

AUFKOMMEN UND BEHANDLUNG VON DEPONIESICKERWASSER

Bestandsaufnahme an ausgewählten
österreichischen Deponien

Elisabeth Schachermayer
Christoph Lampert



Projektleitung

Elisabeth Schachermayer

AutorInnen

Elisabeth Schachermayer

Christoph Lampert

Übersetzung

Brigitte Read

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Ute Kutschera

Umschlagbild

Umkehrosmose (© Elisabeth Schachermayer/Umweltbundesamt)

Diese Publikation wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3 Abfallbehandlung und Altlastensanierung, erstellt.

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

Impressum

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

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf CO₂-neutralem 100 % Recyclingpapier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2009

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-049-2

INHALT

INHALT	3
ZUSAMMENFASSUNG	5
SUMMARY	8
1 EINLEITUNG	11
2 PROJEKTZIEL	12
3 ENTSTEHUNG VON DEPONIESICKERWASSER	13
4 RECHTLICHE SITUATION	15
5 METHODIK	21
5.1 Auswahl der Deponien	21
5.2 Erhebung der Daten	21
6 ERGEBNISSE	23
6.1 Entwässerungssysteme	23
6.2 Praxis der Sickerwasserbehandlung in Österreich	23
6.2.1 Erfasste Sickerwassermengen	24
6.2.2 Einleitung in Kläranlagen	24
6.2.3 Verwendete Verfahren zur Behandlung von Deponiesickerwasser am Standort	24
6.2.4 Überwachung des Sickerwassers	34
6.3 Sickerwasserqualität und Frachten	34
6.4 Zusammenfassung der Entsorgungswege der bei der Sickerwasserbehandlung erzeugten Rückstände	36
6.5 Probleme im Betrieb der Behandlungsanlagen	36
6.6 Erhebung der spezifischen Kosten der Behandlungsverfahren	37
6.6.1 Entsorgungskosten Sickerwasser Kläranlage	38
6.6.2 Entsorgungskosten Sickerwasser + Grundwasser Kläranlage	39
6.6.3 Behandlungskosten von Sickerwasser am Standort	41
6.6.4 Vergleich der Behandlungs-/Entsorgungskosten von Sickerwasser	42
7 BEITRAG VON DEPONIEEN ZUR GESAMTBELASTUNG DER KLÄRANLAGEN	43
8 FOLGERUNGEN	49
9 LITERATURVERZEICHNIS	50

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Projektes war es darzustellen, wie Deponiesickerwasser in Österreich derzeit behandelt wird. Dabei sollten alle Arten von Deponie(unter)klassen in die Untersuchung mit einbezogen werden, in denen Sickerwasser anfällt, das einer Behandlung unterzogen werden muss. Des Weiteren wurden bei einzelnen Deponien die Kosten für die Deponiesickerwasserbehandlung bzw. -entsorgung erhoben.

Basis für die Auswahl der Deponien waren die zu erwartende Sickerwasserqualität sowie die angewandten Behandlungsarten. Es wurden sämtliche in Betrieb befindliche Massenabfalldeponien in die Studie mit einbezogen. Zusätzlich wurden neun geschlossene Deponien für Siedlungsabfälle ausgewählt. Für die Deponieunterklassen Reststoffdeponie und Baurestmassendeponie wurden die Standorte mit den größten abgelagerten Abfallmengen aus der Deponiedatenbank ausgesucht. Die Erhebung der Daten wurde mittels Fragebogen durchgeführt. Fünf Deponien wurden nach den Kriterien „interessante Sickerwasserbehandlung“ und „Bereitschaft zur Information über Behandlungskosten“ ausgewählt und besucht.

Die Rücklaufquote der Fragebögen betrug 67 %, das heißt 35 der 52 kontaktierten Deponiebetreiber übermittelten Informationen, wobei jedoch unterschiedlich viele Angaben gemacht wurden. Die Auswertung der Fragebögen zeigte, dass 21 Deponien über eine Basisdichtung verfügen, 7 über eine vertikale Umschließung und 5 sowohl über eine Basisdichtung als auch eine vertikale Umschließung. Auf nahezu allen Deponien wird nicht verunreinigtes Oberflächenwasser getrennt erfasst und abgeleitet; alle 35 Deponien verfügen über Sickerwasserspeicherbecken. Von 19 Deponien wurde angegeben, dass das anfallende Sickerwasser in die Kanalisation eingeleitet wird. Es handelt sich dabei durchwegs um Massenabfalldeponien, fünf davon sind bereits geschlossen. Von diesen 19 Deponien verfügen 10 über eine vertikale Umschließung, 9 über eine Basisdichtung.

An mindestens 12 Standorten in Österreich (von 10 gab es Rückmeldungen, 5 davon wurden im Rahmen dieses Projektes besucht) wird Sickerwasser am Standort selbst behandelt. Hierfür werden folgende Verfahren eingesetzt (drei dieser Verfahren werden auf den besuchten Deponien angewendet):

- Biologisch-physikalische Behandlung mit Biologie, Mikrofiltration und Umkehrosmose (3 Anlagen).
- Biologisch-chemisch-physikalische Behandlung mit Biologie, Schlammfällung, Neutralisation, Nachklärung (2 Anlagen).
- Physikalische Behandlung mit Umkehrosmose mit pH-Wert-Absenkung, Ozonierung, Zentrifuge, Umkehrosmose (4 Anlagen).
- Biologische Behandlung mit Container-Biologie, Nachklärung, Sandfilter (1 Anlage).
- Chemisch-physikalische Behandlung mit Fällung, Oxidation und Aktivkohlefiltration (1 Anlage).
- Nur Wasserstoffperoxid zur Geruchsminimierung (1 Anlage).

Projektziele

Auswahlkriterien für die Deponien

Auswertung von 35 Fragebögen

Sickerwasserbehandlung am Standort

Bei zwei Standorten wird das (vor)behandelte Abwasser in die Kanalisation (Indirekteinleiter) entsorgt, bei acht Anlagen wird das gereinigte Sickerwasser in einen Vorfluter eingeleitet.

**Schadstoffbelastung
des Sickerwassers**

Von 19 Deponien wurde angegeben, dass das anfallende Sickerwasser ohne Vorbehandlung der Kanalisation zugeführt wird. Aus den gemeldeten Daten über die Sickerwasserqualität ist erkennbar, dass erwartungsgemäß die geringste Belastung bei Baurestmassendeponien auftritt; bei Reststoffdeponien ist die organische Belastung im Vergleich zu Massenabfalldeponien gering.

**Grenzwerte werden
nicht immer
eingehalten**

Kritische Parameter für das Sickerwasser von Massenabfalldeponien sind der CSB (chemischer Sauerstoffbedarf) und der TOC (organischer Kohlenstoffgehalt) sowie der Ammonium-Gehalt (NH₄-N). Diese Parameter sind in der AEV Deponiesickerwasser für die Indirekteinleitung begrenzt, wobei die Grenzwerte – vor allem derjenige für Ammonium-Stickstoff – nicht immer eingehalten werden. Dennoch ist bei vielen Anlagen der Beitrag der Deponiesickerwässer bzw. der Mischung aus Grundwasser und Deponiesickerwässern an den insgesamt in den Kläranlagen behandelten CSB- und BSB₅-Frachten sehr gering. In Hinblick auf Stickstoff ist Deponiesickerwasser jedoch bei zahlreichen Kläranlagen ein relevanter Eintrag. Bei diesen Anlagen ist jedenfalls verstärkt auf eine Einhaltung der erlaubten Ablaufkonzentrationen zu achten. Für Deponiestandorte, deren Sickerwasser bei der Mitbehandlung in Kläranlagen die Qualität des Ablaufs maßgeblich verschlechtern, sollte eine Behandlung am Standort in Erwägung gezogen werden.

**unterschiedliche
Kosten der SiWa-
Behandlung**

Die Kosten der Sickerwasserentsorgung bzw. -behandlung zeigen große Unterschiede. Erwartungsgemäß sind die mittleren Kosten der Behandlung am eigenen Standort am höchsten. Werden die spezifischen Kosten je m³ nicht vermisches Sickerwasser bei Zuleitung zu einer Kläranlage mit der Behandlung am Standort verglichen, so sind die Kosten rund 5,5-mal niedriger.

Tabelle: Spezifische Reinigungs- bzw. Entsorgungskosten ausgewählter Deponien.

	spezifische Kosten in €		
	je m ³	je kg CSB	je kg BSB ₅
Standorte ohne eigene Behandlungsanlage (kommunale Kläranlagen)	7,06	19,93	504,03
	12,50	4,19	89,29
	15,38	3,03	16,76
	8,13	2,87	32,22
	0,55	4,78	15,31
	4,51	1,03	
	1,22	1,42	
Anlagen mit vertikaler Umschließung	5,88	9,42	45,00
	11,52	1,70	6,40
	2,00	1,12	7,00
	1,76	17,34	85,99
	2,15		
	2,86		

	spezifische Kosten in €		
	je m ³	je kg CSB	je kg BSB ₅
Anlagen mit eigener Behandlungsanlage	33,50	22,26	129,77
	17,13	19,22	
	12,00	4,74	
	34,00	13,48	
	34,00		
	19,68		

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt der Vergleich der spezifischen Kosten, bezogen auf den CSB: hier ist die Behandlung am Standort rund 4,5-mal teurer. Die Behandlung von Sickerwasser und Grundwasser aus Deponien aus Standorten mit vertikaler Umschließung ist – bezogen auf die spezifischen Kosten je kg CSB – vergleichbar mit jener von reinem Sickerwasser in Kläranlagen. Bei zwei Standorten mit Umschließung liegen die spezifischen Kosten in der Bandbreite der Standorte mit eigener Sickerwasserbehandlung.

SUMMARY

The aim of the project was to show how landfill leachate is currently treated in Austria. The purpose of the study was to include all types of the landfill (sub)categories where leachates arise and need to be treated. Furthermore the costs for the treatment of landfill leachate were assessed for individual landfill sites.

The basis for the selection of the landfills was the leachate quality to be expected as well as the treatment processes applied. All mass waste landfills in operation were included in the study. In addition, 9 closed municipal waste landfill sites were also selected. For the landfill (sub)categories residual waste landfill and construction waste landfill, the sites with largest quantities of landfilled waste were selected from the landfill database. Data were collected via questionnaires. 5 landfills were selected and visited on the basis of the criteria „leachate treatment of interest” and „willingness to provide information on treatment costs”.

The questionnaire response rate was 67%, i.e. 35 out of the 52 landfills that were contacted provided information of varying quantity, depending on the operator. The questionnaires showed that 21 of the 35 responding landfills are equipped with bottom sealing, 7 of the 35 responding landfills have vertical sealing and that 5 of the 35 responding landfills have both bottom and vertical sealing. At nearly all landfills non-contaminated leachate is collected separately and discharged; all responding landfills have a leachate storage basin. 19 landfills stated that accumulating leachate is discharged into the sewage system. These landfills are all mass waste landfills, 5 of which are already closed. Of the 19 landfills, 10 have vertical and 9 bottom sealing.

On at least 12 landfill sites in Austria (of which 10 were among the responding landfills, of which 5 were visited in the course of this project) leachate is treated on site. The following processes are applied (3 of them at the landfills that were visited):

- Biological-physical treatment using biology, microfiltration and reverse osmosis: 3 facilities
- Biological-chemical-physical treatment using biology, sludge precipitation, neutralisation, secondary sedimentation: 2 facilities
- Physical treatment using reverse osmosis with pH value reduction, ozonisation, centrifuge, reverse osmosis: 4 facilities
- Biological treatment using container biology, secondary sedimentation, sand filter: 1 facility
- Chemical-physical treatment with precipitation, oxidation and activated carbon filtration; 1 facility
- Only hydrogen peroxide for odour minimisation: 1 facility

At 2 landfill sites (pre)treated leachate is discharged into the sewage system (indirect effluent). 8 facilities stated that purified leachate was discharged into a receiving water body.

19 landfills stated that they discharge accumulating leachate into the sewage system without treatment. From the reported data on leachate quality one can gather that construction waste shows the lowest levels of contamination, as would be expected; at residual waste landfills organic pollution is low in relation to mass waste landfills. The critical parameters for leachate at mass waste landfills are COD (chemical oxygen demand) and TOC (organic oxygen content) as

well as ammonium content (NH₄-N). These parameters are limited for indirect effluents under the wastewater emission ordinance for landfill leachate, although these limit values, especially for ammonium nitrogen, are not always complied with. Nevertheless, contributions of landfill leachate – or a mixture of groundwater and landfill leachate – in the COD and 5-day BOD loads treated at sewage treatment plants overall are very low for many facilities. With regard to nitrogen, however, landfill leachate accounts for a relevant input at a large number of sewage treatment plants. In these facilities one should put more effort into aiming for compliance with the permitted effluent concentrations. For landfills whose leachates, when co-treated in sewage treatment plants, significantly reduce the effluent quality, on-site treatment should be considered.

The costs incurred for the disposal or treatment of leachate vary widely. As expected, the highest costs incurred are the mean costs for on-site treatment. When comparing the specific costs per m³ of unmixed leachate removed to a sewage treatment plant with on-site treatment, the costs are 5.5 times lower.

Table: Specific treatment and disposal/discharge costs.

	specific costs in €		
	per m ³	per kg COD	per kg 5-day BOD
facilities without on-site treatment (municipal sewage treatment plants)	7.06	19.93	504.03
	12.50	4.19	89.29
	15.38	3.03	16.76
	8.13	2.87	32.22
	0.55	4.78	15.31
	4.51	1.03	
	1.22	1.42	
facilities with vertical sealing	5.88	9.42	45.00
	11.52	1.70	6.40
	2.00	1.12	7.00
	1.76	17.34	85.99
	2.15		
	2.86		
facilities with on-site treatment	33.50	22.26	129.77
	17.13	19.22	
	12.00	4.74	
	34.00	13.48	
	34.00		
	19.68		

A similar result was achieved when comparing the specific costs related to COD: here on-site treatment is about 4.5 times more expensive. With the exception of one facility (very low COD concentration) the specific treatment costs at the sewage treatment plant are lower than the costs for the cheapest treatment on site. The treatment of groundwater + leachate from landfills with vertical sealing is, in terms of the specific costs per kg of COD, comparable to the treatment of pure leachate in sewage treatment plants. At 2 facilities with sealing the specific costs are within the range of the costs incurred at facilities with on-site leachate treatment.

1 EINLEITUNG

Gemäß Deponieverordnung ist für jede Deponie (ausgenommen Bodenaushubdeponie) ein Basisentwässerungssystem zu errichten, das dauerhaft das anfallende Deponiesickerwasser¹ erfassen und ableiten soll. Für das aus dem Deponiekörper abgeleitete Deponiesickerwasser ist ein ausreichend dimensioniertes Speicherbecken zu errichten, wobei für geruchsintensives Sickerwasser ein geschlossenes Speicherbecken zu wählen ist.

***SiWa-Erfassung und
-behandlung gem.
DeponieVO***

Bei jeder Deponie (ausgenommen Bodenaushubdeponie) ist sicherzustellen, dass Deponiesickerwasser, verunreinigtes Oberflächenwasser des Deponiekörpers und Kondensat aus dem Deponiegas getrennt von den sonstigen im Deponiebereich anfallenden, nicht verunreinigten Wässern erfasst werden. Eine Vermischung zur gemeinsamen Speicherung und Behandlung ist nur dann zulässig, wenn dadurch die Behandlung nicht erschwert wird und bei gemeinsamer Behandlung der gleiche Reinigungseffekt – bezogen auf die Schmutzfrachtfremdung – erzielt wird wie bei getrennter Behandlung.

Die Verwendung von Deponiesickerwasser ist nur zu betrieblichen Zwecken (Förderung biologischer Abbauprozesse im Deponiekörper, Staubminimierung) unter verschiedenen Voraussetzungen gestattet. Die Verwendung von Konzentraten aus der Sickerwasserbehandlung ist jedenfalls unzulässig.

Für eine ordnungsgemäße Behandlung der anfallenden Deponiesickerwässer ist Sorge zu tragen. Im Falle der Einleitung in ein Gewässer oder in eine Kanalisation sind die Anforderungen des WRG 1959 zu erfüllen.

Die ordnungsgemäße Sickerwasserbehandlung kann ein bedeutender Kostenfaktor im Deponiebetrieb und in der Deponienachsorge sein. Über die derzeitige Behandlungssituation in Österreich fehlt ein genauere Überblick.

Die Sickerwasserbehandlung hat sich in den letzten Jahren stets weiterentwickelt. Hierbei spielt insbesondere die einzelfallbezogene Auswahl der geeignetsten Verfahrenskombination eine große Rolle, zumal sich die einzelnen Sickerwässer in ihrer Qualität, Quantität und deren Schwankungsbereich stark unterscheiden.

¹ Deponiesickerwasser ist im Kompartiment anfallendes Wasser, das insbesondere durch in das Kompartiment eingedrungene, infolge von Auslaugungsvorgängen angereicherte Niederschlagswasser, durch belastetes Überschusswasser aus Abfällen mit hohem Wassergehalt und durch infolge von Zersetzungsvorgängen entstandenes Reaktionswasser gebildet wird.

2 PROJEKTZIEL

Behandlung von Sickerwässern

Im Projekt sollte untersucht werden, wie Deponiesickerwasser in Österreich derzeit behandelt wird. Dabei wurden alle Arten von Deponie(unter)klassen in die Untersuchung mit einbezogen, in denen Sickerwasser anfällt, das einer Behandlung unterzogen werden muss.

Dies betrifft vor allem Massenabfalldeponien, aber auch Baurestmassendepo-
nien und Reststoffdeponien. Die Deponieklasse Inertabfalldeponie wurde erst mit der neuen Deponieverordnung geschaffen und daher in dieser Untersu-
chung nicht einbezogen.

