier verwendeten keramischen Membrane weisen im Gegensatz zu organischen Membranen eine wesentlich höhere Lebensdauer auf. Die Mikrofiltration ist mit einer automatischen druckluftbetriebenen Rückspüleinrichtung ausgestattet. Das Konzentrat der Mikrofiltration wird über Injektoren wieder in die Nitrifikation zurückgeführt.

Aufgrund des hohen Biomassegehaltes in den Reaktoren und des exothermen Charakters der biologischen Abbauvorgänge mußte die Biologie mit einer Kühlanlage ausgerüstet werden, da über die keramikbeschichteten Stahlplatten der Reaktoren die Wärme nicht vollständig abgeführt werden konnte und ein Betrieb nur unter 40 °C aufrecht zu erhalten war. Zu diesem Zweck wird der Biologie ein weiterer Teilstrom von ca. 60 m³/h entnommen und über einen Plattenwärmetauscher um bis zu 5 °C abgekühlt. Im Kühlwasserkreislauf wird das auf Vorfluterqualität gereinigte Sickerwasser verwendet, welches über einen offenen Kühlturm geführt wird. In Spitzenzeiten werden der Biologie bis zu 200 kW Wärme entzogen.

Da durch die ursprünglich praktizierte Form der Überschussschlammensorgung (Verregnung auf der Deponie in Form von Naßschlamm) erhebliche Manipulationsaufwendungen entstanden und die Ausbeute der Anlage gesenkt wurde, wurde eine Klärschlammwässerung (Dekantierzentrifuge) nachgerüstet. Der Überschussschlamm wird ohne zwischengeschaltetem Eindicker direkt aus der Biologie mit einer Trockensubstanz von bis zu 4 % entnommen. Unter Verwendung von Eisen-3-Chlorid und polymeren Flockungsmitteln kann mit der Zentrifuge ein Trockensubstanzgehalt von ca. 22 % erreicht werden.

Das partikel- und biomassefreie Mikrofiltrationpermeat wird in einer Umkehrosmose auf Direkteinleitqualität gereinigt. Die Umkehrosmose besteht aus zwei Stufen, wobei in beiden Stufen die aus der Meerwasseraufbereitung bekannten Standardwickелеlemente zum Einsatz kommen. Die technischen Daten sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:

Feed	4	m ³ /h
Permeat (Reinwasser)	3	m ³ /h
Konzentrat (auf Deponie)	1	m ³ /h
1. Stufe		
Max. Druck / Betriebsdruck	60 / 55	bar
Membranen	12 Stück 8" Wickelelemente	
Membranfläche	332,4	m ²
Flux	10	l/m ² h
2. Stufe		
Max. Druck / Betriebsdruck	40 / 20	bar
Membranen	20 Stück 4" Wickelelemente	
Membranfläche	126	m ²
Flux	23,8	l/m ² h

Die erste Stufe der Umkehrosmose besteht aus drei konzentrationsgestuften Blöcken, welche zweimal am Tag vollautomatisch gespült werden. Die zweite Stufe weist eine Tannenbaumstruktur auf. Die Umkehrosmose erreicht eine Ausbeute von max. 75 %, das anfallende Konzentrat wird über Schluckbrunnen wieder auf die Deponie zurückgeführt. Eine Aufkonzentrierung von Inhaltsstoffen im Sickerwasser aufgrund der Konzentratrückführung konnte in den ersten 2 1/2 Jahren Anlagenbetrieb nicht festgestellt werden.

Die gesamte Anlage wird vollautomatisch über ein redundant ausgebildetes Prozeßleitsystem gesteuert. Dieses System ist so ausgeführt, daß Programmänderungen, Einbindungen von zusätzlichen Anlagenkomponenten, Definitionen von Alarmpmeldungen und Trendkurven oder auch Erweiterungen von Visualisierungen und Dokumentationen vom Betriebspersonal selbst durchgeführt werden können.

3.1.2.2 Betriebserfahrungen Sickerwasserreinigungsanlage

Das ursprüngliche Konzept der Sickerwasserreinigungsanlage erwies sich in den vergangenen Betriebsjahren nach erfolgter Nachrüstung von oben erwähnter Kühlanlage und Dekantierzentrifuge durchwegs in der Lage, die anfallenden Sickerwässer auf Direkteinleitqualität zu reinigen und auch in Starkregenperioden unter Ein-

beziehung der 2.500 m³ Puffervolumen in den Sickerwasserspeicherbecken die anfallenden Spitzenwassermengen abzuarbeiten. Die maximalen Konzentrationen im Sickerwasser sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:

pH-Wert	8,2	
Leitfähigkeit	36000	µS/cm
CSB	15000	mg/l
BSB ₅	5300	mg/l
Ammonium	4000	mg/l

Das Erreichen der Grenzwerte für Direkteinleitung stellte für das verwirklichte Anlagenkonzept niemals ein Problem dar, es muß jedoch vor allem in Bezug auf Erreichung der notwendigen Durchsatzleistungen auf folgende Betriebsparameter besonderes Augenmerk gelegt werden:

a) Denitrifikationskapazität

Durch stark schwankende Zusammensetzungen im Rohsickerwasser kann es, wie die Erfahrung zeigte, zu einem plötzlichen Mangel an Kohlenstoff für die Denitrifikation kommen. In weiterer Folge können ein Absinken des pH-Wertes in der Biologie und ein Anstieg der Nitratkonzentrationen massive Nitrifikationshemmungen mit sich bringen. Aus diesem Grund ist eine ständige Kontrolle von pH-Wert und Nitratgehalt in der Biologie als Grundlage für die ausreichende Dosierung von externer Kohlenstoffquelle (Essigsäure) eine der wichtigsten Voraussetzungen für einen störungsfreien Betrieb der Biologie.

