

4. Österreichisches Sickerwasser-Seminar

Tagungsband



Kirchberg in Tirol, 10. und 11. April 1997

RO'TREAT
ABWASSERREINIGUNG GMBH

A-8010 Graz, Grazbachgasse 19/
Tel. 0316/81 23 46, Fax 0316/81 23 48

**Der aktuelle Stand der
Deponiesickerwasserreinigung in Österreich**

Dipl.-Ing. Dr. techn. BERNHARD S. MAYR
Ingenieurkonsulent für Verfahrenstechnik
Graz

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	2
2 Stand der Technik der Sickerwasserreinigung	5
3 Beschreibung der österreichischen Anlagen: Konzepte, Betriebserfahrungen und -probleme	6
3.1 Allgemeine Angaben	6
3.2 Physikalische Aufbereitung mit Umkehrosmose	7
3.3 Biologisch - physikalische Aufbereitung: Biologie- Mikrofiltration- Umkehrosmose	11
3.4 Biologisch-chemisch-physikalische Aufbereitung: Biologie - Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption	15
3.5 Biologische Aufbereitung: Containerbiologie	16
3.6 Chemisch-physikalische Aufbereitung: Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption	17
4 Modell zur Ermittlung der Reinigungskosten (Mayr, 1996)	19
4.1 Sickerwasseranfall in Abhängigkeit der Deponiefläche	19
4.2 Kontaminationsgrad des Sickerwassers	20
4.3 Modell zur Ermittlung der aktuellen Behandlungskosten	21
4.4 Sensitivitätsanalyse der Aufbereitungskosten	22
5 Abhängigkeiten der spezifischen Behandlungskosten	24
6 Zusammenfassung	24

1 Einleitung

Seit ca. 15 Jahren erfolgt europaweit die Reinigung von Deponiesickerwasser (SIWA) bzw. die Entwicklung von geeigneten Verfahren (Dahm, 1994). Umfangreiche Forschungsprojekte zur Definition eines „Standes der Wissenschaft,“ wurden anfänglich in Holland, insbesondere mit SIWA der Deponie VAM-Wijster (Woelders, 1994) und verstärkt ab 1986 in Deutschland aufgrund der fünften Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes (Dorau, 1991) abgewickelt. Durch die Errichtung der ersten großtechnischen Anlagen wurde allmählich der vom Gesetzgeber geforderte „Stand der Technik,“ definiert.

Da dem Begriff „Stand der Technik,“ im Zusammenhang mit der SIWA-Reinigung relativ großer Ermessensspielraum eingeräumt wurde, bleibt die Konkretisierung dieses Begriffes der freien Meinungsbildung und Bewertung der Fachleute überlassen. Allgemein muß ein Verfahren gemäß dem „Stand der Technik,“ als technisch, ökologisch und ökonomisch fortschrittlich von der Mehrheit der Fachleute (mindestens 51%) eingestuft werden. Außerdem soll die praktische Eignung des Behandlungsverfahrens als gesichert gelten. Dies ist im Allgemeinen gegeben, falls eine Mindestverfügbarkeit von >80% gegeben ist und die Grenzwerte lt. der gültigen Emissionsverordnung eingehalten werden (Dahm, 1994).

Inwiefern die neuen Richtlinien der EU über die „integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzungen,“ (IPPC: integrated pollution prevention control) mit dem darin definierten Begriff der „besten verfügbaren Technologie,“ (BAT: best available techniques) bzw. die „Deponierichtlinie,“ die österreichische Gesetzgebung beeinflussen werden, soll im Rahmen dieses Seminars mit den Vertretern der Verwaltung diskutiert werden.

Tab. 1 stellt den aktuellen Betriebserfassungsstand mit großtechnischen Sickerwasserreinigungsanlagen (SRA) in Europa bzw. in Österreich ohne Anspruch auf Vollständigkeit dar. Diese Auflistung zeigt die Anzahl der jeweils in Betrieb befindlichen Anlagen und die Summe der damit erzielten Betriebsjahre. Die Angaben beziehen sich auf Einzelverfahren, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Beim „2. Österr. Deponiesickerwasserseminar,“ strichen mehrere Anlagenbetreiber (Ahting, Giselbrecht, Mayr, Teschner, Woelders, 1994) klar heraus, daß die in Holland, Deutschland und Österreich in Betrieb befindlichen Anlagen keinesfalls problemlos funktionieren, vielmehr mußten manche vollständig demontiert, andere nachgerüstet oder umgebaut werden. Die Schlußfolgerung dieser Veranstaltung lautete, daß zwar der „Stand der Technik,“ hinsichtlich möglicher Verfahren definiert ist, aber deren erfolgreicher Einsatz von der Berücksichtigung spezieller Eigenarten der jeweiligen Deponie und vor allem von einer fachkundigen Bedienung abhängt (Mostbauer, 1995).

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	Europa		Österreich	
	Anlagen	Betriebsjahre	Anlagen	Betriebsjahre
Biologie: konventionell	47	280	2	7
Biologie mit Filtration	20	43	3	7
Umkehrosmose	70	175	8	20
Aktivkohle	20	102	2	7
Oxidation	13	46	0	0
Verdampfung	12	55	0	0
Trocknung	12	28	0	0
Fällung/ Flockung	7	68	3	11

B. Mayr
Graz

**Stand der Sickerwasserreinigung
Europa ca. Anfang 1996, Österreich: Ende 1996**

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).

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.