Stand der Technik

Im Rahmen der Studie wurden sämtliche in Betrieb befindliche Massenabfall-
deponien sowie jeweils fünf Reststoff- und Baurestmassendepo-
nien überprüft. Zusätzlich wurden sieben geschlossene Deponien für Siedlungsabfälle mit un-
tersucht. Dadurch wird der Stand der Technik auf dem Gebiet der Sickerwas-
serbehandlung auf österreichischen Deponien dokumentiert.

Kostenerhebung für die SiWa-Behandlung

Darüber hinaus wurden bei den Deponien im Detail die Kosten für die Deponie-
sickerwasserbehandlung erhoben. Dazu wurden fünf Deponien ausgewählt und
besucht. Die Auswahl erfolgte anhand der telefonisch bekundeten Bereitschaft
der Anlagenbetreiber, entsprechende Daten zur Fragebogenerhebung zur Ver-
fügung zu stellen.

3 ENTSTEHUNG VON DEPONIESICKERWASSER

Als Deponiesickerwasser wird Wasser bezeichnet, welches an der Basis einer Deponie bzw. eines Kompartiments anfällt. Dort wird es entsprechend den technischen Regeln gefasst, abgeleitet und einer Behandlung zugeführt.

Deponiesickerwasser entsteht beim Durchsickern von **Niederschlag** durch den Deponiekörper. Niederschlagswasser, das nicht als Oberflächenwasser abgeleitet wird oder verdunstet, infiltriert den Abfallkörper und kommt dort in Kontakt mit den abgelagerten Abfällen. Die Zusammensetzung eines Deponiesickerwassers wird hauptsächlich durch biochemische Umsetzungs- und Auslaugungsprozesse im Deponiekörper beeinflusst, welche ihrerseits von der Art und Menge der abgelagerten Abfälle sowie der Ablagerungsdauer abhängig sind. Sickerwasser fällt an, wenn mehr Wasser in den Deponiekörper gelangt als seiner Speicherkapazität entspricht. Ausschlaggebend ist hier nicht ein kurzes Niederschlagsereignis, sondern die Summe der Niederschläge über einen längeren Zeitraum.

Kriterien für die SiWa-Bildung

Das **Speichervermögen** der Deponie ist ein wichtiger Faktor für die zeitliche Entwicklung der Sickerwassermengen. Bei biologischen Umsetzungsprozessen kann sowohl Wasser gebildet (aerobe Prozesse) als auch verbraucht werden (anaerobe Prozesse). Der Wasserverbrauch kann dabei mit maximal 6–7 % abgeschätzt werden. Aufgrund der zahlreichen, von Deponie zu Deponie variierenden Einflussfaktoren kann der mittlere Sickerwasseranfall nur näherungsweise abgeschätzt werden.

Alter und Aufbau des **Deponiekörpers** und die Gestaltung der **Deponieoberfläche** beeinflussen den Sickerwasseranfall in starkem Maß. Bedingt durch die Speicherung von Niederschlagswasser in den ersten Jahren nach der Abfallablagung (Schwammefekt) sind in dieser Zeit deutlich geringere Sickerwassermengen zu erwarten. Bei Erreichen der Wassersättigung erhöht sich der Sickerwasseranfall. Nach Aufbringung der Oberflächenabdeckung/-abdichtung stellt sich ein Rückgang der Sickerwassermengen ein.

Deponiesickerwasser ist ein Bilanzparameter im **Wasserhaushalt** einer Abfalldeponie. Die anfallende Menge ergibt sich hauptsächlich aus der Differenz zwischen Niederschlag, Oberflächenabfluss, Verdunstung und Speicherwasser; aber auch das Einbauwasser, welches mit den Abfällen eingebracht wird, der Wasseraustrag über das Deponiegas, der Wassereintrag durch Sickerwasserkreislauführung, Rückverpressung und Ähnliches spielen beim Wasserhaushalt einer Deponie eine Rolle.

Darüber hinaus sind nach Abschluss der Abfallablagung der Zeitpunkt und die Art der **Oberflächenabdichtung** wesentliche ausschlaggebende Faktoren für die anfallenden Sickerwassermengen. Bei Altdeponien kann im Jahresdurchschnitt mit folgenden Sickerwassermengen gerechnet werden (KOSS & TRAPP 2003):

- offene Flächen: 4–10 m³/ha.d
- rekultivierte Flächen: 1–3 m³/ha.d
- abgedichtete Flächen: < 1 m³/ha.d

**Sickerwasser-
qualität**

Für die Behandlung und Einleitung von Sickerwasser ist neben der Menge vor allem die Zusammensetzung bedeutend. Die Sickerwasserqualität wird in erster Linie durch die Abfallarten, die Durchsickerungstrecke und den Ablagerungszeitraum beeinflusst.

**Abbauprozesse in
der Deponie**

Der Abbau von biogenen Abfällen im Deponiekörper erfolgt in mehreren Phasen. In den oberflächennahen aeroben Zonen erfolgen Umsetzungen, wie sie bei der Kompostierung bekannt sind. Sobald neue Abfallschichten den Sauerstoffeintrag unterbinden, setzt eine saure Gärung ein. Während dieser Phase werden insbesondere Carbonsäuren und Alkohole gebildet, die in der Regel gut wasserlöslich sind. Das Sickerwasser aus dieser Phase zeichnet sich durch einen niedrigen pH-Wert und eine hohe Konzentration an BSB₅ (= biochemischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen) aus. Der BSB₅ ist diejenige Menge an Sauerstoff in mg/l, die Bakterien und alle anderen im Wasser vorhandene Mikroorganismen bei einer Temperatur von 20 °C innerhalb von fünf Tagen verbrauchen, woraus auf die Menge der dabei abgebauten organischen Stoffe geschlossen werden kann; hierbei handelt es sich um leicht abbaubare organische Substanzen.

Nach wenigen Monaten setzt allmählich ein Abbau von Carbonsäuren und Alkoholen durch acetogene und methanogene Bakterien zu Methan ein. Durch die Elimination von Carbonsäuren steigt der pH-Wert im Sickerwasser an. Nach einigen Jahren entsteht in der Deponie ein stabiler methanogener Abbau, wodurch eine Senkung des BSB₅ und ein schwach alkalischer pH-Wert im Sickerwasser resultieren.

**Schadstoffe im
Sickerwasser**

Da der abgelagerte Abfall in der Regel aus sehr unterschiedlichen Fraktionen besteht, findet sich im Sickerwasser eine sehr komplexe Fracht von Schadstoffen. Neben den organischen Stoffen, die in Form von Summenparametern wie „Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff“ (total organic carbon – TOC), „Chemischer Sauerstoffbedarf“ (CSB), BSB₅ und „Adsorbierbare organisch gebundene Halogene“ (AOX) bestimmt werden, ist insbesondere die Stickstofffracht von Bedeutung. Der Stickstoff liegt zumeist als Ammonium-Stickstoff oder organisch gebunden vor. Die Konzentrationsabnahme im Sickerwasser erfolgt sehr langsam. Bis zur Einhaltung des Grenzwertes von 70 mg/l für Gesamtstickstoff wird eine Nachsorgezeit von 120 bis 450 Jahren prognostiziert (KOSS & TRAPP 2003). Stickstoff ist daher für den Behandlungszeitraum nach den heutigen Maßstäben *der* relevante Parameter für die Dauer der Nachsorge.

Der CSB ist ein wesentliches Beurteilungsmerkmal für das Restemissionspotenzial von Siedlungsabfalldeponien; er steht für schwer abbaubare organische Stoffe im Sickerwasser und sein Wert ist lange Zeit sehr hoch.

Die mit dem Summenparameter AOX erfassten Stoffe werden als gefährlich eingestuft und ihre Grenzwerte sind daher auch für Indirekteinleiter zwingend einzuhalten. Da die AOX-Konzentration im unbehandelten Sickerwasser vielfach über dem Grenzwert von 0,5 mg/l liegt, ist diesem Parameter ein besonderer Stellenwert zuzuschreiben.

Zudem sind insbesondere im Sickerwasser von Deponien, auf welchen überwiegend anorganische Abfälle abgelagert werden, große Mengen an Salzbildnern wie Chlorid, Sulfat, Hydrogencarbonat und Natrium enthalten.

4 RECHTLICHE SITUATION

Sickerwasser ist eine Materie, welche

- im Abfallwirtschaftsgesetz,
- in der Deponieverordnung,
- im Wasserrechtsgesetz,
- in der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung sowie
- in der Abwasseremissionsverordnung Deponiesickerwasser

behandelt wird. Neben den rechtlichen Vorgaben gibt es das Regelblatt 31 „Deponiesickerwasser“ des ÖWAV, das insbesondere auf Behandlungsmöglichkeiten von Sickerwasser eingeht.

In diesem Abschnitt wird ein Überblick der Gesetze bzw. Verordnungen gegeben, die im Zusammenhang mit Sickerwasser wesentlich sind. Dies umfasst die Pflichten zur Erfassung und der Behandlung von Sickerwasser, das Daten- und Messprogramm, die Meldepflichten der Betreiber sowie die Oberflächenabdichtung als wesentliche Einflussgröße für die Sickerwasserbildung.

(1) Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002)

Gemäß § 21 (4) AWG haben die Inhaber einer Deponie die Messergebnisse des Mess- und Überwachungsverfahrens (§ 47 Abs. 2 Z. 2) der im vorangegangenen Kalenderjahr vorgenommenen Messungen bis spätestens 10. April jeden Jahres der für die Überwachung zuständigen Behörde zu melden.

In § 47 (2) wird festgelegt, dass Genehmigungsbescheide Maßnahmen betreffend Mess- und Überwachungsverfahren (Mess-, Überwachungs- und Notfallplan im Sinne der RL 1999/31/EG über Abfalldponien) beinhalten müssen.

Deponieverordnung Stand 2004 und 2008

Die Deponieverordnung 1996 wurde 2004 und 2008 novelliert. Im Folgenden wird deshalb der Stand sowohl vor der letzten als auch entsprechend der jüngsten Novellierung kurz wiedergegeben. Es gibt nur geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Verordnungen.

(2) Deponieverordnung 2004

Gemäß § 19 Abs. 1 Deponieverordnung 2004 ist für jede Deponie, ausgenommen eine Bodenaushubdeponie, ein Basisentwässerungssystem zu errichten, das dauerhaft das anfallende Deponiesickerwasser erfassen und ableiten soll. Für das aus dem Deponiekörper abgeleitete Deponiesickerwasser ist außerhalb des Deponiekörpers, jedoch innerhalb des Deponiebereiches, ein ausreichend dimensioniertes Speicherbecken zu errichten, wobei für geruchsintensives Sickerwasser ein geschlossenes Speicherbecken zu wählen ist.

**verpflichtendes
Entwässerungs-
system**

§ 21 Abs. 2 Deponieverordnung 2004 besagt Folgendes: Bei jeder Deponie, ausgenommen eine Bodenaushubdeponie, ist sicherzustellen, dass Deponiesickerwasser, verunreinigtes Oberflächenwasser des Deponiekörpers und Kondensat aus dem Deponiegas getrennt von den sonstigen im Deponiebereich an-

fallenden, nicht verunreinigten Wässern erfasst werden. Gemäß § 21 Abs. 3 Deponieverordnung 2004 sind aus verschiedenen Deponietypen getrennt gesammelte Deponiesickerwässer unterschiedlicher Zusammensetzung sowie verunreinigtes Oberflächenwasser und wässriges Deponiegaskondensat grundsätzlich getrennt zu speichern und getrennt zu behandeln. Eine Vermischung zur gemeinsamen Speicherung und Behandlung ist nur dann zulässig, wenn dadurch die Behandlung nicht erschwert wird und bei gemeinsamer Behandlung der gleiche Reinigungseffekt bezogen auf die Schmutzfrachtfremdung erzielt wird wie bei getrennter Behandlung.

Gemäß § 27 Abs. 3 Deponieverordnung 2004 sind gesammelte Deponiesickerwässer sowie Abläufe von Behandlungsanlagen mengenmäßig zu erfassen, regelmäßig zu beproben und zu analysieren. Hinsichtlich Probenahme und Analysemethoden sind die gemäß WRG 1959 vorgesehenen Methoden einzuhalten.

§ 27 Abs. 4 Deponieverordnung 2004 bestimmt, dass die vom Deponiekörper ferngehaltenen und die im Deponiebereich anfallenden, nicht kontaminierten Wässer jeweils so zu erfassen sind, dass eine Beprobung und erforderlichenfalls eine mengenmäßige Erfassung vor Einleitung in einen Vorfluter oder eine öffentliche Kanalisation möglich ist.

Oberflächenabdeckung

Eine temporäre Oberflächenabdeckung ist in der Deponieverordnung 2004 nicht explizit vorgesehen, da die Verordnung bereits auf die Ablagerung von Abfällen mit geringem biologisch abbaubarem Anteil ausgerichtet war. Art, Aufbau und Zeitpunkt der Herstellung der Oberflächendichtung sind insbesondere in Abhängigkeit von Deponietyp und -form sowie von den abgelagerten Abfällen und den meteorologischen Verhältnissen im Einzelfall festzulegen (Anlage 3 Kapitel IV Punkt 3 Abs. a Deponieverordnung 2004).

(3) Deponieverordnung 2008

verpflichtendes Entwässerungssystem

Das Basisentwässerungssystem und die getrennte Erfassung der anfallenden Wässer sind wie in der Deponieverordnung 2004 geregelt.

§ 30 Abs. 3 Deponieverordnung 2008 besagt, dass aus Kompartimenten verschiedener Deponie(unter)klassen getrennt gesammelte Deponiesickerwässer, verunreinigtes Oberflächenwasser und wässriges Deponiegaskondensat getrennt zu speichern und getrennt zu behandeln sind. Eine eventuelle Vermischung ist wie in der Deponieverordnung 2004 geregelt.

Gemäß § 30 Abs. 4 Deponieverordnung 2008 ist für eine ordnungsgemäße Behandlung der anfallenden Deponiesickerwässer Sorge zu tragen. Die Verwendung von Deponiesickerwasser zu betrieblichen Zwecken (Förderung biologischer Abbauprozesse im Deponiekörper, Staubminimierung) kann unter Anwendung des Anhangs 3 Kapitel 6.3. Deponieverordnung 2008 genehmigt werden. In diesem Kapitel wird auch festgehalten, dass die Verwendung von Konzentraten aus der Sickerwasserbehandlung jedenfalls unzulässig ist. § 30 Abs. 4 Deponieverordnung 2008 besagt weiter, dass im Falle der Einleitung in ein Gewässer oder in eine Kanalisation die Anforderungen des WRG 1959 zu erfüllen sind.

Oberflächenabdeckung

§ 29 Abs. 2 Deponieverordnung 2008 fordert explizit bei Kompartimenten, in denen Abfälle mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen abgelagert wurden – insbesondere Siedlungsabfälle – zur Steuerung des Wasserhaushaltes und zur

Steigerung des Deponiegaserfassungsgrades unter Beachtung von Anhang 3 Kapitel 6.1. Deponieverordnung 2008, eine temporäre Oberflächenabdeckung auf maximal 20 Jahre zu errichten.

Gemäß Anhang 3 Kapitel 6.1. Deponieverordnung 2008 ist das Ziel dabei, dass die Infiltration von Wasser zur Aufrechterhaltung der biologischen Abbauprozesse in den Abfällen mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen weiterhin möglich ist. Dadurch soll eine zeitlich überschaubare Nachsorgephase erreicht werden. Bei für biologische Abbauprozesse zu geringen Wassergehalten sind, unter bestimmten Voraussetzungen, Bewässerungsmaßnahmen zu setzen. Diese Voraussetzungen sind beispielsweise ein funktionierendes Basisdichtungs- und Sickerwassersammelsystem oder eine vertikale Umschließung mit Wasserhaltung, keine Beeinträchtigung der Standfestigkeit des Deponiekörpers, eine Anpassung der Bewässerungsmaßnahme an die Gasentwicklung, Anforderungen an das Deponiesickerwasser etc.

Die Anforderungen an eine temporäre Abdeckung werden in Anhang 3 Kapitel 6.1. Deponieverordnung 2008 genauer beschrieben. Eine endgültige Oberflächenabdeckung ist erst nach Abschluss der allfälligen Maßnahmen zur Intensivierung der biologischen Abbauprozesse herzustellen.

(4) Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG)

Im Falle der Einleitung von Sickerwasser in eine Kanalisation oder in ein Gewässer sind die Anforderungen des Wasserrechtsgesetzes 1959 zu erfüllen.

Unter dem Titel „Bewilligungspflichtige Maßnahmen“ wird im WRG § 32 (1) festgelegt, dass Einwirkungen auf Gewässer, die unmittelbar oder mittelbar deren Beschaffenheit beeinträchtigen, nur nach wasserrechtlicher Bewilligung zulässig sind.

Unter dem Titel „Indirekteinleiter“ wird im WRG § 32b Abs. 1 festgeschrieben, dass derjenige, der Einleitungen in eine wasserrechtlich bewilligte Kanalisationsanlage eines anderen vornimmt, die gemäß § 33b Abs. 3 vom Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft erlassenen Emissionsbegrenzungen einzuhalten hat.

Unter dem Titel „Emissionsbegrenzung für Abwasserinhaltsstoffe“ wird im § 33b Abs. 1 WRG festgehalten, dass bei der Bewilligung von Abwassereinleitungen in Gewässer oder in eine bewilligte Kanalisation die Behörde jedenfalls die nach dem Stand der Technik möglichen Auflagen zur Begrenzung von Frachten und Konzentrationen schädlicher Abwasserinhaltsstoffe vorzuschreiben hat.

Nach § 33b Abs. 2 WRG darf die Einleitung gefährlicher Abwasserinhaltsstoffe nur so weit bewilligt werden, als nach dem Stand der Technik die Vermeidung nicht möglich ist und die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse, insbesondere bestehende Nutzungen und die bereits vorhandene Belastung, eine Einleitung zulassen.