b) Mikrofiltration

Durch die ständig schwankende und auch nicht im Detail ermittelbare Zusammensetzung des Rohsickerwassers kann es durch dessen Inhaltsstoffe oder durch deren Wechselwirkung mit dem Medium Biologie immer wieder zu spontan auftretenden und teilweise sehr massiven Verblockungen der Mikrofiltration kommen. Diesem Problem kann durch genaue Beobachtung und Auswertung der Betriebszustände, durch Steuerung des Anlagenzulaufes unter Einbeziehung der Bewirtschaftungsmöglichkeiten der beiden Sickerwasservorlagebecken und durch Anwendung von individuellen Reinigungsstrategien relativ wirkungsvoll begegnet werden. Eine Zuordnung der Ursachen zu bestimmten angelieferten Abfallarten ist in der Regel nicht möglich.

c) Umkehrosmose

Mit dem Einsatz von Wickelmodulen auch in der ersten Stufe der Umkehrosmose wurde auf der Anlage in Halbenrain Neuland beschrritten. Anfängliche Befürchtungen, die angestrebte Standzeit der einzelnen Membrane von 12 Monaten nicht erreichen zu können, haben sich nicht bewahrheitet. Durch für einzelne Membranpositionen speziell entwickelte Reinigungsstrategien und durch den nochmaligen Einsatz von verbrauchten Membranen an anderen Positionen der Anlage konnte die durchschnittliche Standzeit der Membrane auf deutlich über 12 Monate verlängert werden.

c) Konzentratrückführung

Zum vieldiskutierten Thema „Konzentratrückführung“ auf den Deponiekörper, welcher im Falle des AWZ Halbenrain in Form von gleichmäßig über den Deponiekörper verteilte Schluckbrunnen ausgeführt ist, kann folgendes gesagt werden: Im Laufe von vier Betriebsjahren mit einer Rückführmenge von 15 bis 25 m³/Tag konnten noch keinerlei Aufkonzentrierungseffekte im Rohsickerwasser festgestellt werden. Dadurch stellt die Methode der Konzentratrückführung im gegenständlichen Fall mit Abstand die wirtschaftlich sinnvollste Methode dar. Sollten sich wider Erwarten in Zukunft Aufkonzentrierungseffekte ergeben, so wäre der Betreiber auch ohne Behördenauftrag und Grundsatzdiskussion dazu gezwungen, eine alternative Methode der Konzentratentsorgung einzurichten, da die Sickerwasserentsorgung mit der vorhandenen Technologie nicht mehr gewährleistet wäre. Die Frage der Konzentratrückführung sollte daher nicht als Prinzip, sondern als auf den Einzelfall abgestimmte technische Lösung betrachtet werden.

3.1.3 Deponiegas

Auf der Deponie in Halbenrain fallen pro Tag im Schnitt 5.500 m³ Deponiegas mit einem Methangehalt von ca. 50 % nach Verdichterstation an. 10 % des Gases werden vornehmlich in der kalten Jahreszeit über eine Ortsgasleitung in Haushalten der Gemeinde Halbenrain zu Heizzwecken verwendet. 90 % des Gases werden einem Verstromungsaggregat der Marke „Jenbacher“ zugeführt (maximale Leistung: 600 kW), welcher in Abhängigkeit der Jahreszeit 250 bis 350 kW elektrische Energie erzeugt. Durch diese bereitgestellte Energiemenge kann nahezu der gesamte Energiebedarf des Betriebes abgedeckt werden. Das öffentliche Netz wird zur Spitzenlast- und Ausfallsdeckung herangezogen, Überschussenergie wird in das öffentliche Netz eingespeist. Das Verstromungsaggregat wurde seinerzeit durch

offensichtlich zu optimistische Gasprognosen um einiges zu groß dimensioniert, was heute vor allem bei niedrigen Außentemperaturen und den dadurch bedingten Abfall der Gasproduktion Probleme im Schwachlastbetrieb mit sich bringen kann. Auf der anderen Seite konnten die vom Hersteller geforderten Serviceintervalle aufgrund des ständigen Teillastbetriebes wesentlich verlängert werden, was ein beträchtliches Kosteneinsparungspotential in sich birgt.

Die Bewirtschaftung der abgedeckten und rekultivierten Deponiebereiche mit Konzentrat aus der Sickerwasserreinigungsanlage erwies sich aus energetischen Gesichtspunkten als äußerst wertvoll, da durch die Steuerung des Wasserhaushaltes (vor allem in Trockenperioden) die Gasproduktion erheblich angeregt werden konnte.

Im Falle von längeren Stillständen der Gasverstromung sind selbstverständlich auch Gasfackeln zur Deponiegasentsorgung vorhanden.

3.1.4 Kompostierung

Die Kompostieranlage am AWZ Halbenrain (Input ca. 25.000 to/a) ist in zwei Verfahrensstufen aufgeteilt. Als erste Verfahrensstufe sind vier geschlossene Rotteboxen ausgeführt, in welche definierte Gemische aus Bioabfall, kommunalem Klärschlamm und Strukturmaterial eingebracht werden. Durch Regelung von Zu- und Umluft und des Wasserhaushaltes werden Temperatur, Sauerstoff und Feuchtigkeit rechnergesteuert den jeweils optimalen Bedingungen angepaßt. Die Abluft wird über Biofilter gereinigt, anfallende Abwässer über die Sickerwasserreinigungsanlage entsorgt. Nach dieser zweiwöchigen Phase der Intensivrotte erfolgt die zweite Phase der Rotte auf überdachten Mieten.

Der erzeugte Bio- bzw. Klärschlammkompost wird von Gewerbebetrieben, Gemeinden oder Privatpersonen abgenommen oder findet seinen Einsatz im Bereich der Rekultivierung der Deponie und im Landschaftsbau.

Synergien mit den sonstigen Einrichtungen des Abfallwirtschaftszentrums ergeben sich wie folgt:

- Optimale Disposition von Stoffströmen (Input und Output) durch die am Standort befindliche Deponie.
- Entsorgung der Abwässer durch die Sickerwasserreinigungsanlage.
- Bereitstellung der benötigten Energie durch die Gasverstromungsanlage.

- Gemeinsame Benutzung der Infrastruktureinrichtungen wie Werkstätten, Sozialräume, etc.