Anlage	Bundesland	Konzeption	Einleitung
Gasselsdorf	Steiermark	früher: Vorfiltration - NF - UO (2) jetzt: DT-UO (2-stufig)	direkt
Ahrental	Tirol	UO (2) - HDUO - Konz	direkt
Riederberg	Tirol	BIO (außer Betrieb) UO (2) - HDUO - Konz	indirekt
Hettegger	Salzburg	UO (2)	direkt
Kröpfel	Oberösterreich	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
Höhenbergen	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

B. Mayr Graz	Österr. Sickerwasserreinigungsanlagen	Tab.2
-----------------	--	--------------

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 wurde 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 auch das Sickerwasser der Deponie Kröpfel bei Attnang aufbereitet. In Tirol nahmen zwei SRA's den Betrieb auf, i.e. Ahrental (1993) und Riederberg (1994). Jeweils eine Anlage reinigen SIWA in Niederösterreich bei der Deponie Purgstall (1994), in Kärnten bei der ABRG in Arnoldstein (1994) und in Salzburg bei der Deponie Hettegger (1995). Seit kurzem erfolgt die Inbetriebsetzung der Anlagen Stockerau (NÖ) und Tainach (K). Noch keine Aktivitäten zur Anlagenerichtung wurden in Vorarlberg, Burgenland und Wien gesetzt.

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 fünf Monate vor Ablauf der Sanierungsfrist im Jahr 1997 erst ein Realisierungsgrad von ^a 25 % 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 Emissionsgrenzwert 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 ^a 16 %.

2 Stand der Technik der Sickerwasserreinigung

Folgende Verfahrensschritte werden derzeit allgemein als zum Stand der Technik zugehörig betrachtet:

- Biologie
- Umkehrosmose
- Aktivkohle Adsorption
- Flockung/Fällung
- Chemische Oxidation
- Verdampfung

Noch nicht ausreichend positive Betriebserfahrungen liegen momentan für die Trocknungsverfahren vor (Schuhmann, 1993; Teschner, 1994).

In Österreich wurden allerdings bisher noch keine Anlagen mit den Verfahrensschritten chemische Oxidation, Verdampfung und Trocknung realisiert. Allerdings wird die Entsorgung der Umkehrosmosekonzentrate zu den Entsorgungsbetrieben Simmering (EbS) praktiziert.

3.2 Physikalische Aufbereitung mit Umkehrosiose

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

- idente 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 Umkehrosiose 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.

3.2.1 Deponie Gasselsdorf

Konzept: Speicherbecken: ca. 600 m³
 Bandfilter - Fällung - Grobfiltration - Mikrofiltration - pH-Korrektur - Wickelmodul-Nanofiltration - Wickelmodul-Umkehrosiose - Konzentratrückführung
 Dieses Konzept wurde kürzlich durch eine 2-stufige DT-Umkehrosioseanlage mit Konzentratrückführung ersetzt.

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	35 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 17 kWh/m ³
Ableitung:	Direkteinleitung in die Pöls
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Der Vortrag von Ing. Hackenberg beschreibt die Betriebserfahrungen im Detail. Die SRA Gasselsdorf nahm 1992 den Betrieb auf. Sie reinigt das SIWA der neu errichteten Deponie der Stadt Judenburg. Die Konzentration an Schadstoffen stieg erst allmählich mit fortlaufender Schüttdauer an. Um den Anfall zu minimieren wurde 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 Sulfid Werte im Zulauf bemerkbar, dies verursachte die

3 Beschreibung der österreichischen Anlagen: Konzepte, Betriebserfahrungen und -probleme

3.1 Allgemeine Angaben

Anlage	Planer	Anlagenbauer	Betreiber	Inbetriebnahmejahr
Gasselsdorf	Dr. Lengyel	Area - ÖSTU - Amalfiter Erneuerung: ROTREAT	früher Stadtwerke Judenburg; ROTREAT (für Judenburg)	1992
Ahrental	DI Passer	ROCHEM	ROTREAT (für IRAB)	1993
Riederberg	ASA Graz	ROCHEM	ROTREAT (für LOBBE-MTU)	1994
Hettegger	DI Spirk-Dr.Luitz	ASA Graz	Hettegger	1995
Kröpfel	Enviro-Consult	ROCHEM	ROCHEM (für Kröpfel)	1995
Paulsturz	ASA Graz	Hager & Elsässer	RMVG	1993
Halberrain	ASA Graz	ASA Graz	ASA Halberrain	1994
Purgstall	Ökoplan-DI Hinker	ARGE AEE&E, GW	NUA	1994
St. Martin	DI Lothaller & DI Thürriedl	örtl. Baufirma, Enviro-Chemie	Zellinger	1989
Höhenbergen	Drauconsulting	GW	Entsorga	1997
Stockerau	Dr. Lengyel	MUT	Gemeinde Stockerau	1997
AMAG	Dr. Flögl	VAM	AMAG	1992
ABRG	Dr. Siebenhofer	ABRG	ABRG	1994
Hehenberg	?	örtl. Baufirma, Enviro-Chemie	BAV Grieskirchen	?

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

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 Beladung mit organisch abbaubaren Substanzen.

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

Als generelles Problem dieser 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 die ursprüngliche Anlage schließlich stillgelegt und durch eine zweistufige DT-Umkehrosmose im Betreibermodell der Fa. ROTREAT ersetzt. Die Anlage läuft zufriedenstellend und die Grenzwerteinhalten gemäß der 613. VO ist gesichert.

3.2.2 Deponie Ahrental

Konzept: Speicherbecken: ca. 1.930 m³
DT-Umkehrosmose (2-stufig), DT-Hochdruckumkehrosmose,
Konzentratentsorgung

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	80 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 12 kWh/m ³
Ableitung:	Vorfluter: Sill
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die Anlage Ahrental wurde bereits beim 2. Österreichischen Sickerwasser-Seminar in Bad Gleichenberg (Ernst, 1994) vorgestellt.

Der Betrieb erfolgt nach wie vor weitgehend unverändert, allerdings sanken die anfallenden Mengen aufgrund der Einstellung der Sickerwasser- bzw. Konzentratrückführung signifikant. Das Konzentrat wird mittlerweile ebenfalls zur EbS entsorgt.