§ 33b Abs. 3 WRG verpflichtet den Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Festlegung von Emissionsbegrenzungen für Abwassereinleitungen im Verordnungsweg. Die Emissionswerte für bestehende (§ 33c) und neu zu bewilligende Anlagen sind, soweit es nach dem Stand der Abwasserreinigungstechnik oder nach dem Stand der Vermeidungstechnik erforderlich ist, getrennt festzulegen.

Emissionsgrenzwerte

Nach § 33b Abs. 4 WRG hat die Auswahl schädlicher und gefährlicher Abwasserinhaltsstoffe sowie die Festlegung von Emissionswerten (Abs. 3) insbesondere unter Bedachtnahme auf Art, Herkunft und spezifische Besonderheiten der Abwässer sowie der zu ihrer Reinigung dienenden Anlagen zu erfolgen.

Abwasseremissionsverordnungen

Der Themenkomplex Abwasser wird auf der Rechtsbasis des § 33b Abs. 3 WRG 1959 durch die Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV) und durch die Spartenverordnungen nach § 4 Abs. 3 AAEV behandelt. Dabei stellt die AAEV die Rahmenvorschrift dar, auf welche die Spartenverordnungen in all jenen Punkten Bezug nehmen, in denen sie selbst keine Regelungen enthalten.

(5) Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV)

Das WRG 1959 enthält derzeit keine Definition des Begriffs Abwasser. Die AAEV definiert in § 1 Abs. 3 Z. 1 Abwasser als Wasser, das infolge der Verwendung in Aufbereitungs-, Veredelungs-, Weiterverarbeitungs-, Produktions-, Verwertungs-, Konsumations- oder Dienstleistungs- sowie in Kühl-, Lösch-, Reinigungs-, Desinfektions- oder sonstigen nicht natürlichen Prozessen in seinen Eigenschaften derart verändert wird, dass es Gewässer in ihrer Beschaffenheit (§ 30 WRG 1959) zu beeinträchtigen oder zu schädigen vermag. Da bei der Entstehung von Deponiesickerwasser keine Prozesse der Verwendung stattfinden, ist Deponiesickerwasser kein Abwasser im Sinne der Legaldefinition. Da aber zahlreiche Deponiesickerwässer vom Standpunkt des Gewässerschutzes als wesentlich problematischer zu bewerten sind als manche Abwässer, war eine Einbeziehung der Deponiesickerwässer in den Geltungsbereich der Abwasseremissionsverordnungen immer das erklärte Ziel der Wasserwirtschaft.

Sparten-VO

Nach § 1 Abs. 1 AAEV wird daher Deponiesickerwasser mit Abwasser gleich gesetzt und erhält nach § 4 Abs. 2 AAEV eine eigene Spartenverordnung: Begrenzung von Sickerwasseremissionen aus Abfalldeponien (AEV Deponiesickerwasser, Verordnung Nr. 263 (2003).

Für Abwasser aus einem in § 4 Abs. 2 AAEV genannten Herkunftsbereich hat die Behörde bei der wasserrechtlichen Bewilligung einer Einleitung jedenfalls die in der Spartenverordnung enthaltenen Emissionsbegrenzungen vorzuschreiben und darüber hinaus – soweit nach der Lage des Einzelfalles erforderlich – allenfalls weitere Parameter und deren Grenzwerte aus Anhang A der AAEV.

Gemische von Abwässern

Die Mischung von Abwässern ist nach § 33b Abs. 8 WRG 1959 nur zulässig, wenn dabei keine unzulässige Verdünnung stattfindet. Bei Einleitung einer Abwassermischung mit Teilströmen unterschiedlicher Herkunftsbereiche unterliegen diese Teilströme den jeweils in Betracht kommenden Spezialverordnungen nach § 4 Abs. 3 AAEV.

Werden Gemische von Abwässern verschiedener Herkunftsbereiche abgeleitet, so gelten für die Bestimmung der Emissionsgrenzwerte in den Gemischen die Regeln des § 4 Abs. 5 und 6 AAEV (Zuordnung, Mischungsrechnung, Einzelfallbeurteilung) sowie das Teilstrombehandlungsgebot für gefährliche Abwasserinhaltsstoffe gemäß § 4 Abs. 7 AAEV.

Unter § 4 Abs. 6 AAEV „Mischungsrechnung“ wird festgelegt, dass bei einer Mischung von Abwässern, wie z. B. einer Mischung von Sickerwässern aus unterschiedlichen Deponiekompartimenten, bei annähernd zeitlich konstantem Mischungsverhältnis, die Emissionsbegrenzung für einen maßgeblichen Abwasserinhaltsstoff durch eine Mischungsrechnung ermittelt werden soll. Die Gesamtfracht des Abwasserinhaltsstoffes in der Mischung darf nicht größer sein als die Summe der Frachten in den Teilströmen, welche – im Falle von Deponiesickerwasser – bei Anwendung der AAEV Deponiesickerwasser zulässig sind.

§ 4 Abs. 7 AAEV regelt die Emissionsbegrenzungen für gefährliche Abwasserinhaltsstoffe in Teilströmen von Abwassermischungen.

Behandlung von Teilströmen

Das Teilstrombehandlungsgebot für gefährliche Abwasserinhaltsstoffe gemäß § 4 Abs. 7 AAEV Z. 1 legt Folgendes fest: Fällt bei einer Mischung von Abwässern ein Teilstrom aufgrund seiner Herkunft in den Anwendungsbereich dieser Verordnung, so ist in der Regel für einen im Teilstrom enthaltenen maßgeblichen gefährlichen Abwasserinhaltsstoff sicherzustellen, dass bei der Einleitung in ein Fließgewässer oder in eine öffentliche Kanalisation in diesem Teilstrom die Emissionsbegrenzungen gemäß Spartenverordnung (AAEV Deponiesickerwasser im Fall von Deponiesickerwässern) eingehalten wird.

In § 4 Abs. 7 AAEV Z. 2 wird festgelegt, wann § 4 Abs. 7 AAEV Z. 1 nicht gilt – nämlich dann, wenn an dem Teilstrom

- a) die erforderlichen Maßnahmen nach dem Stand der Technik zur Verringerung des Abwasseranfalles getroffen sind und
- b) die sonstigen Maßnahmen nach dem Stand der Technik zur Vermeidung oder Verminderung des Anfalles des gefährlichen Abwasserinhaltsstoffes beachtet werden und
- c) bei gemeinsamer Behandlung des Teilstromes mit anderem Abwasser der gefährliche Abwasserinhaltsstoff mit gleichem Behandlungserfolg (bezogen auf die eliminierbare Stofffracht) aus der Abwassermischung entfernt werden kann wie bei gesonderter Behandlung des Teilstromes entsprechend Anlage A dieser Verordnung oder der in Betracht kommenden Verordnung gemäß Abs. 3.

(6) Abwasseremissionsverordnung (AAEV) Deponiesickerwasser

Die AAEV Deponiesickerwasser legt unter Definition der Fachbegriffe

- Abfall (ident mit jener des § 2 Abs. 1 AWG 2002)
- Deponie (ident mit jener des § 2 Abs. 7 Z. 4 AWG 2002)
- Deponiesickerwasser (ident mit jener des § 3 Z. 1 DeponieVO 2008)

ihren Geltungsbereich fest wie folgt:

1. Für Sickerwasser aus Deponien, in denen Abfälle gelagert werden, welche einen Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff von größer als 5 Prozent in der Trockenmasse aufweisen, gelten die Emissionsbegrenzungen nach Anhang A der AAEV Deponiesickerwasser. Es sind dies
 - a) Deponien für gemischten Siedlungsabfall (unbehandelt oder behandelt)
 - b) Deponien für biochemisch stabilisierten Klärschlamm aus der Abwasserreinigung
 - c) Deponien für Kompost

- d) Deponien für sonstige in lit. a bis c nicht genannte Abfälle, deren Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) mehr als fünf Prozent in der Trockenmasse beträgt
 - e) Deponien für Gemische von Abfällen der lit. a bis d.
2. Für Sickerwasser aus anderen Deponien gelten die Emissionsbegrenzungen nach Anhang A der AAEV und für die Parameter Toxizität, Ammoniak und Gesamter gebundener Stickstoff (TNb) die Emissionsbegrenzungen nach Anhang A der AEV Deponiesickerwasser.

Gefährliche Sickerwasserinhaltsstoffe gemäß § 33a WRG 1959 werden durch nachstehend genannte Parameter des Anhangs A AEV Deponiesickerwasser erfasst: Toxizität (Nr. 1), Abfiltrierbare Stoffe (Nr. 2), Arsen (Nr. 4), Blei (Nr. 5), Cadmium (Nr. 6), Chrom-Gesamt (Nr. 7), Kupfer (Nr. 8), Nickel (Nr. 9), Quecksilber (Nr. 10), Zink (Nr. 11), Ammonium (Nr. 12), Ammoniak (Nr. 13), Nitrit (Nr. 16), Sulfid (Nr. 17), TOC (Nr. 18), CSB (Nr. 19), AOX (Nr. 21), Summe der Kohlenwasserstoffe (Nr. 22) und BTXE (Nr. 23).

Für diese Parameter (allgemeine, anorganische und organische) werden jeweils die Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer bzw. an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation gelistet.

Für die in dieser Studie abgefragten gefährlichen Inhaltsstoffe CSB und $\text{NH}_4\text{-N}$ gelten folgende Anforderungen an eine Einleitung in eine öffentliche Kanalisation:

**chemischer
Sauerstoffbedarf –
CSB**

CSB: Die Einleitung von Sickerwasser aus Deponien, auf denen Abfälle mit mehr als 5 % TOC abgelagert wurden ist nur zulässig, wenn für die Gesamtheit der Inhaltsstoffe des Sickerwassers ein biologischer Abbaugrad von zumindest 75 % (65 % bei Sickerwasser aus Deponien für biochemisch stabilisierten Klärschlamm und Deponien für Kompost) im Abbautest nachgewiesen wird. Die Anforderung für den biologischen Abbaugrad gilt nicht, wenn das Sickerwasser vor der Einleitung in die öffentliche Kanalisation einer Reinigung unterzogen wird, so dass es danach einen TOC-Gehalt von nicht größer als 120 mg/l und einen CSB-Gehalt von nicht größer als 300 mg/l aufweist.

Ammonium – $\text{NH}_4\text{-N}$

$\text{NH}_4\text{-N}$: Bei Indirekteinleitung wird eine Emissionsbegrenzung von 200 mg/l eingeführt und zusätzlich wird Folgendes festgelegt: Bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Bereich der öffentlichen Kanalisations- oder Abwasserreinigungsanlage ist die Emissionsbegrenzung zu verschärfen (ÖNORM B 2503). Bei Einsatz von ungeschützten zementgebundenen Werkstoffen im Bereich der öffentlichen Kanalisations- oder Abwasserreinigungsanlage gilt für $\text{NH}_4\text{-N}$ eine Emissionsbegrenzung von 50 mg/l und für $\text{NH}_3\text{-N}$ eine Emissionsbegrenzung von 5,0 mg/l.

Es wird auch vorgeschrieben, dass eine Einleitung keine Beeinträchtigung der biologischen Abbauprozesse in der öffentlichen Abwasserreinigungsanlage verursachen darf.

5 METHODIK

5.1 Auswahl der Deponien

Basis für die Auswahl der Deponien waren die zu erwartende Sickerwasserqualität sowie die angewandten Behandlungsarten. Die Problematik der Sickerwasserbehandlung ist bei Massenabfalldeponien am höchsten (bedingt durch sehr heterogene Abfälle mit hohen organischen Anteilen, Abfälle die unterschiedlich vorbehandelt wurden, meist alte „Siedlungsabfallbereiche“, in denen unbehandelter Abfall abgelagert wurde). In der Praxis sind sehr unterschiedliche Behandlungswege vorzufinden. Reststoffdeponien, in denen nur anorganische Reststoffe abgelagert wurden, gibt es nur wenige. Bei Baurestmassendeponien wurde erwartet, dass die Variabilität der Deponiesickerwasserqualität im Vergleich zu Massenabfalldeponien gering ist, da sich hier in den letzten Jahren die Qualität der abgelagerten Abfälle wesentlich weniger verändert hat.

Es wurden sämtliche in Betrieb befindlichen Massenabfalldeponien in die Studie mit einbezogen. Zusätzlich wurden neun geschlossene Deponien für Siedlungsabfälle ausgewählt. Für die Deponieunterklassen Reststoffdeponie und Baurestmassendeponie wurde mittels der Deponiedatenbank eine nach Größe (abgelagerte Mengen) geordnete Liste erstellt. Mit der größten Deponie der jeweiligen Kategorie beginnend, wurde mit den Betreibern Kontakt aufgenommen, die Art der Sickerwasserbehandlung erfragt sowie die Bereitschaft zur Beantwortung des Fragenkatalogs erkundet. Bestand keine Bereitschaft oder wurde das Sickerwasser in keiner Weise behandelt, so wurde die Deponie in dieser Studie nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurde bei der Auswahl das Ziel verfolgt, möglichst die Bandbreite der Behandlungsverfahren der einzelnen Deponie(unter)klassen abzudecken.

Fünf Deponien wurden nach den Kriterien „interessante Sickerwasserbehandlung“ und „Bereitschaft zur Information über Behandlungskosten“ ausgewählt und besucht. Diese werden in Kapitel 6.2.3 als „besuchte“ Deponien bezeichnet.

**alle
Massenabfalldeponien untersucht**

5.2 Erhebung der Daten

Folgende Daten wurden mittels Fragebogen erhoben:

- Allgemeine Daten zum Betreiber der Deponie,
- allgemeine Daten zur Deponie,
- Art der Sickerwassererfassung,
- erfasste Sickerwassermenge und -qualität (pH-Wert, Leitfähigkeit, BSB₅, CSB, TOC und NH₄-N),
- gewählte Entsorgungsstrategien für unbehandelte Sickerwässer und deren Kosten,
- Sickerwasserbehandlung am Standort und deren Kosten,
- gewählte Entsorgungsstrategien für gereinigte Sickerwässer und deren Kosten,

- anfallende Mengen und Entsorgung der Rückstände aus der Sickerwasserbehandlung bei vertikaler Umschließung²,
- im Rahmen der Wasserhaltung gefördertes Grund-/Sickerwasser.

Insgesamt wurden 52 Deponiebetreiber kontaktiert: 37 Betreiber von Massenabfalldeponien, 8 Betreiber von Deponien mit Massenabfall- und Reststoffkompartimenten, ein Betreiber einer Reststoffdeponie und 6 Betreiber von Baurestmassendeponien. Unter den Massenabfalldeponien befanden sich insgesamt 9 Standorte von bereits geschlossenen Deponien für Siedlungsabfälle.

Tabelle 1: Anzahl und Art der angefragten und antwortenden Deponien.

Deponie(unter)klassen	Anzahl der angefragten Deponien	Anzahl der antwortenden Deponien
Massenabfalldeponien + Deponien mit Massenabfall- und Reststoffkompartimenten	45	22 9
davon geschlossene Deponien für Siedlungsabfälle	9	7
Reststoffdeponien	1	1
Baurestmassendeponien	6	3
Summe	52	35

² Eine vertikale Umschließung ist ein technisches System zur Umschließung einer Deponie mit vertikalen, in einen Grundwasserstauer einbindenden, gering durchlässigen Wänden (z. B. Schmalwände, Schlitzwände) mit dem Ziel, einen Austritt von innerhalb der Umschließung befindlichem Grundwasser durch eine dauerhafte Absenkung desselben zu verhindern.

6 ERGEBNISSE

Die Rücklaufquote der Fragebögen betrug nach intensivem Nachtelefonieren 67 %, d. h. 35 der 52 kontaktierten Deponiebetreiber übermittelten Informationen (siehe Tabelle 1), wobei jedoch unterschiedlich viele Angaben gemacht wurden.

In diesem Kapitel wird auf Basis der von den Deponiebetreibern übermittelten Daten die derzeitige Praxis der Sickerwasserbehandlung in Österreich beschrieben. Die bestehenden Konzepte und Verfahren hierfür werden im Detail angeführt. Es wird dargestellt, wie die Rückstände aus der Sickerwasserbehandlung entsorgt werden und welche Probleme im Betrieb der Behandlungsanlagen auftreten können. Schließlich werden die spezifischen Kosten der Behandlungsverfahren dargestellt und die Praxis der Sickerwasserrückführung auf die Deponien beschrieben.

Die folgenden Angaben beziehen sich ausschließlich auf die Daten der antwortenden 35 Deponien.

6.1 Entwässerungssysteme

Die Auswertung der Fragebögen zeigte, dass 21 Deponien eine Basisdichtung und 7 eine vertikale Umschließung aufweisen; 5 weitere Deponien verfügen sowohl über eine Basisdichtung als auch über eine vertikale Umschließung.

Ein Beispiel für die gleichzeitige Verwendung von Basisdichtung und vertikaler Umschließung auf einem Standort: die vertikale Umschließung wird zur Sicherung einer Altlast eingebaut, während die Basisdichtung zwischen Altlast und neuer Schüttung verwendet wird.

Bei Deponien mit vertikaler Umschließung wird der Grundwasserstand innerhalb der Deponie künstlich abgesenkt. Das abgepumpte Wasser ist eine Mischung aus Sickerwasser aus dem aufliegenden Deponiekörper sowie dem Grundwasser. Durch die Mischung liegen diverse Stoffkonzentrationen in der Regel unter jenen von nicht vermischtem unbehandeltem Sickerwasser.

6.2 Praxis der Sickerwasserbehandlung in Österreich

Die Niederschlagsmengen an den jeweiligen Standorten schwanken zwischen 500 und 1.300 mm, ein Betreiber meldete rund 2.000 mm.