3.1.5 Sortierung

Die Sortieranlage am AWZ Halbenrain ist auf eine Durchsatzleistung von ca. 3.000 to Kunststoffverpackungen pro Jahr (im Ein-Schicht-Betrieb) ausgelegt. Die wesentlichen Anlagenkomponenten sind Aufgabe-Steigförderband, Rüttelsieb, Handlesestrecke für 6 Mann mit Abwurfboxen, Magnetabscheider und nachgeschaltete Ballenpresse. Das Sortierergebnis lautet im Schnitt wie folgt: 35 % Wertstoffe, 35 % Thermische Fraktion, 30 % Restmüllanteil.

Die Synergieeffekte am Standort entsprechen mit Ausnahme der Wasserentsorgung denen der Kompostierung.

3.1.6 Infrastruktur

Abfälle, die zur Behandlung oder Ablagerung nach Halbenrain kommen, werden zunächst mit einer Fahrzeugwaage EDV-mäßig erfaßt. Es erfolgt eine exakte Zuordnung der einzelnen Fraktionen nach Art, Menge, Herkunft, Schlüsselnummer, Abfallanalyse und Einbaulage in die Deponie.

Im Analyselabor werden die Abfälle - zum Teil bis in den Spurenelementebereich - untersucht und auf ihre Eignung zur Bearbeitung bzw. Ablagerung überprüft. Die Ausstattung umfaßt unter anderem Röntgenfluoreszenzspektrometer, Muffelofen, Trockenschrank, Leitfähigkeitsmeßgerät, pH-Meßgerät und Spektrophotometer.

Im Rahmen der Eigenüberwachung wird das Labor für die Qualitätskontrolle (ISO 9002 Zertifikat) der Kompostierung, Sickerwasseranalysen, Grundwasserkontrollen u. ä. herangezogen.

Das Abfallwirtschaftszentrum Halbenrain gilt längst als Musterbetrieb in Österreich. 25 Mitarbeiter sorgen am Standort für reibungslosen Ablauf und für eine funktionierende, ökologische Abfallbehandlung und -entsorgung.

3.2 ENTSORGA EntsorgungsgesmbH Nfg K, G9121 Tainach, Höhenbergen 41

3.2.1 Überblick

Die Deponie der Firma ENTSORGA ging 1987 als Verbandsdeponie für Haus- und Gewerbeabfall in Betrieb. Die derzeit ausgebauten Schüttflächen weisen ein Gesamtvolumen von 420.000 m³ auf, von welchen 380.000 m³ verfüllt sind. Die jährliche Schüttmenge beträgt derzeit ca. 35.000 m³. Die vorhandenen Genehmigungen erlauben eine Deponierung von Abfällen bis zur Eluatklasse IIIb. Ein Erweiterungsabschnitt für 180.000 m³ befindet sich in Bau.

Alle Deponieabschnitte sind mit mineralischer Basisabdichtung, Folienabdichtung und Sickerwasserdrainagen- und -erfassungssystem ausgestattet. Die Entwässerung der Deponiebasis erfolgt im freien Abfluß in ein Sickerwasserbecken, dessen Puffervolumen 800 m³ beträgt.

Folgende technische Einrichtungen sind auf der Deponie vorhanden:

- Sickerwassereinigungsanlage (31 m³/d, Indirekteinleitung)
- Gaserfassung mit Verdichterstation und Gasfackel

Auf der Deponie der Firma ENTSORGA wurde ebenso wie im Abfallwirtschaftszentrum Halbenrain ein umfangreiches Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9002 eingeführt, die erstmalige Zertifizierung erfolgte im Jahre 1997.

3.2.2 Sickerwasserreinigungsanlage

3.2.2.1 Konzept Sickerwasserreinigungsanlage

Die erste Verfahrensstufe der Sickerwasserreinigungsanlage stellt eine Behälterbiologie dar, welche eine vorgeschaltete Denitrifikation und eine nachgeschaltete Nitrifikation mit einem Volumen von je 150 m³ beinhaltet. Die Belüftung der Nitrifikationsstufe erfolgt mittels Gebläse, die Umwälzung erfolgt mittels Rührwerk. Die Biologie ist derart flexibel ausgelegt, daß in Schwachlastzeiten nur das halbe Volumen in Betrieb gehalten werden kann und in Zeiten mit Spitzenbelastungen das gesamte Volumen belüftet werden kann.

Das über einen Nachklärer (Absetzbecken) gewonnene biologisch gereinigte Klarwasser wird in einem Behälter zwischengespeichert und kann je nach den beste-

henden Erfordernissen entweder über Schluckbrunnen auf die Deponie zurückgeführt werden oder über die nachgeschaltete Aktivkohleadsorption auf die erforderlichen Qualitäten für Indirekteinleitung gereinigt werden.

Die Filtrationsstufe besteht aus einem vorgeschalteten Sandfilter zur Abscheidung der im Klarwasser verbliebenen Feststoffe und aus drei in Serie geschalteten Aktivkohlefiltern mit einem Volumen von je 6,3 m³.

Das gereinigte Sickerwasser wird in einem Reinwasserpuffer mit ca. 350 m³ Inhalt zwischengespeichert und bis zum Anschluß an die geplante Kanalisation mit Tankfahrzeugen zu kommunalen Kläranlagen verführt.

3.2.2.2 Betriebserfahrungen - Sickerwasserreinigungsanlage

Die Auslegung der Sickerwasserreinigungsanlage erfolgte aufgrund von umfangreichen Analyseergebnissen aus mehreren Jahren. Diese ergaben einen mittleren CSB-Wert von 2400 mg/l und einen Ammoniumwert von 500 mg/l. Eine Durchführung von Pilotversuchen erfolgte nicht.