3.2.3 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:	lt. EmV 613 - Indirekteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die in der EmV 613 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.

Nach Überprüfung und Besichtigung mehrerer Systeme entschied sich der Deponiebetreiber für das System der Firma ROTREAT Abwasserreinigung GmbH. Da diese Firma dem Deponiebetreiber nur die in eigener Verantwortung gereinigten SIWA auf Kubikmeterbasis verrechnet, sind in den laufenden Kosten sämtliche Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie die Anlage selbst enthalten. Die SRA ist kompakt in Modulbauweise aufgebaut. Ein eventueller Austausch ist, als Folge der Unterbringung in handelsüblichen Abrollcontainern, rasch und problemlos vorzunehmen.

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 im vergangenen Halbjahr bei dem Spitzenwert von 98 % liegt! Das Konzentrat wird seit ca. einem Jahr 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 vergleichmäßig und sind momentan auf die geringe Schütthöhe und die damit verbundene geringe Pufferkapazität der Müllschüttung zurückzuführen.

3.2.4 Deponie Hettegger-St. Veit

Konzept: Speicherbecken: 2 * 600 m³
Grobfilter - Sandfilter - Feinfilter - pH-Korrektur - Rohrmodul-
Umkehrosiose - Wickelmodulumkehrosiose

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	ca. 30 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 15 kWh/m ³
Ableitung:	Ableitung in die Salzach
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Schon bei Veröffentlichung der Ausschreibung konnte eine Überschreitung der vorgegebenen Auslegungsparameter festgestellt werden. Die Inbetriebnahme (IBN) wurde ab Jänner 1995 durchgeführt. Nach der Abwicklung eines sechswöchigen Probetriebs wurde die Anlage Ende Februar übergeben.

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 vor der IBN im Sommer 1994 stellte sich im SIWA-Speicher ein starkes Mikroorganismenwachstum ein. Der Speicher wurde zwar vor der IBN im Dezember vollständig entleert und gesäubert, es bildete sich aber rasch neuerlich ein Schwimmschlamm, der später sedimentierte. Schon ab Mitte März 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 Membrane 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.

3.2.5 Deponie Kröpfel/Attnang-Puchheim

Konzept: Speicherbecken: ca. 2.000 m³
2-stufige DT-Umkehrosiose mit Konzentratrückführung

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	50 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 15 kWh/m ³
Ableitung:	Kläranlage
Grenzwerte:	gem. 613. EmV und Bescheid

Betriebserfahrungen:

Der Vortrag von Ing. Scherndl beschreibt die Betriebserfahrungen im Detail.

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.

3.3 Biologisch - physikalische Aufbereitung: Biologie- Mikrofiltration- Umkehrosiose

Diese nachstehend beschriebenen Anlagen wurden jeweils zwischen 1990 - 1992 projektiert und ab 1993 in Betrieb gesetzt. Dem Nachteil der gegenüber reinen Umkehrosioseanlagen deutlich höheren Betriebs- und Investkosten steht eine Schadstoffsenske (organischer Kohlenstoff, Stickstoff) im biologischen Anlagenteil gegenüber.

Diese Schadstoffsenske verhindert bei den genannten Anlagen eine rasche Verschlechterung der Sickerwasserqualität aufgrund der Konzentratrückführung, wobei allerdings eine gut funktionierende Denitrifikation zur Stickstoffausschleusung vorhanden sein muß. Eine Konzentratentsorgung mußte bei den Anlagen dieses Typs noch nicht nachgerüstet werden.

3.3.1 Paulisturz

Konzept: Speicherbecken: ca. 2 * 800 m³
Grobfilter - Biologie (Denitrifikation [50m³], Nitrifikation [50m³],
Denitrifikation [8m³]) - Mikrofiltration (2 Straßen) - DT-Umkehrosiose
(1-stufig) - Konzentratrückführung Nachrüstung: 3. Straße MF, Wickelmodul-UO

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	32 m3/Tag
Energiebedarf:	ca. 21 kWh/m3
Ableitung:	Verrieselung über die Halde
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die SRA Paulisturz nahm 1993 den Betrieb auf. Sie reinigt das SIWA der neu errichteten Deponie der Asamer Gruppe 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 problemlos 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. Der Grund liegt wahrscheinlich in der Ansäuerung des SIWA auf pH = 6,5 vor der Zuleitung in die UO mit Schwefelsäure, da sich diese im Konzentrat der UO anreichert und somit auf die Deponie rückgeführt wird. Im anaeroben Deponiekörper reduzieren dann Mikroorganismen das Sulfat der Schwefelsäure zu Sulfid. Der Zusatz von Wasserstoffperoxid brachte nur vorübergehend eine Lösung, wodurch schließlich auf die Verwendung von teurerer Salzsäure übergegangen wurde.

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 (Ammonium ^a 75 mg/l, CSB ^a 1.500 mg/l).

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 Umkehrosiose 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, die auch durch den Einsatz diverser Antischaummittel längere Zeit nicht verhindert werden konnte.

Die Anlage erreichte über einen Zeitraum von zwei Jahren nicht die geplante Durchsatzleistung. Daher wurde Mitte 1996 die Membranfläche der Mikrofiltration um 50 % erhöht und die Umkehrosiose 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 %.

3.3.2 Halbenrain

<u>Konzept:</u>	Speicherbecken: 1300 und 1700 m3 Grobfilter - Biologie (Denitrifikation [130m3], Nitrifikation [2*130m3]) - Mikrofiltration (3 Straßen) - pH-Korrektur - Wickelmodul-Umkehrosiose (2-stufig) - Kühlung - Schlammmentwässerung - Konzentratrückführung
-----------------	--

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	dzt. 90 m3/Tag
Energiebedarf:	ca. 65 kWh/m3
Ableitung:	Ableitung in den Drauchenbach
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

Der Vortrag von DI Rothschedl beschreibt die neuen Betriebserfahrungen im Detail, während die ersten Resultate vom Autor im Jahr 1994 vorgestellt wurden (Mayr, 1994b).