Auf nahezu allen Deponien wird nicht verunreinigtes Oberflächenwasser getrennt erfasst und abgeleitet. Alle Deponien verfügen über Sickerwasserspeicherbecken, deren Volumina bis auf eine Ausnahme (8.000 m³) zwischen 225 und 3.500 m³ liegen.

6.2.1 Erfasste Sickerwassermengen

Die Sickerwassermenge ist von vielen Parametern abhängig, wie z. B. die Größe der Deponien, die Art der abgelagerten Abfälle, die offenen Schüttflächen sowie die Niederschlagsmenge und ist deshalb für jede Deponie unterschiedlich.

Die folgende Abbildung zeigt Beispiele für Zeitreihen der erfassten Sickerwassermenge von jeweils zwei unterschiedlichen Deponien mit Basisdichtung und von jeweils zwei unterschiedlichen Deponien mit vertikaler Umschließung. Von zwei weiteren großen Deponien mit vertikaler Umschließung wurden Einzelwerte für erfasste Sickerwassermengen für das Jahr 2007 übermittelt, welche weitaus höher liegen als jene aus Deponien mit Basisdichtung (siehe einzelne Datenpunkte für 2007 im folgenden Diagramm).

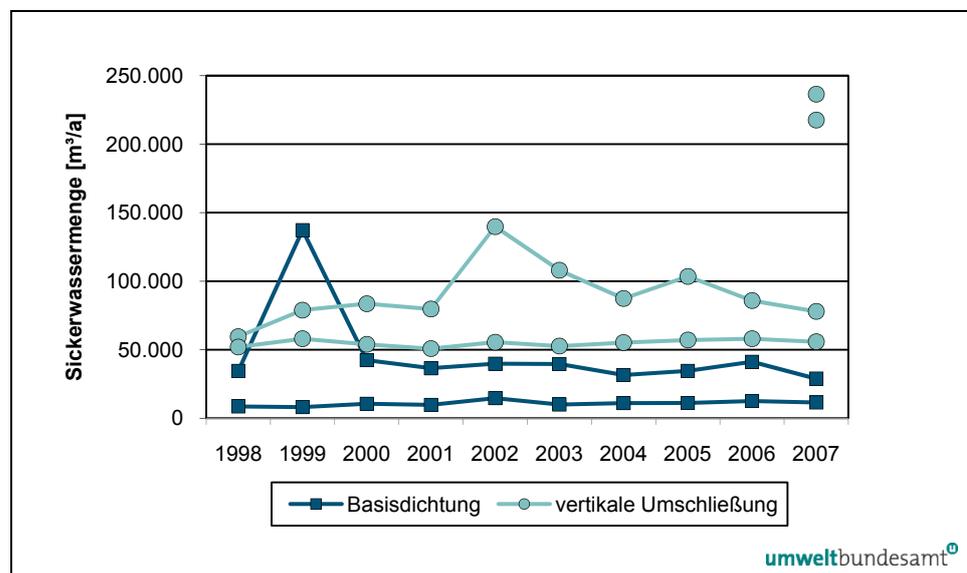


Abbildung 1: Beispiele für Zeitreihen erfasster Sickerwassermengen.

6.2.2 Einleitung in Kläranlagen

Von 19 Deponien wurde angegeben, dass das anfallende Sickerwasser in die Kanalisation eingeleitet wird. Es handelt sich dabei durchwegs um Massenabfalldeponien, 5 davon sind bereits geschlossen. Von den 19 Deponien verfügen 10 über eine vertikale Umschließung, 9 über eine Basisdichtung.

6.2.3 Verwendete Verfahren zur Behandlung von Deponiesickerwasser am Standort

Auf mindestens 12 Deponien in Österreich wird Sickerwasser am Standort selbst behandelt (10 davon haben auf den Fragebogen geantwortet), bei zwei Standorten wird Sickerwasser durch einen externen Behandler gereinigt.

Bei 2 der 10 Deponien wird das (vor)behandelte Abwasser in die Kanalisation (Indirekteinleiter), bei 8 wird das gereinigte Sickerwasser in einen Vorfluter eingeleitet.

In den folgenden Abschnitten werden die Verfahrensschritte der Sickerwasserbehandlungsanlagen der untersuchten Standorte gruppiert nach der Art des Verfahrens beschrieben. Teilweise wurden dabei die Darstellungen aus dem ÖWAV Arbeitsbehelf 31 übernommen und gegebenenfalls nach Rücksprache mit den Deponiebetreibern aktualisiert bzw. entsprechend dem aktuellen Reinigungsverfahren abgeändert.

6.2.3.1 Biologisch-physikalische Behandlung

Besuchte Sickerwasserreinigungsanlage Purgstall

Am Standort NUA Purgstall werden Sickerwässer aus den Abfalldeponien der NUA Niederösterreichische Umweltschutzanstalt GmbH sowie der NUA Abfallwirtschaft GmbH übernommen und behandelt. Auf diesen Deponien wurden hauptsächlich Siedlungs- und Gewerbeabfälle abgelagert.

Die Sickerwasserreinigungsanlage ist seit 1994 in Betrieb. Die unmittelbar neben dem Standort der Anlage situierte Deponie NUA Purgstall wurde 1994 endgültig stillgelegt.

Das Sickerwasser von den anderen Deponiestandorten wird mittels Tankzügen zur Sickerwasserreinigungsanlage transportiert.

Die behandelten Sickerwassermengen betragen zwischen 17.000 und 24.000 m³/Jahr, bzw. rund 60 m³/Tag.

Aktuelle Verfahrenskombination (siehe auch folgende Graphik):

- Biologie (Denitrifikation, Nitrifikation)
- Mikrofiltration
- pH-Korrektur
- Umkehrosmose 1. Stufe (2-straßig)
- Umkehrosmose 2. Stufe (2-straßig)

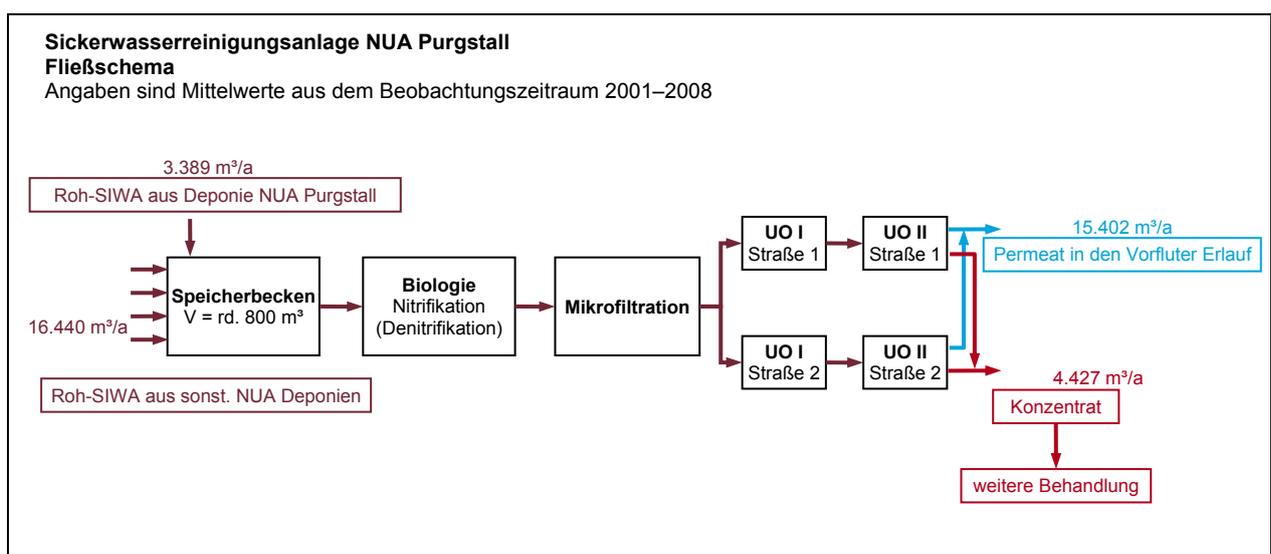


Abbildung 2: Verfahrensschema der Sickerwasserreinigungsanlage NUA Purgstall (Quelle: NUA Abfallwirtschaft GmbH).

biologische Reinigung Das im Speicherbecken gesammelte Sickerwasser wird mittels biologischer Reinigungsstufe und Membrantechnologie gereinigt. Die biologische Vorreinigung ist auf Nitrifikation und Denitrifikation ausgelegt, wobei in dieser Stufe biologisch abbaubare Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen weitgehend eliminiert werden.

Filtration & Umkehrosmose Die Membranfiltrationsstufe besteht aus der Mikrofiltration und der zweistufigen Umkehrosmose. In der Mikrofiltration werden Grobstoffe und die Biomasse abfiltriert und in das Belebungsbecken rückgeführt. Hier wird die Biomasse wieder für den Schadstoffabbau eingesetzt.

Vom Verfahrensprinzip ist die Umkehrosmose ähnlich der Mikrofiltration: das Sickerwasser wird unter hohem Druck durch eine semipermeable Membran gepresst, und dadurch von gelösten Salzen und anderen Inhaltsstoffen gereinigt. Das derart aufbereitete Sickerwasser wird als Permeat bezeichnet; der Rest ist ein salzreiches, stark eingedicktes Abwasser, das als Konzentrat bezeichnet wird.

Das Verhältnis von Permeat zu Konzentrat beträgt ca. 80 : 20 %.

Die Anlage ist 365 Tage im Jahr 24 Stunden pro Tag in Betrieb und hat kaum Stillstandzeiten; sie wird außerhalb der regulären Arbeitszeit durch wechselweise Bereitschaftsdienste betreut, so dass ein Anlagenausfall binnen zwei Stunden behoben werden kann oder zumindest Instandsetzungsmaßnahmen eingeleitet werden können.

Wöchentlich werden 3-mal Proben an unterschiedlichen Stellen gezogen, um die Behandlung zu kontrollieren und regeln zu können; überprüfte Parameter sind NO_3 , NH_4 , CSB, BSB und pH-Wert.

Aus der Biologie wird 2-mal jährlich Schlamm teilweise in den Speicherbehälter rückgepumpt – es gibt keinen Überschussschlamm.

Die Mikrofiltration wird einmal wöchentlich, die Umkehrosmose ein bis zweimal pro Woche gereinigt. Die Membran der 2. Stufe der Umkehrosmose wird einmal jährlich getauscht. Die Anlage arbeitet recht stabil.

Entsorgung der Rückstände aus der Sickerwasserreinigung

Das Permeat wird direkt in ein Fließgewässer – die Erlauf – eingeleitet.

Das Konzentrat wird etwa zur Hälfte in die Deponie NUA Purgstall zurückgeführt, der Überschuss wird zur Behandlung an befugte Behandler abgegeben.

Besuchte Deponie Paulisturz/Eisenerz

Auf der Deponie Paulisturz gibt es ein Massenabfall- und ein Reststoffkompartiment. Im Massenabfallkompartiment wurden vor dem vollständigen Inkrafttreten der Deponieverordnung 1997 (2004) überwiegend Hausmüll und hausmüll-ähnliche Gewerbeabfälle und Sperrmüll abgelagert. Nach dem vollständigen Inkrafttreten der Deponieverordnung 1997 wurden Abfälle abgelagert, welche den Grenzwerten der Deponieverordnung entsprachen. Auf dem Reststoffdeponiekompartiment werden Abfälle abgelagert, welche den Grenzwerten für die Reststoffdeponie der jeweils gültigen Fassung der Deponieverordnung entsprechen (z. B. Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen).

Am Deponiestandort anfallende Sickerwässer aus dem Reststoff- und dem Massenabfallkompartiment werden getrennt erfasst. Die wichtigsten Einflussgrößen auf die Menge des Sickerwassers sind die Niederschlagsmenge und die offenen Schüttflächen. Derzeit sind keine Deponieteile endabgedeckt (Zwischenabdeckungen).

Das Sickerwasser aus dem Reststoffkompartiment wird in einem eigenen Speicherbecken (1.000 m³) gesammelt und als Anmachwasser in der Verfestigungsanlage/Stabilisierungsanlage (Behandlung gefährlicher Abfälle, hauptsächlich Stäube aus der Abfallverbrennung) zur Gänze eingesetzt. Ziel der Verfestigung/Stabilisierung der Abfälle ist es, diese durch die Behandlung und die Ausstufung auf der Reststoffdeponie ablagerungsfähig zu machen.

**SiWa-Erfassung
Reststoffkompartiment**

Oberflächenwasser wird in zwei Sammelbecken (à 500 m³) gesammelt und ohne Behandlung (da nicht kontaminiert) abgeleitet.

Das Sickerwasser des Massenabfallkompartiments wird am Standort behandelt; nur nach großen Regenereignissen oder starker Schneeschmelze kann nicht sämtliches Sickerwasser am Standort behandelt werden. In diesen Fällen wird eine Fremdentorgung durchgeführt: Es wird mit Tankwagen zu C/P-Anlagen gebracht.

**SiWa-Erfassung
Massenabfallkompartiment**

Die ursprünglichen Behandlungsschritte in der Sickerwasserreinigung wurden, um den Anforderungen an die Reinigungsleistung gerecht zu werden, erweitert. Die ursprüngliche Verfahrenskombination ging 1993/94 in Betrieb und bestand aus folgenden Behandlungsschritten:

Ursprüngliche Verfahrenskombination:

- Biologie (Denitrifikation, Belebung (Nitrifikation); jeweils 50 m³ Behälter); vor der Biologie erfolgt eine pH-Wert-Einstellung. Die Einlaufzeit der Biologie betrug rund zwei Jahre, danach gab es keine Probleme mehr.
- Mikrofiltration (Abtrennung v. a. von Bakterien und Rückführung in Biologie). Die Mikrofiltration besteht aus vier Blöcken von Kunststofffiltern mit einer Fläche von 4 x 5,1 m² pro Block.
- Umkehrosmose

Aufgrund von Problemen in der Mikrofiltration (Verblockung) wurde ein Parallelweg mit Umkehrosmose (2-straßig) errichtet.

Aktuelle Verfahrenskombination: ursprüngliche Verfahrenskombination und zusätzlich parallel

- Umkehrosmose 1. Stufe (2-straßig)
- Umkehrosmose 2. Stufe: Das Permeat aus der 1. Stufe wird gemeinsam mit dem Filtrat aus der Mikrofiltration in dieser Stufe behandelt. Auslegung: 2,5 bis 2,9 m³/h Zulauf.

Zirka ein Drittel des Sickerwassers wird über die ursprüngliche Verfahrenskombination behandelt, zwei Drittel des Sickerwassers durchlaufen die aktuelle Verfahrenskombination. Die Anlagenverfügbarkeit beträgt ca. 95 %.

Das Reinigungsintervall bei der Umkehrosmose 1. Stufe beträgt 7 Tage, bei der Umkehrosmose 2. Stufe 14 Tage.

Jährlich werden ca. 10.000–15.000 m³ Sickerwasser behandelt.

Deponie Halbenrain

Auf der Deponie Halbenrain wurden bis zum Inkrafttreten des Ablagerungsverbot von unbehandelten Abfällen hauptsächlich Siedlungs- und Gewerbeabfälle abgelagert; derzeit werden Abfälle aus der mechanisch-biologischen Aufbereitung von Siedlungsabfällen deponiert.

Die folgenden Angaben wurden dem ÖWAV Arbeitsbehelf 31 entnommen. Mit der Ansprechperson der Deponie wurde abgeklärt, ob die Beschreibung noch gültig ist bzw. entsprechende Aktualisierungen vorgenommen.

Aktuelle Verfahrenskombination:

- Biologie (Denitrifikation 130 m³, Belebung 2 x 130 m³, seriell oder parallel betreibbar)
- Mikrofiltration (3-straßig)
- Umkehrosiose (2-stufig, 1 Stufe: bis 55 bar, 2 Stufe: bis 30 bar)

Zur Abpufferung schwankender Sickerwassermengen dienen zwei Speicherbecken mit einem Gesamtvolumen von ca. 2.500 m³. Die Behandlung ist auf eine Rohwassermenge von 96 m³/d mit einer Permeatausbeute von 75 % ausgelegt. Bei einem tatsächlichen Betriebsdruck von rd. 45 bar werden derzeit ca. 60–70 m³ Rohwasser pro Tag bei einer Permeatausbeute von ca. 70 % behandelt. Täglich fallen rund 20 m³ Konzentrat an. Das Konzentrat wird ausschließlich in alten Deponiebereichen, welche nicht mehr der Deponieverordnung unterliegen, über Schluckbrunnen rückgeführt.

Der Energiebedarf für die Gesamtanlage liegt bei 240–260 kW, der spezifische Energiebedarf beträgt rd. 65 kWh/m³ Rohwasser.

Die Grenzwerte nach AEV für die Direkteinleitung werden erreicht, Vorfluter ist der Drauchenbach.

6.2.3.2 Biologisch-chemisch-physikalische Behandlung

Besuchte Deponie Unterhart/St. Martin im Mühlkreis

Die Deponie ist 1991 in Betrieb gegangen, abgelagert wurden Siedlungs- und Gewerbeabfälle, jetzt Massenabfall und zwar hauptsächlich Rückstände aus der mechanischen Aufbereitung von Abfällen und ausgestufte Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen.

Die Sickerwasserreinigungsanlage wurde 1992 in Betrieb genommen. Für die Deponie stehen zur Zwischenspeicherung des Sickerwassers 2.500 m³ Speichervolumen zur Verfügung. In der Anlage werden sowohl das Sickerwasser der eigenen Deponie als auch das von der bereits geschlossenen Deponie Lacken gereinigt.