Bei Inbetriebsetzung der Anlage Anfang 1997 zeigte sich jedoch, daß vermutlich durch die verstärkte Praktizierung der Rückführung von Sickerwasser auf den Deponiekörper und durch die zwischenzeitlich erfolgte Abdeckung und Rekultivierung von einigen Deponieabschnitten die Konzentrationen im Rohsickerwasser deutlich angestiegen sind. Vor allem bezüglich des Parameters CSB ergab sich zeitweise eine Verdoppelung des ursprünglichen Wertes. Dieser Umstand wurde durch einen offensichtlich geringeren biologischen CSB-Abbaugrad als ursprünglich angenommen noch verstärkt. Als Konsequenz war der geforderte CSB-Grenzwert von 200 mg/l nur mit deutlich höherem Aktivkohleverbrauch als ursprünglich angenommen erreichbar.

Der Abbau von Ammonium (Nitrifikation) stellte trotz der erhöhten Zulaufwerte nach einer kurzen Adaptierungsphase der Biomasse kein Problem dar. Die Denitrifikation arbeitet trotz relativ geringer Mengen an Kohlenstoffquelle im Rohsickerwasser ausreichend, um den pH-Wert in der Biologie größtenteils ohne Dosierung von Natronlauge stabil halten zu können.

Bei der Aktivkohleadsorption erwies sich im ersten Betriebsjahr ein relativ grobkörniges Produkt (regenerierte Pool-Kohle) als wirtschaftlichstes Produkt.

Aufgrund der oben geschilderten CSB-Problematik wird zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Vortrages eine zusätzliche Verfahrensstufe auf der Sickerwasserreini-

gungsanlage nachgerüstet. Hierbei handelt es sich um eine Fällungs-/Flockungsstufe, durch welche der biologisch nicht abbaubare CSB aus dem Klarwasser größtenteils entfernt werden soll, um die nachgeschaltete Adsorptionsstufe zu entlasten. Als Fällmittel wird Eisen-III-Chlorid eingesetzt, die Abscheidung des geflockten Schlammes erfolgt mit einem Lamellenklärer. Betriebserfahrungen liegen derzeit noch nicht vor.

3.2.3 Infrastruktur

Die Erfassung der auf der Deponie abgelagerten Abfälle erfolgt ebenso wie im Abfallwirtschaftszentrum Halbenrain mittels Fahrzeug-Waage und EDV-mäßig. Im Rahmen der Errichtung der Sickerwasserreinigungsanlage wurde ein Labor installiert, welches abgesehen von der Eigenüberwachung der Sickerwasserreinigung auch auf die zukünftigen Anforderungen der in der Deponieverordnung geforderten Maßnahmen bezüglich Eingangskontrolle vorbereitet ist. Das Labor wurde 1997 nach ISO 9002 zertifiziert.

Selbstverständlich ist auch die Deponie der Firma ENTSORGA mit einer aktiven Gaserfassung (Absaugung, Verdichter) ausgestattet. Die anfallenden Gasmengen sind derzeit jedoch noch zu gering, um den wirtschaftlichen Betrieb einer Verstromungsanlage gewährleisten zu können. Aus diesem Grund wird das Gas über eine Hochtemperaturmuffel verbrannt.

4 Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung in Österreich

Das primäre Ziel der mechanisch-biologischen Vorbehandlung ist die umweltverträgliche Aufbereitung von Abfällen für eine emissionsarme Ablagerung. Für die mechanisch-biologische Vorbehandlung ergeben sich in einem abfallwirtschaftlichen Gesamtkonzept drei Einsatzmöglichkeiten:

1. Als (nicht realistische) Alternative zur thermischen Restabfallbehandlung, wobei der gesamte Output der mechanisch-biologischen Vorbehandlung deponiert wird.
2. In Kombination mit der thermischen Behandlung. Hier erfolgt in der mechanischen Stufe eine Trennung der Abfälle in eine heizwertreiche Fraktion mit anschließender thermischer Verwertung und in eine heizwertarme Fraktion, die durch einen hohen Gehalt an biologisch abbaubaren Stoffen gekennzeichnet ist. Letzteres wird im Rahmen einer biologischen Behandlung stabilisiert.

3. Als Vorbehandlung vor der thermischen Behandlung zur Produktion eines lagerfähigen Produktes bzw. zur Reduktion der thermisch zu behandelnden Abfallmenge.

Bei Variante 1 wird von den vorgestellten Möglichkeiten am meisten Deponieraum benötigt. Bei Variante 2 erfolgt eine stoffspezifische Behandlung der Restabfallfraktion, in dem nur hochkalorische Materialien thermisch verwertet werden (Bilitewski, 1998).

Die aktuelle Gesetzeslage führte zu zahlreichen Aktivitäten, die zumeist unter der Federführung des Bundesministeriums für Umwelt und des Umweltbundesamtes koordiniert werden. Das Ziel der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit liegt in der Erstellung einer „Technischen Anleitung zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restmüll und Klärschlamm“. Die Resultate der ersten Studien wurden im Juni dieses Jahres im Rahmen einer Tagung der Öffentlichkeit präsentiert (Mostbauer, 1998).

Nachstehend werden vorerst auszugsweise Forderungen dieses Entwurfes vorgestellt, wobei hier nur auf die verfahrenstechnisch wesentlichen Aspekte kurz eingegangen wird.

Anschließend werden Praxisergebnisse einer MBA - Anlage vorgestellt. In Österreich existieren zur Zeit ca. 12 vergleichbare Anlagen, die vor etwa 20 Jahren mit dem Zweck errichtet wurden, einen Brennstoff aus Müll (BRAM) abzutrennen. Diese Standorte können voraussichtlich schnell und kostengünstig für ein Restmüllsplitting adaptiert werden.

4.1 Inhalte des Entwurfes für eine „TA MBA“

Die nachstehenden Passagen sind zumeist wörtlich zitiert.

Generelle Anforderungen und Ziele

Gemäß Deponieverordnung ist ein Ziel der mechanischen Prozesse (Aufbereitung) eine „*Separierung von für die biologische Behandlung wenig geeigneten Stoffen, von Störstoffen und Schadstoffen*“. Das Ziel der biologischen Prozesse ist der „*weitestmögliche Abbau verbliebener organischer Substanzen*“. Dadurch sollen eine Verringerung der abzulagernden Abfallmenge erreicht werden, wie auch eine deutliche Reduzierung der Gasbildung und der Sickerwasserbelastung in Deponien.