Sickerwasser der Mülldeponie Halbenrain weist sowohl hohe Konzentrationen an organischen (z.B. CSB) als auch anorganischen (z.B. NH₄, Schwermetalle) Inhaltsstoffen auf. Die Anlage wurde mit einem sehr geringen SIWA-Zulauf und entsprechend mit einer kleinen Raumbelastung des Bioprozesses am 9. Mai 1994 gestartet. Seit der IBN läuft der Bioprozeß weitgehend stabil. Probleme bereitete in den ersten Monaten das starke Schäumen der Biologie, das erst nach mehreren Umbauvarianten gelöst werden konnte.

Die keramische Mikrofiltration arbeitete von Mai bis September 1994 problemlos, allerdings sank die Permeatleistung von Anfangswerten > 300 l/m2h auf dem Auslegungswert von etwa 160 l/m2h. Im Oktober ergab sich ein rasanter Einbruch der Durchsatzleistung. Der Grund konnte erst durch langwierige Versuche im verwendeten Entschäumer verifiziert werden. Trotzdem beschlossen die ASA und der Sublieferant die Erweiterung der Membranfläche um 70%. Ab November 1994 fand der neue Entschäumer Verwendung. Dies resultierte in einer Verbesserung der Durchsatzleistung, die ab April 1995 wieder den Auslegungswert von 160 l/m2h überschritt.

In der Großanlage waren anfangs keine Wärmeaustauscher integriert, daher ergab sich eine direkte Abhängigkeit der Prozeßtemperatur von den klimatischen Bedingungen und von der Durchsatzleistung. Mehrere Pumpen und der Bioprozeß bringen permanent Wärme in das System ein.

Die Kapazität der SRA hing daher fast ausschließlich von der Prozeßtemperatur in der Biologie ab, da diese die für die Nitrifikation als Grenze geltenden 40 °C nicht überschreiten darf. Zwar konnte im Winter 1994 die geplante Verarbeitungskapazität von ca. 90 m3/Tag kurz-

fristig erreicht werden, jedoch mußte sie aufgrund der steigenden Temperaturen ab März 1995 wieder auf Werte zwischen 45 und 65 m³/Tag reduziert werden. Daher mußte Mitte 1995 eine Zwangskühlung der Biologie nachgerüstet werden.

Die UO wurde Mitte Juni 1994 gestartet. Die vollautomatische Konzeption erwies sich im Zusammenspiel mit der vorgeschalteten MF als sehr hilfreich, da die UO äußerst flexibel betrieben werden kann. Die Ausbeute der UO beträgt etwa 75%. Bezüglich der Membranstandzeiten von Wickelmodulumkehrosmose und keramischer Mikrofiltration wird auf den Vortrag von DI Rothschedl verwiesen.

Anfangs wurde die Gesamtreinigungsleistung der BIOJET⁺-Anlage durch den Einsatz von Stopfbuchsenpumpen mit Sperrwasserüberlagerung drastisch verschlechtert, da als Sperrwasser das gewonnene Permeat eingesetzt wurde. Der Sperrwasserverbrauch betrug bis zu 50% des erzeugten Reinwassers. Im November 1994 wurden die Stopfbuchsen durch Gleitringdichtungen ersetzt, wodurch die Gesamtausbeute deutlich gesteigert werden konnte. Der Verbrauch an Natronlauge zur Hebung des pH-Wertes im Ablauf der UO konnte durch die Installation eines CO₂-Rieselers erheblich gesenkt werden.

3.3.3 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:	lt. EmV 613 - Direkteinleiter

Betriebserfahrungen:

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

Während des Probebetriebs ergaben sich nur zwei größere Probleme:

- Tausch der Permeatpumpe gegen eine Stärkere
- Verstopfung der Eintrittsquerschnitte der Mikrofiltrationsmodule, um dies zukünftig zu vermeiden wurde ein Vorfilter nachgerüstet.

Seither verläuft der Betrieb weitgehend reibungslos.

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 Mikrofiltrationsmembrane 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 NUA Deponien aufbereitet.

3.4 Biologisch-chemisch-physikalische Aufbereitung:

Biologie - Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption

3.4.1 Deponie St. Martin, Fa. Zellinger

Konzept: Speicherbecken: ca. 300 m³
Grobfilter - Biologie (Denitrifikation, Nitrifikation, Absetzbecken) -
Fällung/Flockung/Abscheider - Aktivkohleadsorber (2-stufig)

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	ca. 60 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. 13 kWh/m ³
Ableitung:	Ableitung in die Donau
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - 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 Aktivkohleabsorbern 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 weiterhin sinkenden Preisen für die Aktivkohle stellt diese Verfahrenskombi-

nation sicherlich eine gute Lösung im Fall einer Indirekteinleitung (erhöhter CSB-Grenzwert) dar.

Welcher Weg zur gesicherten Einhaltung des CSB-Grenzwertes für Direkteinleitung eingeschlagen wird, ist zur Zeit offen. Zur Wahl stehen eine weitere Aktivkohlestufe oder chemische Oxidation. Versuchsweise und mit gutem Erfolg erprobt wurde der Einsatz einer chemischen Oxidation. Diese Variante wird aufgrund des hohen Elektrizitätsbedarfs wahrscheinlich nur in Kombination mit einer Gasverwertungsanlage realisiert, da in diesem Fall die erforderliche Energie kostengünstig zur Verfügung steht.