Deponie Lacken

Die Deponie Lacken war von 1975 bis 1991 in Betrieb; sie wurde mit Lehm abgedichtet, verfügt aber über eine Sickerwasserdrainage, welche in einen Folienteich mit ca. 1.000 m³ Fassungsvermögen mündet. Insgesamt fallen aus dieser Deponie ca. 5.000 m³ Sickerwasser jährlich an. Die Oberfläche der Deponie ist mit Aushubmaterial abgedichtet (ca. 30–40 cm), die Nachsorge wird voraussichtlich mehrere Jahrzehnte andauern. Das Sickerwasser wird jährlich untersucht (Gesamtuntersuchung).

Aktuelle Verfahrenskombination:

- Biologie (Denitrifikation, Belebung, Absetzbecken)
- Schlammfällung, Neutralisation, Flockung, Absetzbecken
- Aktivkohleabsorber (3-stufig)

Die Deponiesickerwässer der Deponie Unterhart/St Martin werden über Rohrleitungen vom oberhalb (ca. 300 Höhenmeter!) befindlichen Standort bzw. per Lkw (Deponie Lacken) in die Sickerwasserkläranlage geführt und dort biologisch und chemisch-physikalisch gereinigt. Der Vorlagebehälter fasst 1.500 m³.

Die Anlage ist für einen Sickerwasseranfall von 100 m³/d ausgelegt, derzeit werden, je nach Niederschlag, 40–100 m³/d behandelt. Der Energiebedarf liegt bei 6 kWh/m³ Rohwasser.

In der ersten Stufe, der biologischen Reinigung, wird in einem 300 m³ großen Belebungsbecken mit Hilfe von Bakterien, welche durch einen Oberflächenbelüfter mit Sauerstoff versorgt werden, eine Nitrifikation durchgeführt. Hier wird der BSB₅ abgebaut und der Ammoniumstickstoff in Nitrat umgewandelt.

**biologische
Reinigung**

In der zweiten Stufe erfolgt die chemische Reinigung mittels Fällung, Neutralisation und Sedimentation. Zur Fällung wird Aluminiumchlorid verwendet und die Neutralisation mit 30%iger Natronlauge durchgeführt. Bei der Sedimentation kommen ein stark anionisches Polymer und ein Krälwerk zum Einsatz. Unter einem Krälwerk sind vertikale, rechenähnliche Stäbe zu verstehen, welche langsam rotieren und dadurch Wirbel im Schlamm erzeugen, wodurch die Flockung unterstützt wird. Der sedimentierte Schlamm wird abgesaugt, das Trübwassers an der Oberkante oben abgeleitet.

**chemische
Reinigung**

Das Trübwasser durchströmt einen Kiesfilter und gelangt dann in die dritte Reinigungsstufe – eine physikalische Stufe bestehend aus Aktivkohlefilter. Hier sind fünf Aktivkohlefilter in Serie geschaltet.

**physikalische
Reinigung**

Die Wässer bzw. Abwässer werden sowohl im Zulauf als auch im Ablauf eigen- und fremdüberwacht. Die Eigenüberwachung erfolgt ständig, die Fremdüberwachung wird mindestens 1-mal jährlich durchgeführt. Darüber hinaus erfolgen unangemeldete Überprüfungen durch die Behörde.

Entsorgung der Rückstände aus der Sickerwasserreinigung

Das gereinigte Abwasser wird in die Donau eingeleitet; die Grenzwerte nach AEV für Direkteinleitung werden eingehalten. Für Nitrat wurde gemäß AAEV ein Grenzwert für die Einleitung in ein Fließgewässer festgelegt.

Die beladene Aktivkohle wird extern von der Fa. Donauchemie Pischelsdorf reaktiviert und kann danach wieder verwendet werden.

Die Fällschlämme werden nach dem Eindicken in einem Schlammsilo gestapelt und alle 2–3 Wochen in einer mobilen Anlage (Dekanter) entwässert. Der entwässerte Fällschlamm wird auf der Deponie entsorgt, das Schlammwasser wird zurück in die erste Stufe geleitet. Bei Normalbetrieb fällt in der biologischen Stufe kein Überschussschlamm an.

Deponie Höhenbergen/Tainach

Auf der Deponie Höhenbergen wurden früher nur Siedlungsabfälle abgelagert; seit 2005 werden ausgestufte Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen deponiert.

Die folgenden Angaben entstammen dem ÖWAV Arbeitsbehelf 31. Mit der Ansprechperson der Deponie wurde abgeklärt, ob die Beschreibung noch gültig ist bzw. wurden entsprechende Aktualisierungen vorgenommen.

Aktuelle Verfahrenskombination:

- Biologie (Denitrifikation 150 m³, Belebung 150 m³)
- Fällung/Flockung
- Nachklärung
- Kiesfilter
- Aktivkohlefilter (3-stufig)

Die Anlage ist seit Februar 1997 im Regelbetrieb. Vor der Biologie steht ein Speichervolumen von 800 m³ zur Verfügung. Da die Aktivkohleadsorption nicht ständig in Betrieb ist, besteht vor dem Kiesfilter ein weiteres Speicherbecken mit 25 m³. Durchschnittlich werden 0,55 m³/h behandelt.

Das gereinigte Abwasser wird in die Kanalisation eingeleitet, die Indirekt-einleiter-Grenzwerte nach AEV werden erreicht.

6.2.3.3 Physikalische Behandlung mit Umkehrosmose

Deponie St. Veit (Hettegger)

Auf der Deponie Hettegger wurden neben Bodenaushub auch Siedlungsabfälle und ab 2003 vor allem auch Schlämme aus der mechanischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung abgelagert.

Am Deponiestandort wird das Sickerwasser in einer Umkehrosmoseanlage behandelt.

Aktuelle Verfahrenskombination:

- pH-Wert-Absenkung
- Ozonierung
- Zentrifuge
- Umkehrosmose

Die Behandlungsanlage ist ausgelegt für maximal 150 m³/Tag, die durchschnittlich täglich behandelte Sickerwassermenge beträgt 91,6 m³.

Das gereinigte Sickerwasser wird unter Einhaltung der Einleitbedingungen in einen Vorfluter eingeleitet.

Deponie Roppen

Auf der Deponie Roppen wurde hauptsächlich Siedlungsabfall abgelagert.

Aktuelle Verfahrenskombination:

- DT*-Umkehrosmose (2-stufig)
- DT- Hochdruckumkehrosmose
- in Containerbauweise

* DT: disk tube = Rohrscheibentechnik

Zur Zwischenspeicherung des Sickerwassers steht ein Speicherbecken mit ca. 2.000 m³ zur Verfügung. Die Reinigungsanlage ist für einen Durchsatz von 20 m³/d bei einer Konzentratausbeute von ca. 15 % ausgelegt. Der Energiebedarf beträgt ca. 14 kWh/m³ Rohwasser.

Das Konzentrat wird extern entsorgt und das gereinigte Abwasser wird in den Inn eingeleitet.

Deponie Attnang Puchheim (Redlham)

Auf der Deponie Redlham wurde hauptsächlich Siedlungsabfall abgelagert.

Die folgenden Angaben entstammen dem ÖWAV Arbeitsbehelf 31. Mit der Ansprechperson der Deponie wurde abgeklärt, ob die Beschreibung noch gültig ist bzw. wurden entsprechende Aktualisierungen vorgenommen.

Aktuelle Verfahrenskombination:

- DT-Umkehrosmose (2-stufig)
- In Containerbauweise

Zur Zwischenspeicherung der Sickerwässer aus den verschiedenen Deponiekompartimenten steht in Summe ein Speichervolumen von ca. 1.000 m³ zur Verfügung.

Bei einem Betriebsdruck von 120 bar fallen ca. 17–20 % des Rohabwassers als Hochdruck-Konzentrat an, welches extern entsorgt werden muss. Der Energiebedarf für die Behandlung liegt bei ca. 20 kWh/m³ Permeat. Der Betrieb der Anlage erfolgt kontinuierlich, durchschnittlich werden ca. 10.000 m³ Rohsickerwasser/a behandelt. Das behandelte Sickerwasser wird in die Kanalisation eingeleitet, die Grenzwerte der AEV für die Indirekteinleitung werden eingehalten.

Deponie Riederberg

Bei der folgenden Beschreibung handelt es sich um den derzeitigen Zustand (November 2009) der Sickerwasserbehandlung. Im Moment läuft eine verfahrensoffene Ausschreibung für die Sickerwasserreinigung und es könnte sich schon in näherer Zukunft eventuell eine wesentliche Änderung ergeben.

Die Deponie Riederberg ist seit dem Jahr 2007 geschlossen. Früher wurden hier hauptsächlich Siedlungs- und Gewerbeabfälle, aber auch Rückstände aus der biologischen Abfallbehandlung und Baustellenabfälle in größeren Mengen abgelagert. In jüngerer Zeit wurden dort Shredderleichtfraktionen, Rückstände aus der mechanischen Abfallbehandlung und auch Bodenaushub deponiert.

Die folgenden Angaben wurden dem ÖWAV Arbeitsbehelf 31 entnommen. Von der Ansprechperson der Deponie wurde bestätigt, dass die Umkehrosmose-Anlage noch in Betrieb ist bzw. um eine zusätzliche Umkehrosmose-Anlage erweitert wurde.

Die Verfahrenskombination besteht aus einer zweistufigen Umkehrosmose und einer Hochdruckumkehrosmose in Containerbauweise.

Das behandelte Sickerwasser wird einer Kanalisation zugeleitet.

6.2.3.4 Biologische Behandlung

Besuchte Deponie Stockerau

Die Deponie Stockerau ist seit dem Jahr 2004 geschlossen, ein Deponieabschluss fehlt allerdings noch. Auf dieser Deponie wurden hauptsächlich Siedlungs- und Gewerbeabfälle sowie Sperrmüll abgelagert.

Aktuelle Verfahrenskombination:

- Container-Biologie (2-stufig)
- Nachklärung
- Sandfilter

biologische Reinigung

Auf der Deponie wird eine 2-stufige biologische Abwasserreinigungsanlage (SEWACONT-Anlage der Firma MUT) betrieben, bei der organische und anorganische Schadstoffe durch den Stoffwechsel bestimmter Mikroorganismen mineralisiert werden. Die Anlage wurde in Containerbauweise über dem Boden in einer geschlossenen Halle aufgestellt. Mittels Pumpen werden ca. 50 m³ pro Tag „Mischabwasser“, bestehend aus (1) Sickerwasser aus der Deponie mit ca. 30 m³ pro Tag, (2) Kondensaten aus der Bioabfallkompostierungsanlage und (3) Oberflächenwässern aus dem Annahme- und Nachrottebereich der Kompostierung in die biologische Reinigungsanlage mit insgesamt ca. 20 m³ pro Tag gefördert; der Zufluss wird kontinuierlich gemessen. Die 2-stufige Belebungsanlage enthält eine getrennte Schlammwiederbelüftung und eine nachgeschaltete Sandfiltration. Das Abwasser durchfließt die gesamte Anlage in freiem Gefälle. Reinigungsziel ist neben der maximal möglichen CSB-Reduktion eine weitgehende N-Entfernung durch Nitrifikation und Denitrifikation.

Im **Container 1** ist die erste Stufe, bestehend aus der biologischen Vorstufe, dem Zwischenklärbecken und der Schlammwiederbelüftung bzw. -stabilisierung untergebracht. Der Rücklaufschlamm der ersten Stufe wird über zwei Druckluftheber in die diskontinuierliche Schlammwiederbelüftung geführt. Das Zwischenklärbecken hat ein Volumen von 3,2 m³ und eine Oberfläche von 2 m².

Container 2 enthält die zweite Stufe der Biologie, die aus der biologischen Hauptstufe und dem Nachklärbecken besteht. Die biologische Hauptstufe ist unterteilt in einen anoxischen Bereich zur Denitrifikation und einen Bereich zur Nitrifikation. Der Beckeninhalt der Denitrifikation wird durch ein Rührwerk umgewälzt; die erforderliche Rezirkulationsmenge aus der Nitrifikation in die Denitrifikation wird über Druckluftheber transportiert, ebenso wie der Rücklaufschlamm vom Nachklärbecken in die Denitrifikation. Das Nachklärbecken ist als Parallelplattenabscheider mit einem Volumen von 4,3 m³ und einer wirksamen Oberfläche von 8,3 m² ausgeführt.

Anfallender Überschussschlamm aus der zweiten Stufe kann in die Schlammwiederbelüftung und von dort in die biologische Vorstufe zurückgeführt werden. Der Überschussschlamm aus der ersten Stufe wird im Wiederbelüftungsbecken stabilisiert und kann bei Bedarf zur Kläranlage Stockerau gebracht und dort weiterbehandelt werden.

Der Sandfilter ist gemeinsam mit der Spülwasservorlage und dem Betriebsraum als separater **dritter Container** installiert. Der Filter wird von oben nach unten durchströmt, wobei der Filterablauf über das Spülwasservorlagebecken geführt und der Filter automatisch mit Luft und Wasser rückgespült wird.

Der filtrierte Ablauf wird bis auf das Geländeniveau des Kompostwerkes gepumpt und gemäß Bescheid als Brauchwasser in der Kompostierung (Kühlwasser und Anfeuchtung) verwendet.

Der Wirkungsgrad der biologischen Reinigung beträgt für CSB 67 %, für BSB₅ 95 %, für NH₄-N 99,8 % und für N_{ges} 86 %.

Entsorgung der Rückstände aus der Sickerwasserreinigung

Als Rückstände entstehen Schlamm, welcher gemischt mit Schlamm der Kläranlage Stockerau in der Landwirtschaft verwertet wird, und theoretisch Sand aus dem Sandfilter, welcher aber noch nie gewechselt werden musste.

6.2.3.5 Chemisch-physikalische Behandlung

Abwasserreinigungsanlage der ABRG – Asamer-Becker Recycling GmbH Arnoldstein

Hier handelt es sich um eine Reststoffdeponie, auf welcher hauptsächlich Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen und Schlacken aus Nicht-Eisen-Metallschmelzen abgelagert werden.

Folgende Verfahrenskombination wird angewandt:

- Fällung mit Natriumsulfid, Eisen-III-Chlorid und Kalk
- Oxidation mit Wasserstoffperoxid
- Aktivkohlefiltration

In der Abwasserreinigungsanlage werden Deponiesickerwasser und Waschwasser aus der nassen Rauchgasreinigung von zwei thermischen Anlagen (Wirbelschicht- und Drehrohrofen) behandelt.

Das Sickerwasser stammt aus einer Reststoffdeponie, die an die Deponieverordnung 2008 vollständig angepasst wurde. Auf der Deponie steht ein Speicherbecken mit ca. 2.000 m³ für Sickerwasser zur Verfügung. Das Sickerwasser wird über eine Druckleitung zur Abwasserreinigungsanlage geleitet. Als Vorlage der Abwasserreinigung dienen zwei Speicherbecken mit einer Kapazität von jeweils 400 m³.

Jährlich werden ca. 25.000 m³ Abwasser in der Anlage vorgereinigt. Der anfallende Filterkuchen wird in den betriebseigenen Anlagen behandelt.

Das vorbehandelte Abwasser wird gemäß einer wasserrechtlichen Indirekt-einleiter-Genehmigung in die Schmutzwasserkanalisation eingebracht und in der Kläranlage Villach gereinigt.

6.2.4 Überwachung des Sickerwassers

Gemäß Deponieverordnung sind das Deponiesickerwasservolumen und die Zusammensetzung des Deponiesickerwassers regelmäßig zu beproben und zu analysieren. Die Fragebogenerhebung zeigte, dass am häufigsten die Menge des Sickerwassers überwacht wird; hier gehen die Angaben von kontinuierlicher Überprüfung, über tägliche Überprüfung bis zu zweimaliger Überprüfung im Jahr (Baurestmassendeponie). Der pH-Wert und die Leitfähigkeit werden im Schnitt rund jede Woche, CSB und Ammoniumstickstoff im Schnitt alle zwei Wochen und der BSB₅ im Schnitt monatlich überprüft.

6.3 Sickerwasserqualität und Frachten

Aus den gemeldeten Daten über die Sickerwasserqualität geht hervor, dass erwartungsgemäß die geringste Belastung des Sickerwassers bei Baurestmassendeponien auftritt; bei Reststoffdeponien ist die organische Belastung im Vergleich zu Massenabfalldeponien gering. Gut zu erkennen sind auch die geringeren Sickerwasserkonzentrationen von Massenabfalldeponien mit Umschließung im Vergleich zu Massenabfalldeponien mit Basisdichtung, welche auf die Verdünnung des Sickerwassers durch Grundwasser zurückzuführen ist.

CSB und TOC

Für den CSB und den TOC ist in der AEV Deponiesickerwasser Folgendes festgelegt: Die Einleitung von Sickerwasser in eine öffentliche Kanalisation ist nur dann zulässig, wenn für die Gesamtheit der Inhaltsstoffe des Sickerwassers ein biologischer Abbaugrad von zumindest 75 % (65 % bei Sickerwasser aus Deponien gemäß § 1 Abs. 2 Z. 2 oder 3) im Abbautest nachgewiesen wird. Die Anforderung für den biologischen Abbaugrad gilt nicht, wenn das Sickerwasser vor der Einleitung in die öffentliche Kanalisation einer Reinigung unterzogen wird, so dass es danach einen TOC-Gehalt von nicht größer als 120 mg/l und einen CSB-Gehalt von nicht größer als 300 mg/l aufweist.

Ob alle erhobenen Massenabfalldeponien den gemäß AEV Deponiesickerwasser verlangten Abbaugrad nachweisen konnten, wurde in dieser Studie nicht erhoben.

Ammonium NH₄-N

Kritisch ist auch der Grenzwert der AEV Deponiesickerwasser für Ammonium mit 200 mg/l für Indirekteinleitung; er wird nur von fünf der antwortenden Massenabfalldeponien eingehalten, alle anderen liegen darüber; hingegen können die Reststoff- und Baurestmassendeponien den Grenzwert einhalten.