Gleichzeitig sind die Emissionen, die bei der Behandlung selbst auftreten, entsprechend dem Stand der Technik zu reduzieren.

Aufbereitung

Die Aufbereitung hat folgende technische Ausstattung zu beinhalten:

- Einrichtungen zur Abtrennung von Störstoffen
- Einrichtungen zur Homogenisierung der Abfälle vor der biologischen Behandlung
- Einrichtungen zur Abtrennung der heizwertreichen Stoffe
- Einrichtungen zur Abtrennung von Eisenmetallen

Rotte

Die Ausführung als umhaustes oder geschlossenes System ist besonders in der Vor- und Hauptrotte wichtig, da dieser Anlagenbereich die Hauptemissionsquelle einer MBA-Anlage darstellt. Es sollten in der Hauptrotte geschlossene Intensivrottesysteme präferiert werden, insbesondere für die ersten beiden Wochen der Rotte. Alternativ dazu können z.B. in Hallen Tafelmieten mit Saugbelüftung aufgesetzt werden, wobei ein automatisches Umsetzgerät zum Einsatz kommen soll.

Die Vorrotte ist (falls vorhanden) als geschlossenes System auszuführen. In der Vor- und Hauptrotte muß technisch (aktiv) belüftet werden.

Das Rottematerial darf erst in Nachrottebereiche verbracht werden, wenn es mindestens den Rottegrad IV, bestimmt durch die Selbsterhitzung des Materials im Labor, erreicht hat.

Vermeidung von Abluftemissionen, Ablufferfassung

Überall, wo in der Anlage Stäube (Aerosole), Gerüche, flüchtige organische oder anorganische Stoffe emittiert werden, ist die Abluft zu erfassen.

Abluftreinigung

Die in der Rotteabluft auftretenden Frachten sind umweltrelevant, so daß eine ungereinigte Ableitung nicht zulässig ist.

Neben dem Geruch sind für die Technologieauswahl die Kriterien Eliminierung von Stäuben und organische oder anorganische Schadstoffe zu beachten.

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Modularer Aufbau, Schutz gegen Frost, Verfügbarkeit
- Geruchsbelastung < 100 - 200 GE
- Gesamtstaubgehalt < 10 mg/Nm³

- Elimination organischer Schadstoffe, z.B. Oxidation und/oder Abbau von Aromaten

Grenzwerte für organische Schadstoffe wurden bisher noch nicht erarbeitet, ebenso fehlen Angaben über Meßmethoden und -häufigkeiten.

Wahrscheinlich wird eine Frachtbegrenzung gefordert, daher werden auch Volumenströme zu messen sein.

Abwasser

Durch die oben genannten Anforderungen betreffend Umhausung kann in vielen Fällen die Bildung von belastetem Abwasser vermieden werden. Für die Nachrotte, wenn der Anteil der löslichen Stoffe im Rottegut bereits absinkt, ist prinzipiell auch eine Ausführung im Freien zulässig. Dies erfordert eine befestigte, hydraulische dicht und zu einem Sammelbecken hin entwässerte Fläche. Darüber hinaus ist im Falle einer Trockenstabilisierung oder anaerob-aeroben Behandlung im Naßverfahren mit erheblichen Abwasserfrachten zu rechnen. Für die Einleitung in ein Fließgewässer wird eine Emissionsverordnung erlassen werden.

Deponieverhalten und Heizwert der behandelten Abfälle

Neben der Unterschreitung des Heizwertes ($H_0 < 6.000 \text{ kJ/kg}$) hat das Deponiegut noch **zusätzlich** folgende, sogenannte Stabilitätskriterien zu erfüllen:

- Atmungsaktivität: $AT_4 \leq 5 \text{ mgO}_2/\text{gTS}$ und $AT_7 \leq 9 \text{ mgO}_2/\text{gTS}$
Gasbildung: $GB_{28} \leq 7 \text{ NI/kgTS}$ oder Gasspendensumme im Inkubationsversuch über 90 Tage: $GS_{90} \leq 20 \text{ NI/kgTS}$, wobei GS_{90} aussagekräftiger als GB_{28} ist.
- pH - Wert $\geq 7,0$ ¹⁾

Ein aufwendiges Probenahmeverfahren wurde in der Studie ebenfalls vorgestellt, während für die Bestimmung des oberen Heizwertes noch kein endgültiges Meßverfahren festgelegt wurde.

¹⁾ dieser Parameter führte bereits bei der Präsentation der Studie zu Verwirrung!

4.2 Zwischenergebnisse eines Pilotversuches zur mechanisch-biologischen Abfallbehandlung

Der Abfallwirtschaftsverband Liezen und das Land Steiermark verfolgen mit der Finanzierung des Forschungsvorhabens folgende Ziele:

- ⇒ Erfüllung der vom Gesetzgeber vorgegebenen Rahmenbedingungen
- ⇒ Weiterbetrieb der vorhandenen Abfallbehandlung unter Durchführung erforderlicher Adaptierungsarbeiten
- ⇒ Nutzung des noch verfügbaren Volumens der dem Stand der Technik entsprechenden Abfalldponie
- ⇒ Nutzung des durch den langjährigen Anlagenbetrieb vorhandenen Know-hows der Beschäftigten
- ⇒ die kostenoptimale Abfallbehandlung nach dem Stand der Technik
- ⇒ den weitgehenden Verbleib der Restabfälle im Verbandsgebiet und damit verbunden eine regionale Lösung mit langfristiger Entsorgungssicherheit
- ⇒ weitgehende Minimierung der Abfalltransporte
- ⇒ Schaffung von, den jeweiligen Behandlungsschritten qualitativ entsprechenden, Fraktionen:
 - Heizwertreiche Fraktion für die thermische Behandlung
 - Deponiegut mit stark reduziertem Gefährdungspotential