3.4.2 Deponie Höhenbergen - Tainach

Konzept: Speicherbecken: ca. 2.340 m³
Biologie (Denitrifikation, Nitrifikation, Absetzbecken) - Kiesfilter - Aktivkohleadsorber

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	ca. 31 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. -- kWh/m ³
Ableitung:	Kläranlage
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - Indirekteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die Inbetriebsetzung erfolgt zur Zeit, Betriebserfahrungen liegen daher noch nicht vor.

3.5 Biologische Aufbereitung: Containerbiologie

3.5.1 Gemeindedepone Stockerau

Konzept: Speicherbecken: ca. 580 m³
Biologie in Containerbauweise (Denitrifikation, Nitrifikation, Absetzbecken) - Kiesfilter

Technische Daten:

Verarbeitungskapazität im Jahresmittel:	ca. 55 m ³ /Tag
Energiebedarf:	ca. -- kWh/m ³
Ableitung:	innerbetriebliche Verwendung: z.B. Verdunstungskühlung
Grenzwerte:	lt. EmV 613 - Indirekteinleiter

Betriebserfahrungen:

Die Inbetriebsetzung erfolgt zur Zeit, Betriebserfahrungen liegen daher noch nicht vor.

3.6 Chemisch-physikalische Aufbereitung:

Flockung/Fällung - Aktivkohleadsorption

3.6.1 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 EmV 613. Durch die gewählte Konzeption ist die Einhaltung der EmV 613 nicht möglich.

Erschwerend muß auch die Reinigung des SIWA am Werksgelände gesehen werden, da das SIWA nach erfolgter Aufbereitung durch die Zuführleitung in den Inn abgeleitet wird! Die Ableitung wurde durch die Behörde als sogenannte „Notausleitung“, genehmigt.

Die SRA konnte seit ihrer IBN 1992 noch nicht stabil betrieben werden. Aufgrund der ungewöhnlich hohen Salzfrachten bilden sich leicht Ablagerungen in den Leitungen und im Lamellenabscheider. Dieses Problem wird durch die Aufsatzung aufgrund der Fällungsstufe noch zusätzlich verschärft.

Die Zugabe von Pulverbraunkohle zeigt auch bei hoher Dosierung nur einen sehr beschränkten Reinigungseffekt. Da die verbrauchte Kohle wieder auf der Deponie gelagert wird, werden in der SRA entnommene Schadstoffe wieder in den Kreislauf zurückgeführt.

3.6.2 ABRG - Arnoldstein

Konzept: Speicherbecken: 900 m³
Sulfatfällung - Hydroxidfällung - Sulfidfällung -
Aktivkohleadsorption - Kammerfilterpressen
Gemeinsame Verarbeitung der Deponiesickerwasser 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.

3.6.3 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 EmV 613. Durch die gewählte Konzeption ist praktisch wie auch theoretisch die Einhaltung der EmV 613 nicht möglich. Die Anlage wurde bereits vor mehreren Jahren außer Betrieb genommen. Das Deponiesickerwasser wird seither zu einer chemisch-physikalischen Anlage verbracht.

4 Modell zur Ermittlung der Reinigungskosten (Mayr, 1996)

Die Wasserrechtsgesetznovelle 1990 verlangt im §31b, daß die Überwachung und die Betreuung einer Deponie während der vermutlichen Dauer der Gewässergefährdung sichergestellt erscheint (AAEV, 1996). Da die Höhe dieser Sicherstellung nicht exakt definiert ist und von zahlreichen technischen und kaufmännischen Faktoren abhängt, wurde der ÖWAV-Arbeitsausschuß „Nachsorgekosten von Deponien“ konstituiert.

Die - äußerst kleine - Datenbasis stammt aus einer Fragebogenerhebung im Zeitraum Mai bis September 1995 bzw. aus der Literatur (Mayr, 1994A; Wenger-Oehn, 1994). Da die Qualität der Angaben der retournierten Fragebögen sowohl in technischer, aber auch kaufmännischer Hinsicht starken Schwankungen unterworfen ist, kann das vorgestellte Gleichungssystem nur als Anhaltswert gelten.

Das vorliegende Formelwerk gilt ausschließlich für den Fall der „Direkteinleitung“ gemäß der Deponiesickerwasseremissionsverordnung 613. BGBl/1992, da alle zum Zeitpunkt der Erhebung in Österreich betriebenen Sickerwasserreinigungsanlagen das aufbereitete Wasser direkt in die Gewässer ableiteten.

4.1 Sickerwasseranfall in Abhängigkeit der Deponiefläche

4.1.1 Abflußbeiwert c_F

Der Abflußbeiwert gibt an, welcher Teil der auf die Deponiefläche auftreffenden Niederschlagsmenge im Jahresmittel als Sickerwasser an der Deponiebasis austritt und hängt von zahlreichen Faktoren, u.a. Niederschlagsmenge, Müllverdichtung, Flankenneigung, Müllfeuchte, Art der Oberflächenabdeckung, Schütthöhe etc. ab.

Aus der Auswertung der eingegangenen Fragebögen ergab sich ausschließlich hinsichtlich der jährlichen Niederschlagsmenge eine signifikante Aussage:

$$c_F = \frac{\text{Jahresniederschlag (mm)}}{1000} - 0,5 \dots \dots \dots \text{Gleichung I}$$

Gültigkeitsbereich: 750 < Jahresniederschlag < 1100
0,2 < c_F < 0,6

Die Gleichung gilt für in Betrieb befindliche Deponien mit einer Basisabdichtung nach dem derzeitigen Stand der Technik. Relevante Abweichungen können durch eine SIWA-Rückführung ($0 < c_{F,Rück} < c_F$), dichte Topabdeckung ($0 < c_{F,Top} < c_F$), große offene Schüttbereiche ($c_F < c_{F,Schütt} < 1$) etc. auftreten. In Klimaten mit Jahresniederschlägen von weniger als 750 mm kann ein optimaler Wassergehalt ($c_F=0$) durch Sickerwasserkreislaufführung gewährleistet werden (Kemmerling et al, 1988).