Tabelle 2: Mittelwerte und Minima/Maxima der gemeldeten Sickerwasserparameter im Zeitraum 1998 bis 2007.

Deponietyp	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	BSB ₅ [mgO ₂ /l]	CSB [mgO ₂ /l]	TOC [mg/l]	NH ₄ -N [mg/l]
MA (Umschließung) n = 9	7,8 Min 6,8 Max 8,7	7.970 Min 1.740 Max 19.690	315 Min 3 Max 3.160	1.370 Min 63 Max 8.250	717 Min 347 Max 1.160	383 Min 0,3 Max 1.174
MA (Basisdichtung) n = 18	8,1 Min 7,2 Max 9,2	12.739 Min 212 Max 36.208	800 Min 7 Max 11.360	2.800 Min 15 Max 20.910	2.440 Min 12 Max 7.075	893 Min 0,04 Max 15.250
RS n = 3	9,3 Min 7,2 Max 12,6	24.502 Min 57 Max 58.700	19 Min 2 Max 53	258 Min 15 Max 1.519	151 Min 8 Max 1.190	113 Min 0,88 Max 333
BRM n = 3	7,7 Min 7,1 Max 8,3	732 Min 94 Max 3.770	3 Min 2 Max 5	28 Min 16 Max 57	k. A.	0,5 Min 0,03 Max 2,5

MA Massenabfalldeponie

RS..... Reststoffdeponie

BRM.... Baurestmassendeponie

n..... maximale Anzahl der Deponien

k. A. keine Angaben

Tabelle 3: Mittelwerte und Minima/Maxima der Frachten pro Deponie und Jahr im Zeitraum 1998 bis 2007.

Deponietyp	BSB ₅ [tO ₂ /a]	CSB [tO ₂ /a]	NH ₄ -N [tN/a]
MA (Umschließung) n = 9	11 Min 0,03 Max 219	38 Min 0,11 Max 500	9,5 Min 0,01 Max 78
MA (Basisdichtung) n = 18	16,3 Min 0,05 Max 204	65,4 Min 0,04 Max 477	20,84 Min 0,01 Max 493
RS n = 2	k. A.	4,1 Min 0,06 Max 33,2	2,34 Min 0,01 Max 7,3
BRM n = 2	0,002 Min 0,001 Max 0,002	0,1 Min 0,01 Max 0,2	0,01 Min 0,01 Max 0,02

MA Massenabfalldeponie

RS..... Reststoffdeponie

BRM.... Baurestmassendeponie

n..... maximale Anzahl der Deponien

k. A. keine Angaben

6.4 Zusammenfassung der Entsorgungswege der bei der Sickerwasserbehandlung erzeugten Rückstände

Bei Anlagen, welche zur Sickerwasserreinigung das Verfahren der Umkehrosmose verwenden – halten, bei stabilem Verlauf – die Permeate die Grenzwerte der AEV Deponiesickerwasser für Direkteinleitung ein, und werden in den Vorfluter eingeleitet. Konzentrate wurden früher teilweise in der EBS verbrannt; sie werden jetzt jedoch, hauptsächlich aus Kostengründen, größtenteils an C/P-Anlagen abgegeben. Teilweise wird das Konzentrat auch in die Deponie bzw. in alte Ablagerungsbereiche rückgeführt. Weitere Überlegungen gehen dahin, das Konzentrat einzudampfen.

Bei biologischen Verfahren wird das gereinigte Abwasser in Vorfluter eingeleitet; die Grenzwerte nach AEV für Direkteinleitung werden meistens erfüllt, manchmal existieren für einzelne Parameter wie z. B. Nitrat Ausnahmegenehmigungen.

Die in einem biologischen Reinigungsverfahren abschließend eingesetzte Aktivkohle wird extern reaktiviert und kann dann wiederverwendet werden. Fällschlämme werden nach dem Eindicken in einem Schlammsilo gestapelt und alle 2–3 Wochen in einer mobilen Anlage (Dekanter) entwässert. Der entwässerte Fällschlamm wird auf der Deponie entsorgt, das Schlammwasser wird zurück in die erste Stufe der Biologie geleitet. Bei Normalbetrieb fällt in der biologischen Stufe kein Überschussschlamm an.

6.5 Probleme im Betrieb der Behandlungsanlagen

Bei den Besuchen der Sickerwasseraufbereitungsanlagen wurden folgende Probleme angesprochen:

- Bei dem Verfahren der Mikrofiltration können Verblockungen im Kunststofffilter und zwar hauptsächlich beim Waschprozess auftreten; verschiedene Filtermaterialien wurden ausprobiert (u. a. Keramik, hat sich aber bei einer Anlage nicht bewährt!); die garantierte Leistung nach Reinigung wurde bei Weitem nicht erreicht.
- Offen liegende Sickerwassersammelbecken führen aus zweierlei Gründen zu Problemen:
 - Wegen des extremen Absinkens der Zulauftemperatur im Winter (beeinflusst die Biologie in starkem Maß).
 - Wegen des Eintrages von Fremdstoffen wie z. B. Plastikfolien ins Becken, welche die Körbe der Beschickungspumpen verstopfen können.
- Nach großen Regenereignissen oder starker Schneeschmelze kann nicht sämtliches Sickerwasser am Standort behandelt werden. In diesen Fällen muss eine Fremdentsorgung durchgeführt werden, die zusätzliche Kosten verursacht
- Wechselnde Sickerwasserzusammensetzungen führen teilweise zu Schwierigkeiten in der Biologie-Stufe; dieses Problem wurde bei einer anderen Anlage durch eine Vergrößerung des Vorlagebehälters von ursprünglich 200 m³ auf nunmehr 1.500 m³ behoben.

- Bei einer Anlage macht die Umkehrosmose immer wieder Probleme und muss unverhältnismäßig oft gereinigt werden; die Qualität bleibt zwar die gleiche, der Durchsatz wird jedoch geringer.
- Bereits lange bestehende Sickerwasserreinigungsanlagen verfügen über zwar noch funktionierende, aber veraltete EDV Steuerungen; es wird zunehmend schwieriger, entsprechende Ersatzteile zu erhalten.

6.6 Erhebung der spezifischen Kosten der Behandlungsverfahren

Von insgesamt 19 Anlagen wurden Angaben zu den Kosten der Behandlung/Entsorgung von Sickerwasser erhalten.

Von den 11 Standorten, an denen Deponiesickerwasser (vor)behandelt wird, wurden von 4 Anlagen Gesamtinvestitionskosten bereitgestellt.

Bei den Investitionskosten wurde keine Anpassung (Barwert, Inflationsbereinigung) an heutige Geldwerte durchgeführt, da die vorliegenden Daten zu heterogen sind. Teilweise wurden Anlageteile gebraucht gekauft oder wurden zu „Dumpingpreisen“ erworben (Einführungsangebote, die nicht die tatsächlichen Marktpreise widerspiegeln).

Als Abschreibungszeitraum der Behandlungsanlagen wurden 10 Jahre angesetzt.

Die im Folgenden angeführten spezifischen Behandlungskosten reflektieren Werte, die die Betreiber für das Jahr 2007 angegeben haben, bzw. die sich aus den gemachten Angaben errechnen lassen.

Bei der Auswertung der spezifischen Reinigungs- bzw. Entsorgungskosten der Behandlungsverfahren wurden drei Fälle unterschieden:

- Entsorgungskosten von unbehandeltem Deponiesickerwasser bei Einleitung in eine Kanalisation und Reinigung in einer kommunalen Kläranlage (Entsorgungskosten Sickerwasser Kläranlage).
- Entsorgungskosten von Deponiesickerwasser gemischt mit Grundwasser (aus Anlagen mit vertikaler Umschließung) bei Einleitung in eine Kanalisation und Reinigung in einer kommunalen Kläranlage.
- Behandlungskosten von Sickerwasser am Standort.

Für den Mittelwert wurde jeweils das gewichtete Mittel der drei Fälle errechnet (Entsorgungskosten gewichtet entsprechend der erfassten bzw. behandelten Sickerwassermenge).

Zusätzlich wurden spezifische Kosten errechnet:

- Bezogen auf die behandelte Sickerwassermenge ($\text{€}/\text{m}^3$): dabei ist anzumerken, dass diese Kosten stark durch die Sickerwassermenge beeinflusst werden bzw. werden können
- Bezogen auf die CSB-Fracht
- Bezogen auf die BSB₅-Fracht

6.6.1 Entsorgungskosten Sickerwasser Kläranlage

19 Deponien gaben an, dass sie ihr Sickerwasser in die Kanalisation einleiten. Es handelt sich dabei durchwegs um Massenabfalldeponien, 7 davon gaben Entsorgungskosten bekannt.

Das gewichtete Mittel der Kosten je behandeltem m³ Deponiesickerwasser liegt bei 4,3 €/m³, die Bandbreite reicht dabei von 0,55 €/m³ bis 15,38 €/m³.

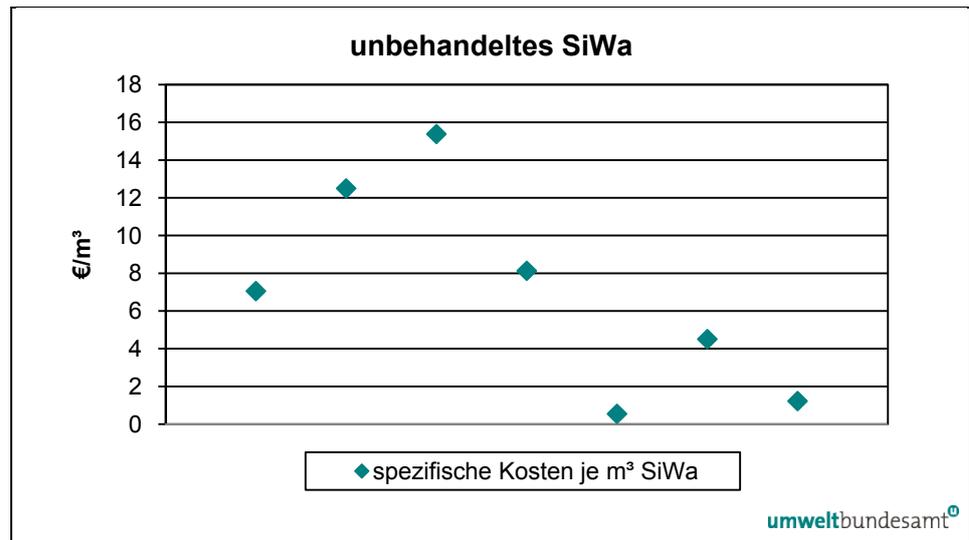


Abbildung 3: Spezifische Entsorgungskosten für Deponiesickerwasser in Kläranlagen je m³.

Bei diesen sieben Standorten liegen auch CSB-Frachten des Sickerwassers vor. Bezogen auf den CSB ergibt sich ein gewichtetes Mittel für die spezifischen Kosten von 3,4 €/kg CSB (Bandbreite 1,0–19,9 €/kg CSB). Der hohe Wert von rd. 20 €/kg CSB wird durch eine sehr geringe CSB-Konzentration von 354 mg/l verursacht. Ohne diesen Standort liegt der Höchstwert bei 4,8 €/kg CSB.

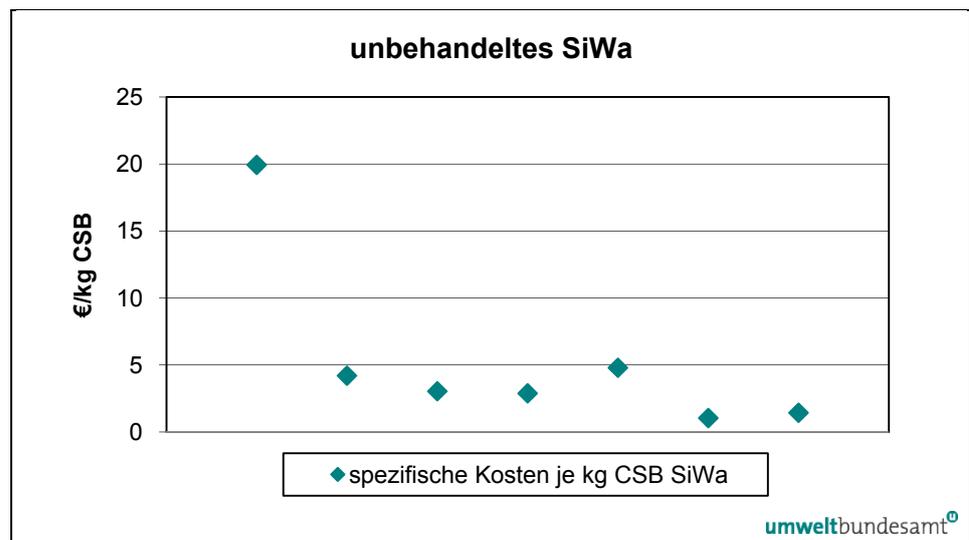


Abbildung 4: Spezifische Entsorgungskosten für Deponiesickerwasser in Kläranlagen je kg CSB.

Für 5 dieser 7 Standorte konnte die BSB₅-Fracht errechnet werden. Es ergaben sich im gewichteten Mittel spezifische Entsorgungskosten von 57,0 €/kg BSB₅ (15,3–504,0 €/kg BSB₅). Der sehr hohe Wert von 504 €/kg BSB₅ ist durch eine extrem niedrige BSB₅-Konzentration im Sickerwasser von 14 mg/l verursacht.

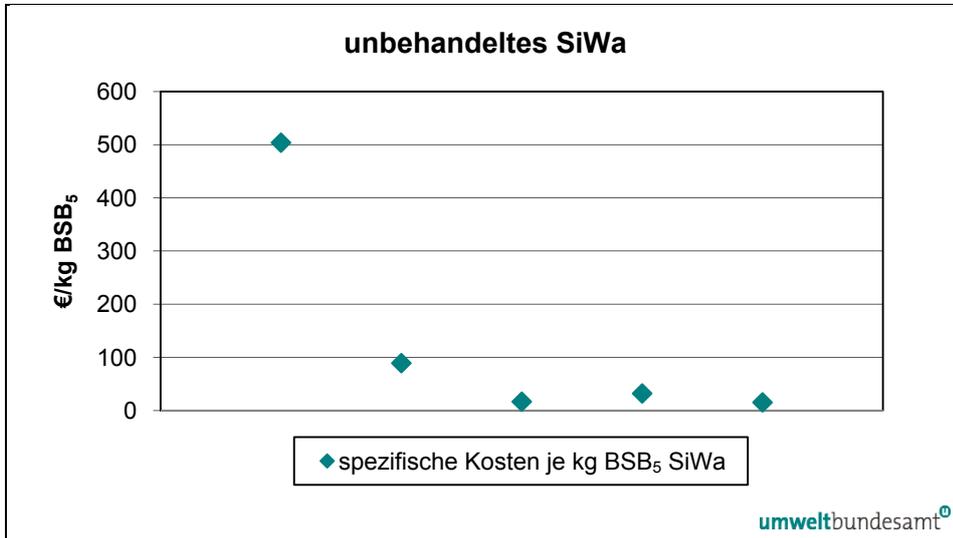


Abbildung 5: Spezifische Entsorgungskosten für Deponiesickerwasser in Kläranlagen je kg BSB₅.

6.6.2 Entsorgungskosten Sickerwasser + Grundwasser Kläranlage

Von 12 Standorten wurde bekannt gegeben, dass die Deponie über eine vertikale Umschließung verfügt. 6 der 12 Standorte gaben Entsorgungskosten bekannt.

Das gewichtete Mittel der Kosten je behandelten m³ Deponiesickerwasser liegt bei 2,3 €/m³, die Bandbreite reicht dabei von 1,8 €/m³ bis 11,5 €/m³.

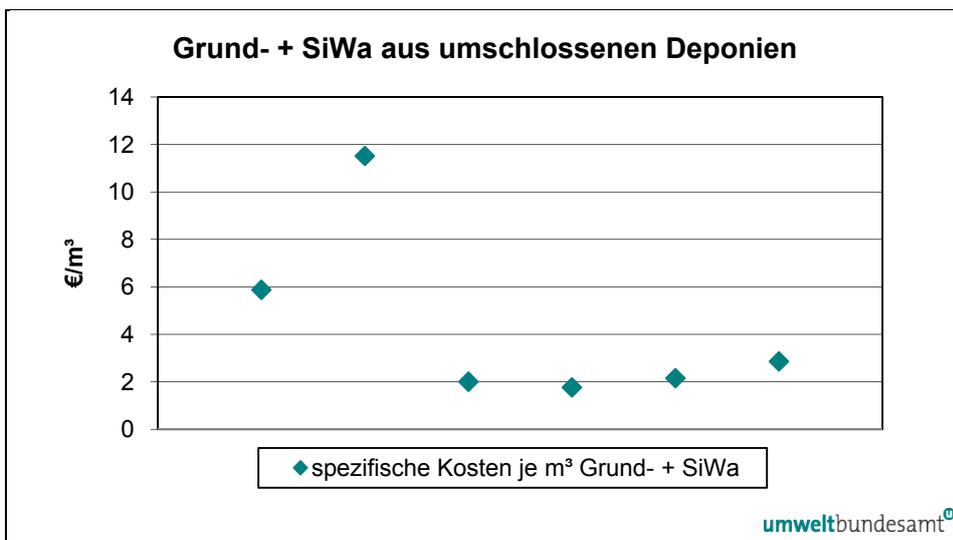


Abbildung 6: Spezifische Entsorgungskosten für Grund- und Deponiesickerwasser in Kläranlagen je m³.

Bei diesen 6 Standorten liegen bei 4 Standorten sowohl CSB- als auch BSB₅-Frachten des Sickerwassers vor. Bezogen auf den CSB ergibt sich ein gewichtetes Mittel für die spezifischen Entsorgungskosten von 3,7 €/kg CSB (Bandbreite 1,1–17,3 €/kg CSB), bezogen auf den BSB₅ ein gewichtetes Mittel von 21,4 €/kg BSB₅ (6,4–85,9 €/kg BSB₅).