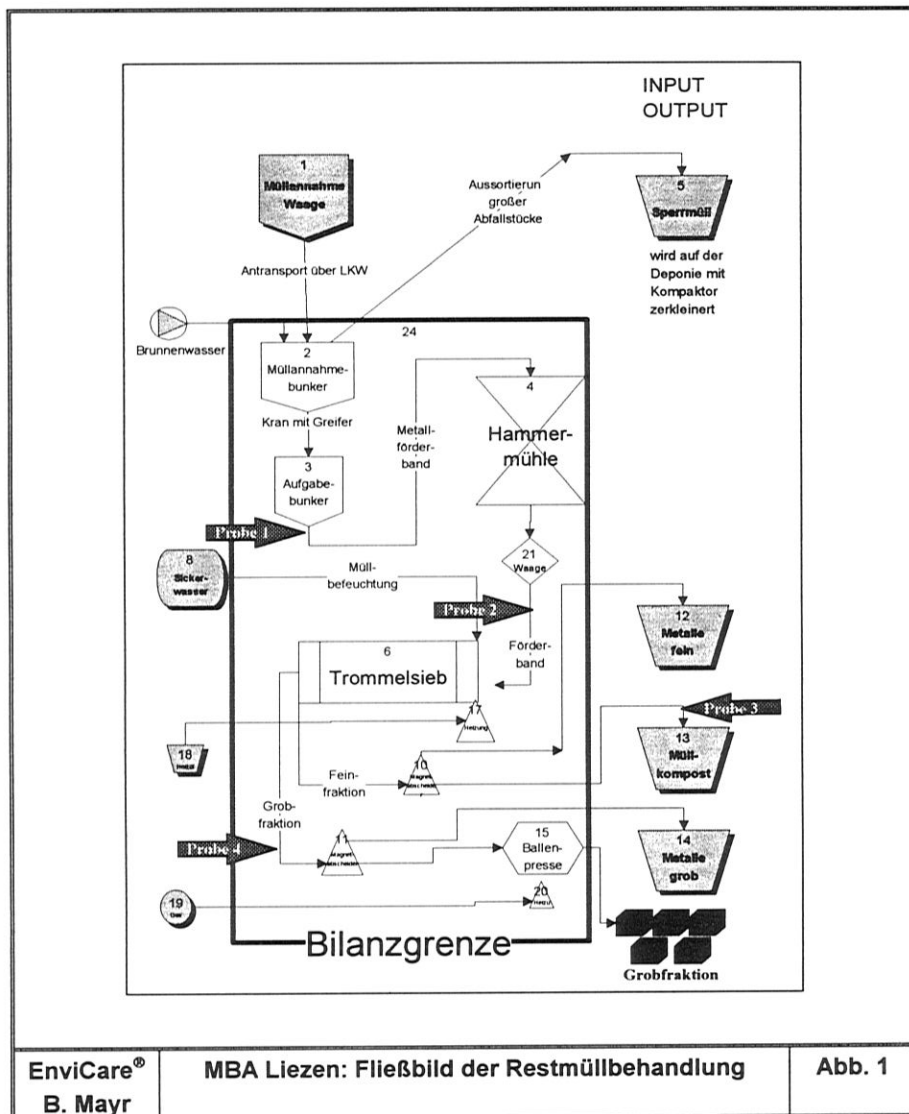
4.2.1 Kurzbeschreibung der Anlagentechnik am Standort Liezen

Diese Anlage besteht im wesentlichen aus folgenden Teilbereichen:

- ⇒ Annahmezone mit Betriebsgebäude und Brückenwaage
- ⇒ Abfallbehandlungsanlage mit Annahme- und Aufgabebunker, Hammermühle, Trommelsieb, Magnetabscheidern, Förderbändern und Ballenpresse
- ⇒ Bioabfallkompostierung, bestehend aus Anlieferungsfläche, Mischbereich, Intensivrotte, Nachrotte, Mietenkompostierung und Nachsiebung
- ⇒ Restedepone mit den Zusatzeinrichtungen Sickerwasserspeicherbecken, Sickerwasserpumpwerk und Deponiegasanlage.

Restmüllbehandlung

Bei der Annahme werden Nettogewichte, Abfallart (Schlüsselnummer) und Daten des Lieferanten erfaßt.



EnviCare®
B. Mayr

MBA Liezen: Fließbild der Restmüllbehandlung

Abb. 1

Anschließend entlädt der Lieferant seinen LKW direkt in den Annahmehunker. Die abgeladenen Abfälle werden mit einem Polygongreifer in den Aufgabehunker aufgegeben. Dabei erfolgt eine optische Kontrolle und Aussortierung von Störstoffen

unter Verwendung des Krans. Als Störstoffe sind sowohl große Materialien als auch solche, die den Betrieb der Hammermühle beeinträchtigen, zu verstehen. Mit dem Schanierband werden die Abfälle der Hammermühle zugeführt.

Der Mühlenauslauf mit einer Maschenweite von 30 cm gewährleistet, daß die Hammermühle die Abfälle auf die geforderte Stückgröße zerkleinert. Die Müllzerkleinerung ermöglicht die Preßung der Grobfraktion in der Ballenpresse.

Im Mischerteil der Trommel wird der zerkleinerte Restmüll mit Deponiesickerwasser befeuchtet. Diese Anfeuchtung verhindert übermäßige Staubentwicklung (Gefahr einer Staubexplosion) und vermindert teilweise die Steifheit, um eine bessere Verdichtung in der Ballenpresse zu ermöglichen.

Im Siebteil der Trommel erfolgt die Trennung in Fein- und Grobfraktion. In zwei Schritten wird die Fraktion kleiner als 5 cm als Feinfraktion ausgeworfen. Der Siebrückstand wird als Grobfraktion der Ballenpresse zugeführt, in dieser verdichtet und dauerhaft mit Drähten zu formstabilen Ballen gebunden. Diese Ballen werden anschließend in der Deponie lagenweise aufgebaut und überschüttet.