4.1.2 jährlicher SIWA-Anfall (QSIWA)

Die Sickerwasserjahresmenge wird unter Verwendung des Abflußbeiwertes wie folgt bestimmt:

$$Q_{SIWA} [m^3 / a] = \frac{\text{Jahresniederschlag} [mm / a] * c_F * \text{Deponiefläche} [m^2] \dots}{1000}$$

..... Gleichung 2

4.2. Kontaminationsgrad des Sickerwassers

Generell weist SIWA aufgrund der unterschiedlichen Abfallfraktionen eine komplexe Fracht von Schadstoffen auf, wobei die Schadstoffkonzentration - ohne Anspruch auf Vollständigkeit

- von folgenden Faktoren beeinflusst wird:

- Anteil an Schlamm und Kompost
- Dauer der Ablagerung
- Niederschlagsmenge
- Schütthöhe
- Temperatur im Deponiekörper
- Sickerwasserrückführung
- Müllverdichtung.

Der Summenparameter chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) wird in dieser Arbeit als Leitparameter zur Beschreibung der Schadstoffbelastung des SIWA benützt, da aufgrund der strengen gesetzlichen Anforderung bei diesem Parameter im Regelfall die höchste prozentuelle Reinigungsleistung erzielt werden muß.

Die Auswertung der Fragebögen (Mayr und Lengyel, 1995) hat signifikante Abhängigkeiten der Sickerwasserkontamination einerseits vom Gehalt an Schlämmen und Kompost (Org.TS) und andererseits von der Dauer der Ablagerung (t) ergeben. Diese beiden Maßzahlen werden daher zur Ermittlung des jeweils aktuellen chemischen Sauerstoffbedarfs (CSBt) verknüpft, indem in einem ersten Schritt eine Bezugs-CSB-Konzentration (CSBB) als Funktion des Schlamm- und Kompostanteils ermittelt wird. Mit einer zweiten Gleichung wird nachfolgend die zeitliche Veränderung in Anlehnung an das Gasprognosemodell nach Tabasaran-Rettenberger (Tabasaran, 1987) beschrieben.

4.2.1 Schadstoffgehalt in Abhängigkeit des Schlamm- und Kompostanteils (Org.TS)

$$CSB_B [mg / l] = e^{\frac{\text{Org.TS} + 0,336}{0,0607}} \dots \dots \dots \text{Gleichung 3}$$

Gültigkeitsbereich: 0,0 < Org.TS < 0,3

Der Einfluß der Schütthöhe bzw. der Niederschlagsmenge konnte nicht eindeutig quantifiziert werden und wird daher nicht berücksichtigt. Aufgrund der Datenbasis gilt Gleichung 3 nur für den Typ der Reaktordeponie mit großen Anteilen von Hausmüll oder hausmüllähnlichen Gewerbemüll. Für Industriemüll- und Schlackendeponien kann die Formel keine korrekten Ergebnisse liefern, da in diesen Fällen die reinigungsrelevanten Parameter üblicherweise im Bereich der Anorganik anzutreffensind.

4.2.2. Abhängigkeit von der Dauer der Ablagerung (t in Jahren):

Das mathematische Modell der zeitlichen Abnahme der Sickerwasserbelastung in Anlehnung an die Gasprognose nach Tabasaran-Rettenberger führt zu folgender Gleichung:

$$CSB_t [mg / l] = CSB_B * 10^{-0,04 * (t-13,9)} \dots \dots \dots \text{Gleichung 4}$$

Gültigkeitsbereich: 2 Jahre < t < 50 Jahre

4.3 Modell zur Ermittlung der aktuellen Behandlungskosten

4.3.1 Behandlungskosten österreichischer Deponien, Stand 1995

Für die Sickerwasserreinigung sind nur Kosten für die Direkteinleitung des gereinigten Abwassers in einen Vorfluter angegeben, da nur diese Variante zu diesem Zeitpunkt realisiert war. Der Vergleich zu den Kosten bestehender Indirekteinleitungen ohne eigene Aufbereitung (mittlere Kosten: 225,-/m³, Abb. 1) zeigt die momentanen Ungleichgewichte.

4.3.2 Modellansatz

Die Gleichung 5 definiert die Behandlungskosten pro Kubikmeter in Funktion der Sickerwassermenge und der Belastung. Ein indirekter exponentieller Ansatz beschreibt die Abhängigkeit von der Menge ausreichend gut, da die Behandlungskosten bei kleineren Anlagen aufgrund des im wesentlichen identischen Betreuungs-, Wartungs- und regelungstechnischen Aufwands überproportional steigen.