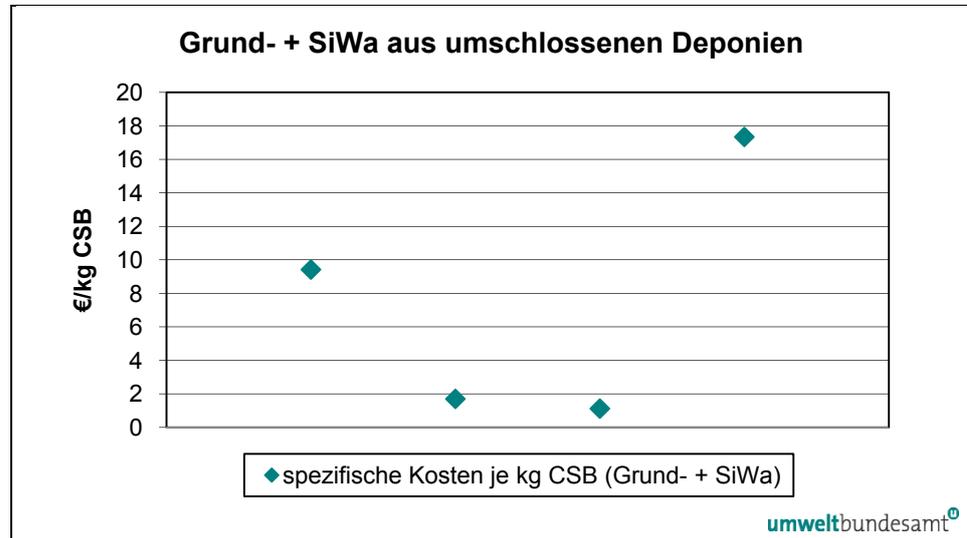


Abbildung 7: Spezifische Entsorgungskosten für Grund- und Deponiesickerwasser in Kläranlagen je kg CSB.

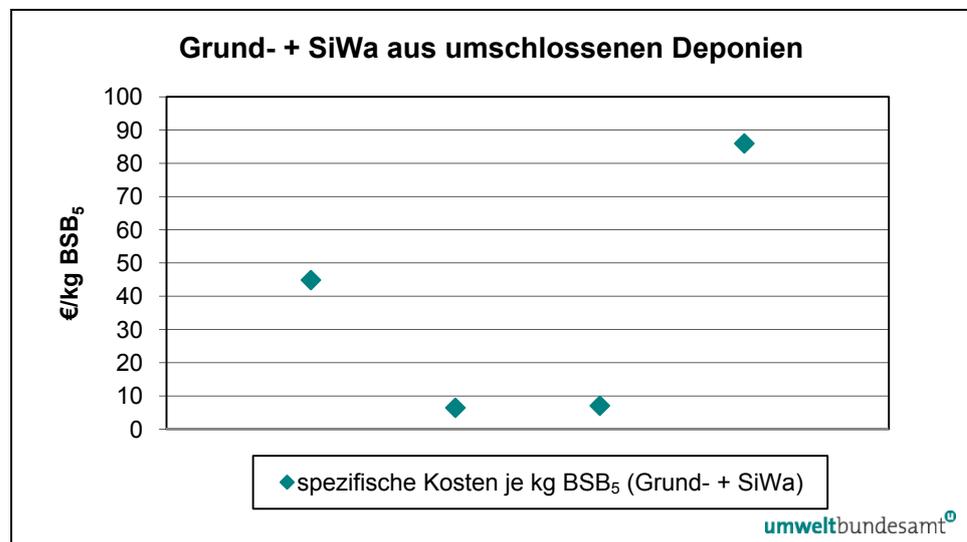


Abbildung 8: Spezifische Entsorgungskosten für Grund- und Deponiesickerwasser in Kläranlagen je kg BSB₅.

6.6.3 Behandlungskosten von Sickerwasser am Standort

Zehn Standorte teilten mit, dass anfallendes Sickerwasser am Standort (vor)behandelt wird, 6 davon gaben Kosten für die Behandlung bekannt.

Das gewichtete Mittel der Kosten je behandelten m³ Deponiesickerwassers liegt bei 24,2 €/m³, die Bandbreite reicht dabei von 12,0 €/m³ bis 34,0 €/m³.

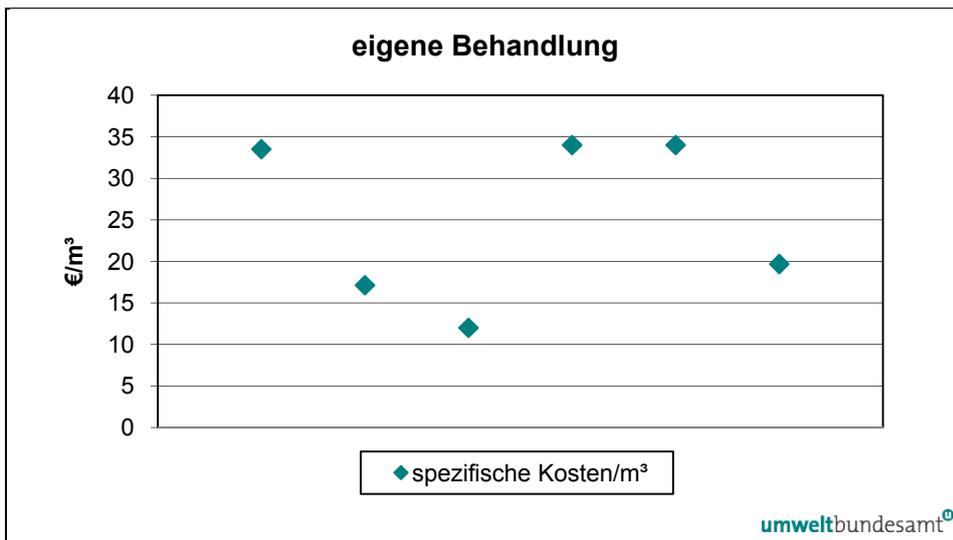


Abbildung 9: Spezifische Entsorgungskosten für Deponiesickerwasser bei Behandlung am Standort je m³.

Bei diesen 6 Standorten liegen bei 4 auch CSB-Frachten des Sickerwassers vor. Bezogen auf den CSB ergibt sich ein gewichtetes Mittel für die spezifischen Kosten von 15,4 €/kg CSB (Bandbreite 4,7–22,3 €/kg CSB).

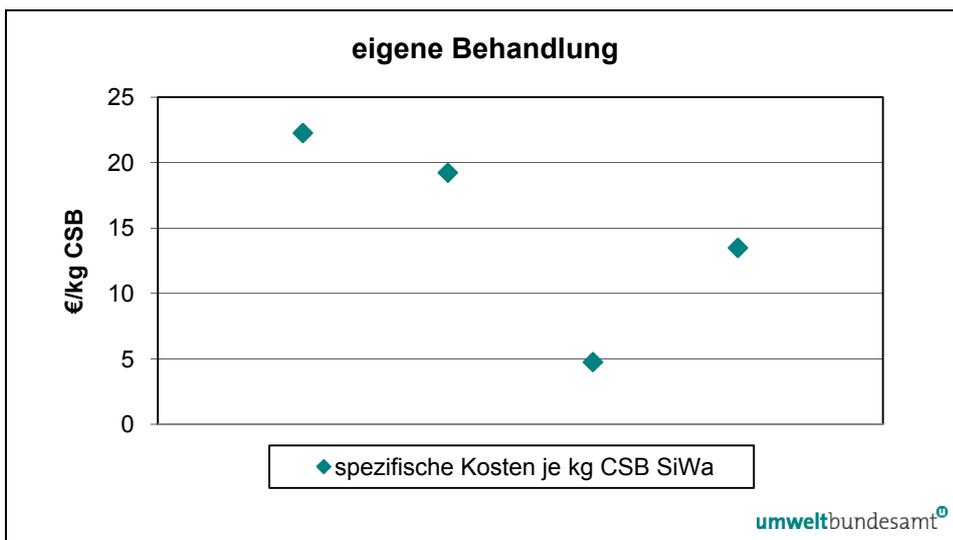


Abbildung 10: Spezifische Entsorgungskosten für Deponiesickerwasser bei Behandlung am Standort je kg CSB.

Lediglich für einen dieser Standorte konnte die BSB₅-Fracht errechnet werden – die resultierenden spezifischen Behandlungskosten belaufen sich auf rd. 130 €/kg BSB₅.

6.6.4 Vergleich der Behandlungs-/Entsorgungskosten von Sickerwasser

Die Kosten der Sickerwasserentsorgung bzw. -behandlung zeigen große Unterschiede. Erwartungsgemäß sind die mittleren Kosten der Behandlung am eigenen Standort am höchsten. Werden die spezifischen Kosten je m³ nicht vermisches Sickerwasser bei Zuleitung zu einer Kläranlage mit der Behandlung am Standort verglichen, so sind die Kosten rund 5,5-mal niedriger (siehe Tabelle 4).

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt der Vergleich der spezifischen Kosten, bezogen auf den CSB: hier ist die Behandlung am Standort rund 4,5-mal teurer. Mit Ausnahme eines Standortes (sehr geringe CSB-Konzentration) liegen die spezifischen Behandlungskosten in der Kläranlage unter den Kosten der billigsten Behandlung am Standort.

Die Behandlung von Sickerwasser und Grundwasser aus Deponien aus Standorten mit vertikaler Umschließung ist bezogen auf die spezifischen Kosten je kg CSB vergleichbar mit jener von reinem Sickerwasser in Kläranlagen. Bei zwei Standorten mit Umschließung liegen die spezifischen Kosten in der Bandbreite der Standorte mit eigener Sickerwasserbehandlung.

Ein Vergleich der spezifischen Kosten je kg BSB₅ ist nicht zielführend da nur ein Wert für die Behandlung am eigenen Standort vorliegt.

Tabelle 4: Mittelwerte, Minimal- und Maximalwerte der spezifischen Behandlungs- bzw. Entsorgungskosten.

	gew. Mittel	von	bis
Kosten € je m³			
Siwa-Behandlung in kommunaler Kläranlage (n = 7)	4,30	0,55	15,38
Grund- + Siwa in kommunaler Kläranlage (n = 6)	2,28	1,76	11,52
Behandlung am eigenen Standort (n = 6)	24,16	12,00	34,00
Kosten € je kg CSB			
Siwa-Behandlung in kommunaler Kläranlage (n = 7)	3,38	1,03	19,93
Grund- + Siwa in kommunaler Kläranlage (n = 4)	3,72	1,12	17,34
Behandlung am eigenen Standort (n = 4)	15,36	4,74	22,26
Kosten € je kg BSB₅			
Siwa-Behandlung in kommunaler Kläranlage (n = 5)	57,04	15,31	504,03
Grund- + Siwa in kommunaler Kläranlage (n = 4)	21,37	6,40	85,99
Behandlung am eigenen Standort (n = 1)	129,77	129,77	129,77

7 BEITRAG VON DEPONIEEN ZUR GESAMTBELASTUNG DER KLÄRANLAGEN

Das Sickerwasser zahlreicher Standorte wird in Kläranlagen behandelt. Es ist zu beachten, dass Deponiesickerwasser vor allem hinsichtlich der Art der CSB-Belastung mit häuslichem Abwasser nicht zu vergleichen ist; die organischen Inhaltsstoffe im Sickerwasser sind schwerer abbaubar als diejenigen im häuslichen Abwasser und der Anteil an gefährlichen Inhaltsstoffen im Sickerwasser (siehe auch Kapitel 4, Ziffer (6)), wie z. B. Blei, Cadmium, Chrom-Gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink, Ammonium, Nitrit, Sulfid, Summe der Kohlenwasserstoffe, BTXE und andere, kann höher sein.

Im Folgenden werden die den Kläranlagen zugeleiteten Sickerwassermengen nach CSB-, BSB₅- und Stickstoff-Fracht mit den insgesamt in der Kläranlage behandelten Abwässern verglichen.

Bei den Kläranlagen selbst wurden folgende Umrechnungsgrößen von Einwohnerwerten in Abwassermenge bzw. CSB-, BSB₅- und Stickstoff-Frachten verwendet:

Einwohnerwerte

1 Einwohnerwert entspricht:

- 200 l Abwasser/Tag
- 120 g CSB/Tag
- 60 g BSB₅/Tag
- 11 g N/Tag

Die in den Kläranlagen verarbeiteten Einwohnerwerte wurden – soweit vorhanden – den Fragebögen entnommen. Fehlende Angaben wurden über eine Internetrecherche ergänzt (diverse web-sites von Abwasserverbänden, Jahresberichte der Länder etc.). Behelfsmäßig wurde die tatsächliche Auslastung, wenn keine Angaben vorlagen, mit 75 % der Ausbaupazität angenommen.

Diese Vergleiche sind insbesondere bei großen Deponiestandorten, die ihr Sickerwasser in vergleichsweise kleinen kommunalen Kläranlagen entsorgen, von Interesse.

Behandlung von Sickerwässern aus Deponien mit Basisabdichtung in kommunalen Kläranlagen

Neun Standorte mit Basisabdichtung leiten das unbehandelte Sickerwasser einer Kläranlage zu.

Das gewichtete Mittel des Anteils an Deponiesickerwasser dieser Deponien an der insgesamt behandelten Abwassermenge liegt bei 0,3 %, die Bandbreite reicht dabei von 0,01 % bis 5,00 % (siehe Abbildung 11).

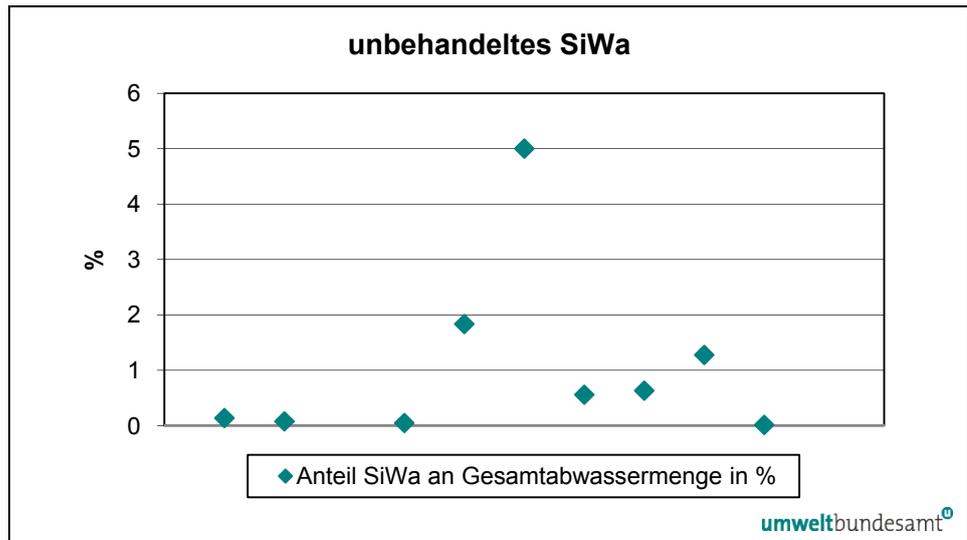


Abbildung 11: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Sickerwassers aus Deponien mit Basisabdichtung an der gesamten behandelten Abwassermenge.

Von allen neun Standorten liegen auch CSB-Frachten des Sickerwassers vor. Die CSB-Fracht des Deponiesickerwassers liegt dabei im gewichteten Mittel bei 0,6 % der insgesamt behandelten CSB-Fracht (Bandbreite 0,04 % bis 8,64 % siehe Abbildung 12).

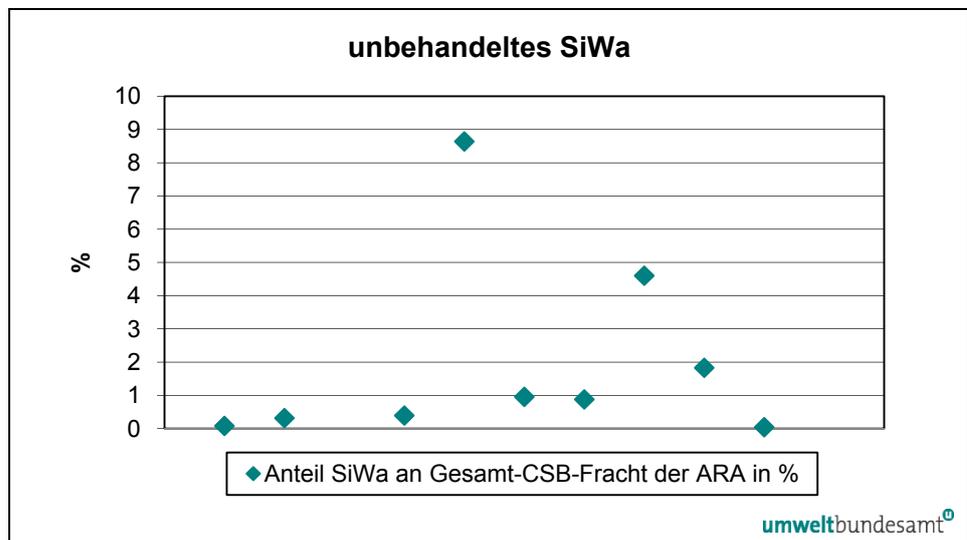


Abbildung 12: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Sickerwassers aus Deponien mit Basisabdichtung an der gesamten behandelten CSB-Fracht.

Für sieben Standorte konnten auch die BSB₅-Frachten berechnet werden. Dabei beträgt der Anteil des Sickerwassers im Mittel 0,05 % (von minimal 0,003 bis maximal 0,55 %; siehe Abbildung 13) der behandelten BSB₅-Fracht.