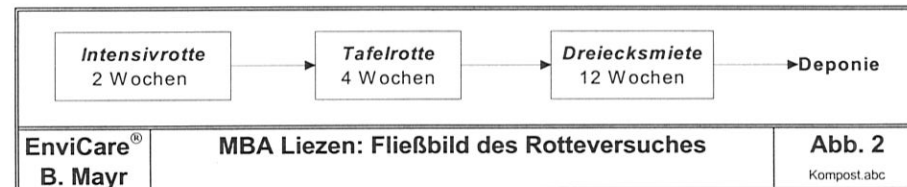
Mit Magnetabscheidern werden die magnetischen Anteile der Grob- bzw. Feinfraktion abgetrennt.

Bioabfallkompostierung

Zur Kompostierung der Bioabfälle wird eine geschlossene, intensiv belüftete Tunnelrotteanlage mit nachgeschalteter Nachrotte auf einer belüfteten Rotteplatte eingesetzt, welche gleichzeitig die Funktion des Biofilters übernimmt.

Zum weitgehend vollständigen Abbau der organischen Substanz ist eine Miettenkompostierung der Nachrotte nachgeschaltet.

Für die Versuche zur Restabfallkompostierung wird diese Anlage herangezogen.



EnviCare®
B. Mayr

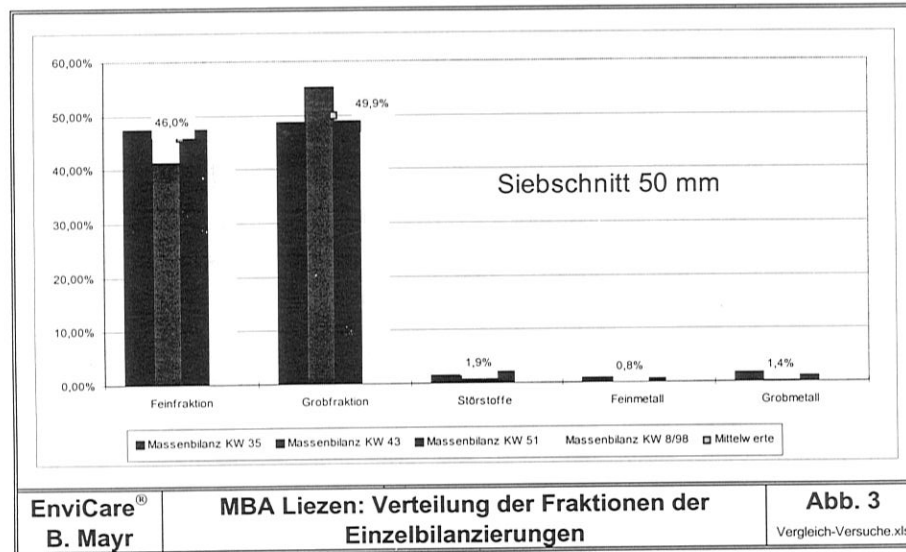
MBA Liezen: Fließbild des Rotteversuches

Abb. 2
Kompost.abc

4.2.2 Ergebnisse mehrerer Massenbilanzierungen

Die Bilanzgrenzen für die Massenbilanzierung sind in **Abb. 1** dargestellt. Begleitend zu den Bilanzen werden Abfallanalysen aus den während der Bilanz gezogenen Proben durchgeführt. Dies dient zur Bestimmung der Verteilung der einzelnen Fraktionen (Papier, Kunststoff, Metall, Textilien, Holz, Verbundstoff, Organik, Problemstoff, Sonstiges - wobei Glas und Schuhe getrennt angeführt werden) innerhalb der Anlage.

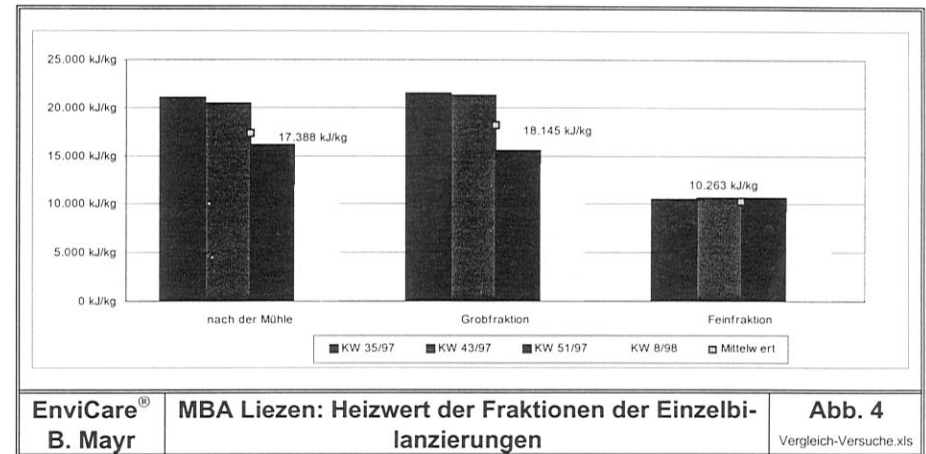
Auf eine ausführliche Beschreibung wird aus Platzgründen an dieser Stelle verzichtet. Die gesamte Studie kann beim Autor angefordert werden.



EnviCare® B. Mayr MBA Liezen: Verteilung der Fraktionen der Einzelbilanzierungen Abb. 3 Vergleich-Versuche.xls