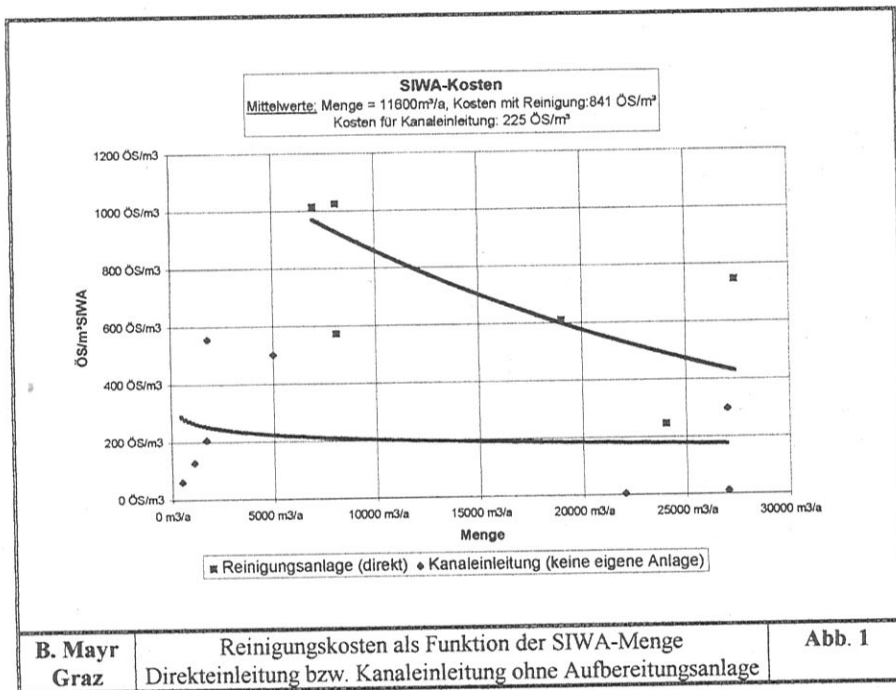
Der Belastung des Sickerwassers wird durch einen Potentansatz Rechnung getragen.

$$k_{SIWA} [öS / m^3] = 1.280 * e^{-\frac{Q_{SIWA}}{25.000}} * \left(\frac{CSB_t}{2.800} \right)^{0,33} \dots \dots \dots \text{Gleichung 5}$$

Gültigkeitsbereich: 2.000 < QSIWA < 80.000

500 < CSBB < 30.000

Direkteinleitung gemäß EmV 613/1992



Die Jahreskosten der Sickerwasserbehandlung ergeben sich somit zu:

$$K_{SIWA} [\text{öS} / \text{a}] = k_{SIWA} * Q_{SIWA} \dots \dots \dots \text{Gleichung 6}$$

4.4 Sensitivitätsanalyse der Aufbereitungskosten

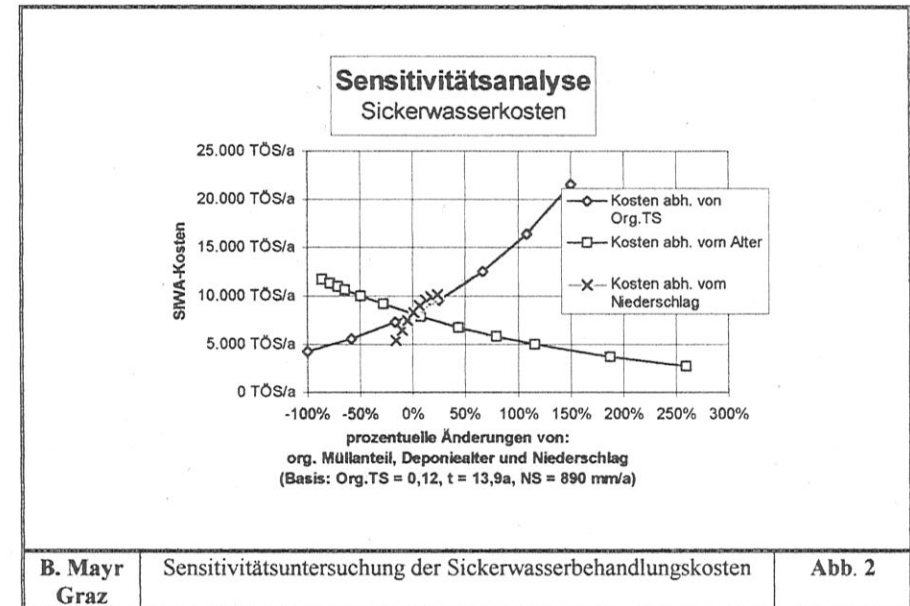
Die Sensitivitätsuntersuchung dient zur Abschätzung des Einflusses der verschiedenen Einflußparameter auf die Kostenfunktion, dazu werden die Modellvariablen „jährliche Niederschlagsmenge (NS), „organischer Schlammanteil (Org.TS),, und „Deponiealter (t),, im jeweiligen Gültigkeitsbereich geändert. Das Ergebnis in **Abb. 2** dargestellt.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, daß die Kostenfunktion des Berechnungsmodells am empfindlichsten auf eine Änderung der Niederschlagsmenge reagiert. Generell führt eine höhere Niederschlagsmenge zu erhöhten Gesamtbehandlungskosten, allerdings flacht die Kurve bei einer Änderung > + 10 % deutlich ab. Dies ist auf sinkende mengen-spezifische Behandlungskosten in größeren Anlagen zurückzuführen. Dies ist in Gleichung 5 durch die negative Exponentialfunktion mathematisch begründet.

Ein größerer organischer Schlammanteil führt ebenfalls zu einer Zunahme der Behandlungskosten. Die Kurve zeigt einen starken Kostenanstieg im obersten Teil des Gültigkeitsbereichs

begründet ist, kann das Modell für Werte von $0,2 < \text{Org.TS} < 0,3$ eventuell zu einer überhöhten Kostenabschätzung führen.

Sinkende Kosten ergeben sich mit zunehmendem Deponiealter, wobei im Gültigkeitsbereich von Gleichung 4 eine Kostenreduktion um 78 % zwischen dem 2. und 50. Jahr prognostiziert wird. Sprunghafte Kostenänderungen, die etwa durch eine Änderung der Behandlungstechnik oder durch eine Reinvestition der Anlagentechnik verursacht werden könnten, sind im vorgestellten Modell nicht berücksichtigt.