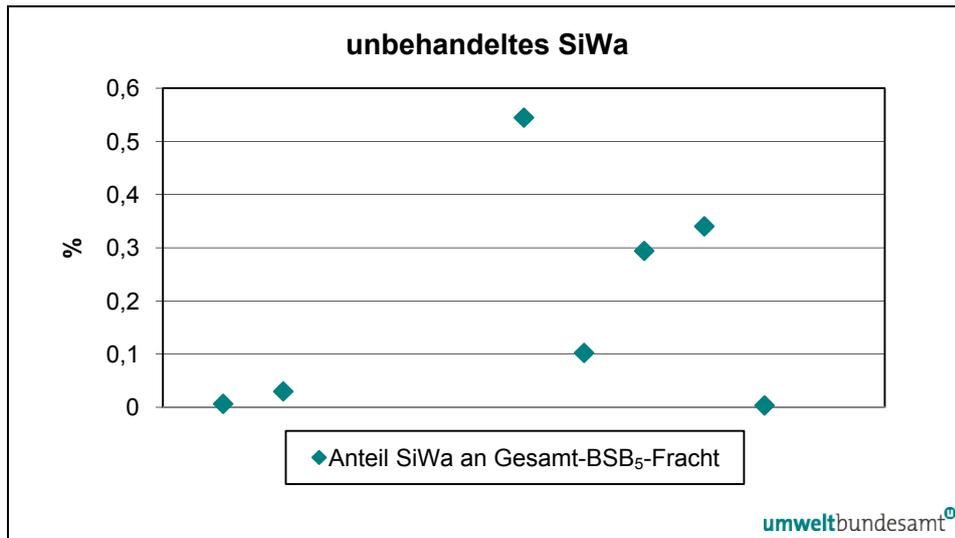


Abbildung 13: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Sickerwassers aus Deponien mit Basisabdichtung an der gesamten behandelten BSB₅-Fracht.

Einen weit größeren Anteil an der in der Kläranlage gesamt behandelten Stickstoff-Fracht macht die Menge des NH₄-N im Sickerwasser aus. Diese Frachten konnten wiederum für sieben Standorte berechnet werden. Dabei beträgt der Anteil der NH₄-N-Fracht³ des Sickerwassers im Mittel rd. 4 % (von minimal 0,42 bis maximal 42,93 %; siehe Abbildung 14) der behandelten Gesamtstickstoff-Fracht.

Auch im ÖWAV-Positionspapier (2008) wird NH₄-N im Falle der Indirekteinleitung als „kritischer“ Parameter bezeichnet, weil für diesen Sickerwasserinhaltsstoff, gemessen an Einwohnerwerten, die höchste Fracht emittiert wird; dies wird durch die Ergebnisse dieser Studie bestätigt.

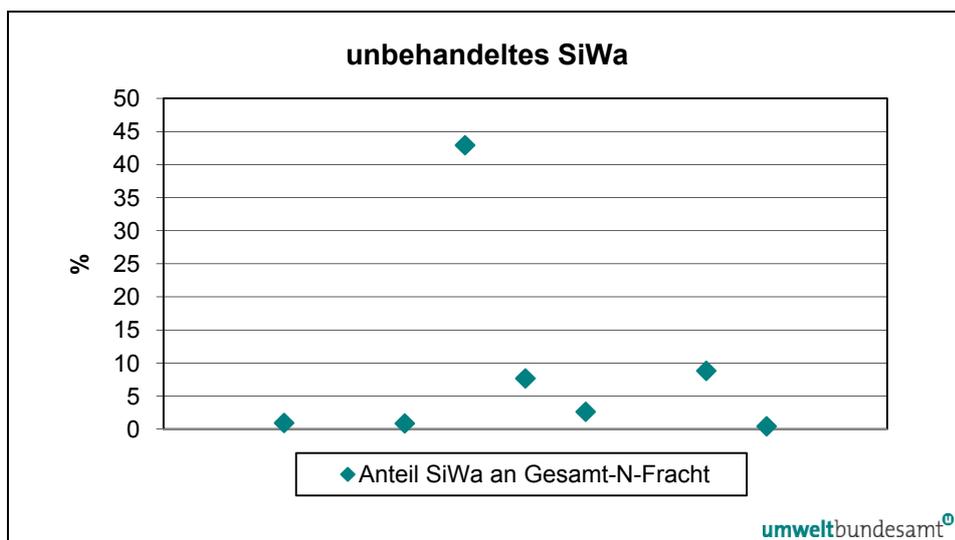


Abbildung 14: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Sickerwassers aus Deponien mit Basisabdichtung an der behandelten Gesamt-N-Fracht.

³ NH₄-N ist die wesentliche N-Komponente von Sickerwasser, zusätzlich ist jedoch auch Nitrat als ebenfalls gebundener N im Sickerwasser enthalten.

Behandlung von Grund- und Sickerwassergemischen aus Deponien mit vertikaler Umschließung in kommunalen Kläranlagen

Zehn Standorte mit vertikaler Umschließung leiten das unbehandelte Grund- und Sickerwassergemisch einer Kläranlage zu. Von neun Standorten liegen Daten über die zugeleiteten Grund- und Sickerwassermengen vor. Oft müssen sehr große Mengen an Wasser abgepumpt werden, um die Höhendifferenz des Wasserspiegels innerhalb und außerhalb der Umschließung aufrecht zu erhalten; dennoch fallen diese Wassermengen, wenn sie an große Kläranlagen abgeleitet werden, kaum ins Gewicht (siehe folgende Abbildung). Wenn die Kläranlage kleiner ist, spielen größere abgeleiteten Mengen jedoch eine wichtigere Rolle.

Das gewichtete Mittel des Anteils an Grund- und Deponiesickerwasser dieser Deponien an der insgesamt behandelten Abwassermenge liegt bei 0,08 %, die Bandbreite reicht dabei von 0,004 % bis 4,1 % (siehe Abbildung 15).

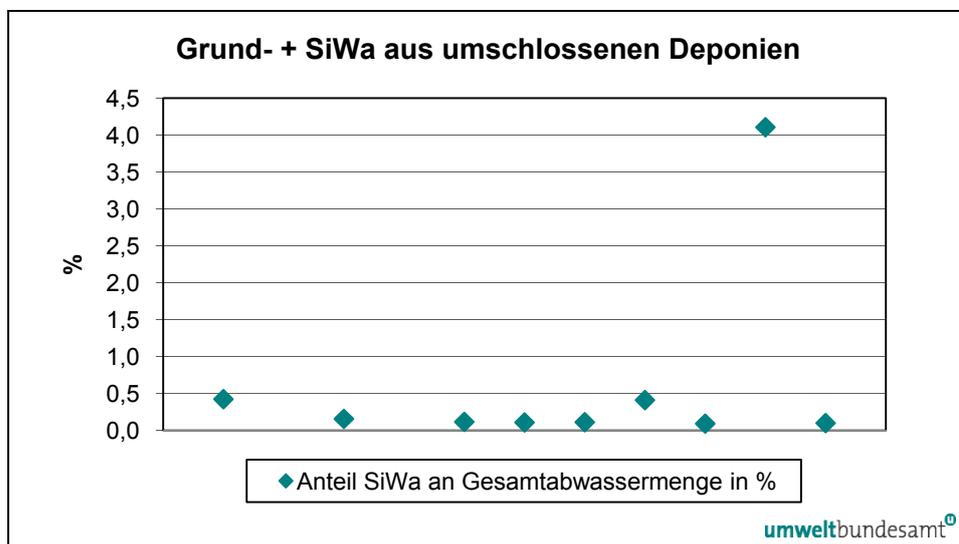


Abbildung 15: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Grund- und Sickerwassers aus umschlossenen Deponien an der gesamten behandelten Abwassermenge.

Bei 7 der oben betrachteten 9 Standorte liegen auch CSB-Frachten des Grund- und Sickerwassers vor. Die CSB-Fracht des Deponiesickerwassers liegt dabei im gewichteten Mittel bei 0,43 % der insgesamt behandelten CSB-Fracht (Bandbreite 0,05 % bis 1,26 %; siehe Abbildung 16).

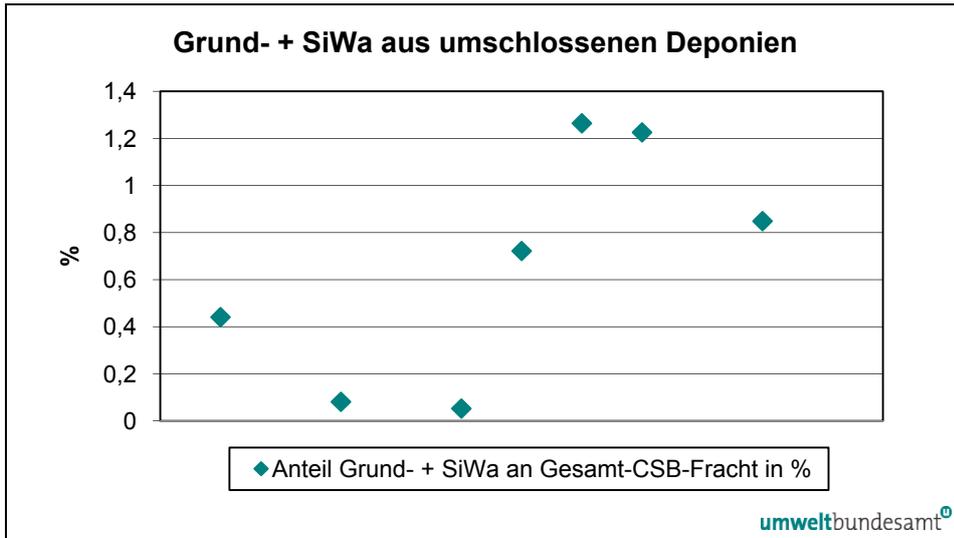


Abbildung 16: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Grund- und Sickerwassers aus umschlossenen Deponien an der gesamten behandelten CSB-Fracht.

Für diese sieben Standorte konnten auch die BSB₅-Frachten berechnet werden. Dabei beträgt der Anteil des Grund- und Sickerwassers im Mittel 0,29 % (0,004 bis 0,67 %; siehe Abbildung 17) der behandelten BSB₅-Fracht.

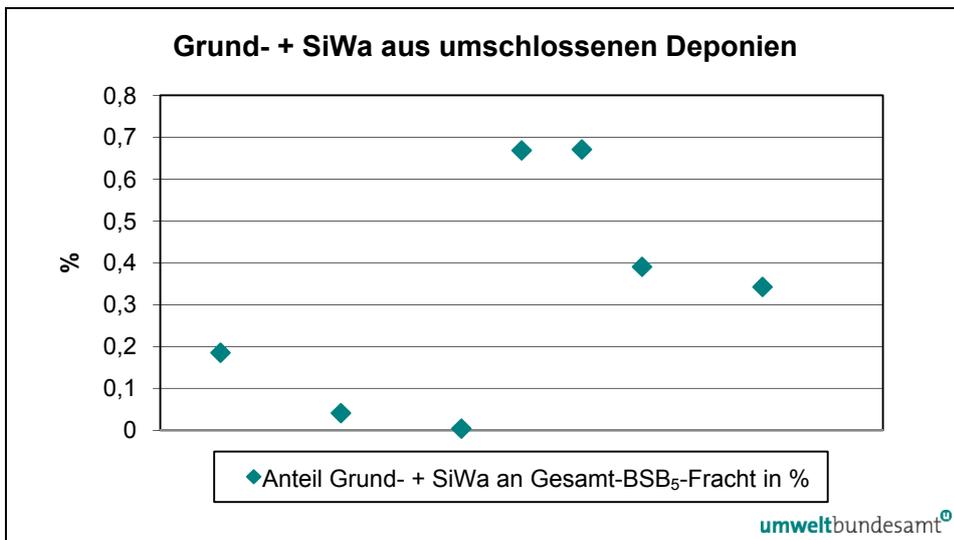


Abbildung 17: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Grund- und Sickerwassers aus umschlossenen Deponien an der gesamten behandelten BSB₅-Fracht.

Bei 5 der oben betrachteten 9 Standorte wurden auch die Ammoniumstickstoff-Frachten des Grund- und Sickerwassers und ihr Anteil an der Gesamtstickstoff-fracht der Kläranlage berechnet (siehe Abbildung 18). Es zeigte sich, dass der Ammonium-Stickstoff auch im Grund- und Sickerwasser aus umschlossenen Deponien einen größeren Anteil an der gesamten behandelten Stickstofffracht in der Kläranlage ausmacht als dies beispielsweise für CSB und BSB der Fall ist.

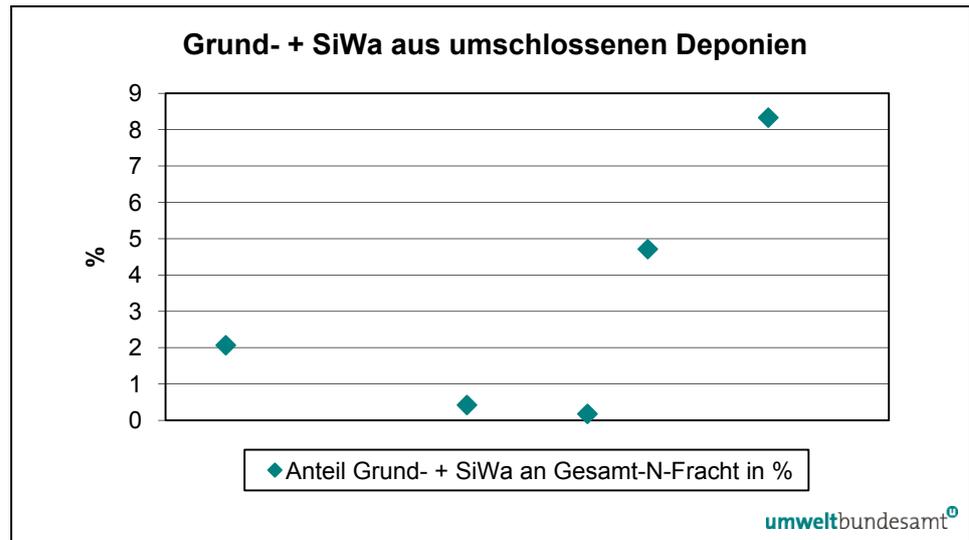


Abbildung 18: Anteil des in der Kläranlage mitbehandelten Grund- und Sickerwassers aus umschlossenen Deponien an der gesamten behandelten N-Fracht.

8 FOLGERUNGEN

Wie gezeigt werden konnte, ist bei vielen Anlagen der Beitrag der Deponiesickerwässer bzw. der Mischung aus Grund- und Deponiesickerwässern an den insgesamt in den Kläranlagen behandelten CSB- und BSB₅-Frachten sehr gering. Aus den Mittelwerten der gemeldeten Sickerwasserparameter (siehe Tabelle 2) ist allerdings zu entnehmen, dass die Konzentrationen dieser beiden Parameter bei Massenabfalldeponien weit über den letztendlich in der AEV Deponiesickerwasser zu erreichenden Grenzwerten von 120 mg/l (TOC) und 300 mg/l (CSB) liegen. Ob alle untersuchten Massenabfalldeponien den gemäß AEV Deponiesickerwasser verlangten Abbaugrad für diese Parameter nachweisen konnten, wurde in dieser Studie nicht erhoben. Bei Anlagen bei welchen durch die Mitbehandlung von Sickerwasser in Kläranlagen die Qualität des Ablaufs maßgeblich verschlechtert wird, sollte eine Behandlung am Standort in Erwägung gezogen werden.

In Hinblick auf Stickstoff ist Deponiesickerwasser bei zahlreichen Kläranlagen ein relevanter Eintrag. Bei diesen Anlagen ist jedenfalls verstärkt auf eine Einhaltung der erlaubten Ablaufkonzentrationen zu achten.

Die unterschiedliche Behandlung der Deponiesickerwässer – einerseits am Standort selbst und andererseits über Kläranlagen – führt zu ökonomischen Ungleichgewichten zwischen den Deponiestandorten und damit zu Konkurrenzvorteilen bzw. -nachteilen.

9 LITERATURVERZEICHNIS

KOSS & TRAPP (2003): Entwicklung und Tendenzen der Sickerwasserbehandlung in NRW. In: Tagungsband in der Reihe Forum Siedlungswirtschaft und Abfallwirtschaft Universität Essen, H. 19, Shaker Verlag 2003. ISBN 3-8322-1201-9.

Rechtsnormen und Leitlinien

Abfallwirtschaftsgesetz 1990 (AWG 1990; BGBl. Nr. 325/1990, i.d.F. BGBl. I Nr. 102/2002): Bundesgesetz vom 6. Juni 1990 über die Vermeidung und Behandlung von Abfällen.

Abwasseremissionsverordnung – AEV Deponiesickerwasser (BGBl. II Nr. 263/2003): Verordnung über die Begrenzung von Sickerwasseremissionen aus Abfalldponien.

Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV; BGBl. Nr. 186/1996): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen.

Deponieverordnung (DeponieVO; BGBl. Nr. 164/1996 i.d.F. BGBl. II Nr. 49/2004): Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die Ablagerung von Abfällen.

Deponieverordnung 2008 (DeponieVO 2008; BGBl. II Nr. 39/2008): 39. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien.

ÖNORM B 2503 (1999): Kanalanlagen – Ergänzende Richtlinien für die Planung, Ausführung und Prüfung. Ausgabe, Februar 1999. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ÖWAV – Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (2000): Regelblatt 31 „Deponiesickerwasser“.

ÖWAV – Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (2008): Positionspapier „Konzeptionelle Überlegungen zur Entlassung aus der Deponienachsorge“.

Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG; BGBl. Nr. 215/1959 i.d.F. BGBl. Nr. I 82/2003): 215. Kundmachung der Bundesregierung vom 8.9.1959, mit der das Bundesgesetz, betreffend das Wasserrecht, wiederverlautbart wird.