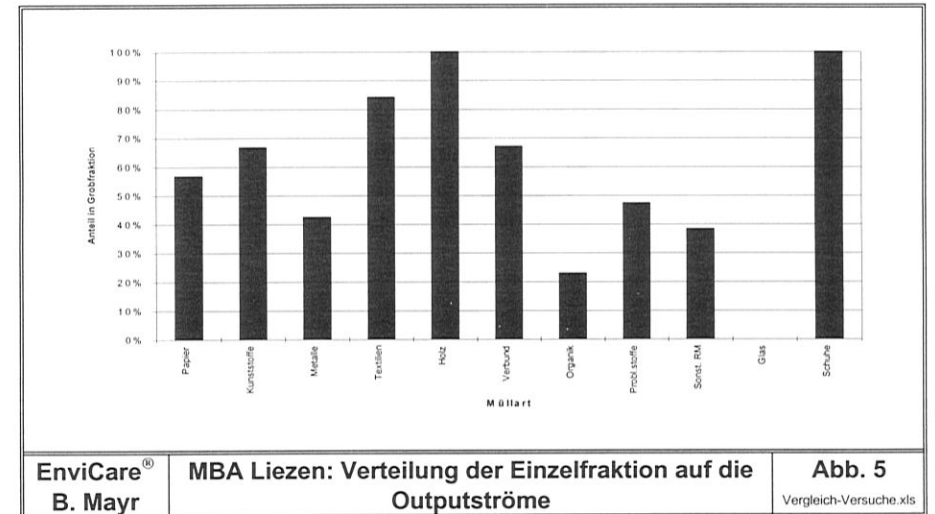
Die Verteilung der *Fraktionen* (siehe **Abb. 3**) ist relativ konstant, wobei die Massenbilanz KW 43/97 in der Aufteilung von Grob- und Feinfraktion etwas aus der Reihe schlägt. Alle Bilanzen verliefen bisher ohne größere Schwierigkeiten (Stopfer o.ä.).

Die *Heizwerte* der Feinfraktion sind bei allen bisher verlaufenden Massenbilanzen konstant geblieben. Bei der Grobfraktion sollte es zu einer Aufkonzentrierung des Heizwertes kommen, wenn die Feinfraktion abgetrennt ist. Dies ist nur bedingt der Fall.



EnviCare® B. Mayr MBA Liezen: Heizwert der Fraktionen der Einzelbilanzierungen Abb. 4 Vergleich-Versuche.xls

Interessant ist die Verteilung der einzelnen Abfallsorten in die Outputströme (**Abb. 5**):



EnviCare® B. Mayr MBA Liezen: Verteilung der Einzelfraktion auf die Outputströme Abb. 5 Vergleich-Versuche.xls

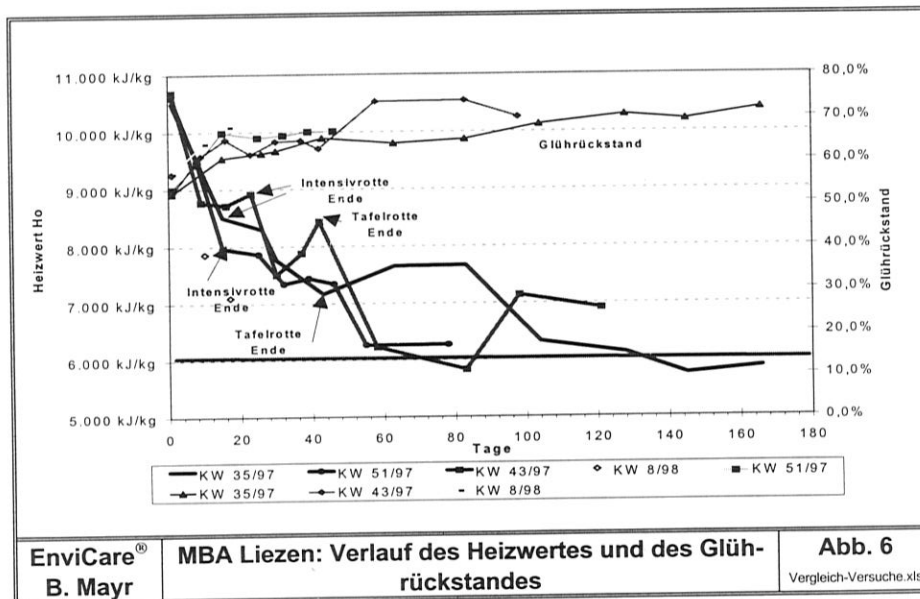
Aus **Abb. 5** ist abzulesen, daß in der Trennschärfe durchaus Optimierungspotential vorhanden ist.

Die biologische Behandlung der Feinfraktion wurde jeweils im Anschluß an die Massenbilanz gestartet. Im Mittel ergab sich ein Rotteverlust der Feinfraktion bezogen auf den Trockensubstanzgehalt von etwa 18 Gew.%.

Aus **Abb. 6** ist zu erkennen, daß - ohne dem Endbericht vorzugreifen - die gesicherte Einhaltung des oberen Heizwertes von 6.000 kJ/kg mit der getesteten Anlagenkonfiguration nur schwer erreicht werden kann.

Deutlich tritt zudem der Einfluß der Probenahme zutage. Dies ist nicht verwunderlich, da die Proben aus sogenannten „Haufwerken“ mit der sich daraus ergebenden Unsicherheit gezogen werden.

Da Versuche bei anderen MBA's zu vergleichbaren Erkenntnissen geführt haben, wird zur Zeit die Einführung eines Ersatzparameters von Betreiberseite heftig eingefordert. Aus fachlicher Sicht ist jedoch mit Verweis auf die Interpretation der **Abb. 5** festzustellen, daß die Trennschärfe optimierbar wäre und daß dann der gesetzliche Grenzwert einhaltbar wäre.



Unter diesem Gesichtspunkt erscheint der standardisierte Einsatz von MBA's in der österreichischen Abfallwirtschaft als durchaus wahrscheinlich, unter der Voraussetzung, daß die Gesetzeslage bis zum Jahr 2004 in den Grundzügen gültig bleibt... und dies ist angesichts der Änderungsflut durchaus unsicher!

5 Literatur

Bilitewski B. (1998):

Neufassung TASI - Inertisierung durch andere Verfahren als durch Verbrennung
Korrespondenz Abwasser 2/98; 284-288

Hefler, F. (1993):

Gesetzliche Anforderungen bezüglich Sickerwasseremissionen aus Abfalldeponien.
In: A.S.A. Süd (Hrsg.): 1. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Judenburg

Mostbauer P. et al. (1998):

Grundlagen für eine Technischen Anleitung zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Abfällen.
Report R-151, Umweltbundesamt Wien

N.N. (1991): Allgemeine Abwasseremissionsverordnung - AAEV,
BGBl. Nr. 186/1996