5 Abhängigkeiten der spezifischen Behandlungskosten

- Belastung des SIWA mit Schadstoffen: proportional steigende Kosten
- SIWA-Menge: indirekt proportional sinkende Kosten
- Platzangebot zur Errichtung der SRA
- gewählte Verfahrenstechnik
- notwendiger Betreuungsaufwand
- Art der Ableitung: Direkt-Indirekt, Immissionsbeschränkungen, Größe des Vorfluters, Distanz bis zur Einleitstelle
- klimatische Verhältnisse beeinflussen die Energiekosten
- Auflagen der Behörde (Bau- und Naturschutzaufgaben, Beweissicherung)
- Gewinnkalkulation des Anlagenbauers
- Konkurrenzsituation
- Abschreibungsdauer

6 Zusammenfassung

Wie aus einer Erhebung für den ÖWAV-Ausschuß „Nachsorgekosten von Deponien“, (Mayr, 1996) ersichtlich ist, bewegt sich der Aufbereitungspreis der derzeit in Österreich installierten Sickerwasserreinigungsanlagen zwischen etwa ÖS 450.- bis ÖS 1.400.-. Natürlich bestimmen die in Punkt 5 genannten Faktoren im Einzelfall die tatsächlichen Reinigungskosten. Besonders hervorzuheben ist die Abhängigkeit der Behandlungskosten von der Qualität **und** Menge des Sickerwassers.

Abschließend sollen nochmals die derzeit häufigsten Probleme der Deponiesickerwasserreinigung aufgelistet werden, allerdings ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

- Mangelhaft ausgebildetes Bedienungspersonal
- Falsche Ermittlung der Auslegungsgrundlagen
- Unterschätzung der Unregelmäßigkeiten im Anfall und Zusammensetzung des Sickerwassers (zu kleine Speicherbecken)
- Unterschätzung der Korrosivität und falsche Materialwahl
- zu geringe Automatisierung
- zu geringe Sicherheiten in der Dimensionierung der Anlagenteile
- Unterschätzen der Interaktionen (Entschäumer \leftrightarrow Permeatleistung)

Literaturverzeichnis

- Ahting, D. (1994):
Behälterbiologie, Ultrafiltration, Aktivkohle - Deponie Fröndenberg.
In: B. Mayr (Hrsg.): 2. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Bad Gleichenberg
- Dahm, W. (1994):
Sickerwasserreinigung.
EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH
- Dorau, W. (1991):
Kritische Anmerkungen zu den Mindestanforderungen für Direkt- und Indirekteinleiter von Deponiesickerwasser; kritische Anmerkungen zum heutigen Konzept der Abfallbeseitigung.
In: Enviro Consult (Hrsg.): Deponiesickerwasserreinigung, Tagung, München
- Ernst, P. (1994):
Sickerwasserreinigung der Deponie Ahrental.
In: B. Mayr (Hrsg.): 2. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Bad Gleichenberg
- Giselbrecht, G. (1994):
Beckenbiologie, Mikrofiltration, Umkehrosmose - Deponie Purgstall.
In: Mayr B. (Hrsg.): 2. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Bad Gleichenberg
- Hefler, F. (1993):
Gesetzliche Anforderungen bezüglich Sickerwasseremissionen aus Abfalldeponien.
In: A.S.A. Süd (Hrsg.): 1. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Judenburg
- Kemmerling, W.; Lechner, P.; Pawlick, R. (1988):
Richtlinien für Mülldeponien.
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft und Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien
- Mayr, B. (1993):
Biologische Sickerwasserreinigung.
In: A.S.A. Süd (Hrsg.): 1. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Judenburg
- Mayr, B. (1994a):
Hochleistungsbiologie und Membrantrenntechnik zur Abwasserreinigung: Fallstudie Deponiesickerwasser.
Österr. Wasserwirtschaft 46 (7/8), 195
- Mayr, B. (1994b):
Behälterbiologie BIOJET* mit nachgeschalteter Umkehrosmose - Deponie Halbenrain.
In: Mayr B. (Hrsg.): 2. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Bad Gleichenberg

Mayr, B.; Lengyel, W. (1995):
ÖWAV-Fragebögen zur Ermittlung der Nachsorgekosten österreichischer Deponien.
Arbeitsausschuß „Nachsorgekosten von Deponien,, ÖWAV, Wien

Mayr, B. (1996):
Aufwandsschätzung für die Deponiesickerwasser- und Gasbehandlung im Nachsorgezeitraum
Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft 48 (1996), 9/10, 281-288

Mostbauer, P. (1995):
Bericht über das 2. österreichische Sickerwasser-Seminar.
Österr. Wasserwirtschaft 47 (1/2), 21

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

Teschner, J.P. (1994):
Behälterbiologie, Umkehrosmose, Eindampfung, Trocknung - Deponie Damsdorf/Tensfeld.
In: B. Mayr (Hrsg.): 2. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Bad Gleichenberg

Schuhmann R. (1993):
Sickerwasserreinigungsanlage Karlsruhe-Ost.
In: A.S.A. Süd (Hrsg.): 1. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Judenburg

Tabasaran, O.; Rettenberger, G. (1987):
Grundlagen zur Planung von Entgasungsanlagen.
in: Hösel, Bilitewski, Schenkel, Schnurer (Hrsg.): Müllhandbuch, Band 1, Kennzahl
4547; Erich Schmidt Verlag

Woelders, J.A. (1994):
Entwicklungen bei der Sickerwasserreinigung und Reststoffaufbereitung auf der Großmüllde-
ponie V.A.M., Wijster, Niederlande.
In: B. Mayr (Hrsg.): 2. Österreichisches Sickerwasser-Seminar, Bad Gleichenberg

Wenger-Oehn, H., Braun, R. (1994):
Untersuchungen zum Einsatz von Membranbioreaktorsystemen.
Entsorgungs Praxis 11/94, 49-57

Abkürzungen:

SIWA Deponiesickerwasser
SRA Deponiesickerwasser-Reinigungs-Anlage