

TECHNISCHE ANLEITUNG ZUR BEGRENZUNG VON SICKERWASSEREMMISSIONEN AUS ABFALLDEPONIEEN

(AEV Deponiesickerwasser BGBl. II Nr. 263/2003)

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Allgemeines	3
1.1	Rechtsgrundlagen	5
1.1.1	Abfallwirtschaftsgesetz	5
1.1.2	Deponieverordnung	5
1.1.3	Wasserrechtsgesetz	7
1.1.4	Abwasseremissionsverordnungen	8
1.2	Menge und Beschaffenheit von Deponiesickerwasser	10
1.3	Verfahren zur Reinigung von Deponiesickerwasser	13
2	Geltungsbereich	26
3	Gegenwärtige Entsorgungssituation	27
4	Stand der Technik	29
5	Parameterauswahl und Emissionsbegrenzungen	30
5.1	Parameterauswahl	30
5.2	Emissionsbegrenzungen	31
5.2.1	Teilstromregelungen	32

6	Umsetzung wasserbezogener EU - Richtlinien	33
6.1	RL 76/464/EWG	33
6.2	RL 96/61/EG (IPPC)	34
6.3	RL 99/31/EG (Deponierichtlinie)	35
7	Fristen	35

1 Allgemeines

Als Deponie bezeichnet man einen Ort oder ein Bauwerk, welcher (welches) der langfristigen bzw. endgültigen Ablagerung von Abfall dient. Nach der geomorphologischen Lage und der Art der technischen Ausbildung einer Ablagerungsstätte unterscheidet man zwischen

- oberirdischer Ablagerung (mit Ausbildung als Hang-, Gruben-, Tal- oder Haldendeponie) und
- unterirdischer Ablagerung (Ausbildung als Untertagedeponie mit Ablagerung unterhalb der Biosphäre).

Nach Art und Reaktivität (Umweltverhalten) der abgelagerten Abfälle unterscheidet man in Österreich Deponien für Inertstoffe, Baurestmassen, Restabfälle und Massenabfälle. Für Deponien zur Ablagerung von gemischtem Siedlungsabfall (frühere Bezeichnung Müll) sowie vergleichbarem Gewerbeabfall oder von sonstigen einen erhöhten organischen Anteil aufweisenden Abfällen sind auch die Bezeichnungen Mülldeponie, Reaktordeponie oder Deponie für Siedlungsabfälle gebräuchlich. Eine Ablagerung spezifisch gleichgearteter Massenabfälle wird mitunter auch Monodeponie genannt.

Als langfristig unbestrittenes Ziel des Betriebs von Deponien gilt die Einlagerung lediglich nicht reaktiver (inert) vorwiegend anorganischer Abfälle. Abfälle derartiger Beschaffenheit verursachen auf Grund ihres Emissionsverhaltens keine Umweltbeeinträchtigungen, die lang andauernde Kontroll- und Nachsorgemaßnahmen notwendig machen.

In Deponien eingelagerte Abfälle, die physikalisch, chemisch oder biologisch reaktiv sind, können flüssige oder gasförmige Emissionen (Sickerwasser und Deponiegas) verursachen. Das Gelände einer mit derartigen Abfällen beschickten Deponie einschließlich seiner näheren Umgebung kann auf Grund dieses Emissionsverhaltens auf lange Zeit nicht oder nur beschränkt nutzbar sein, weil die aus dem Deponiekörper austretenden Stoffe sich noch viele Jahre nach Abschluss der Ablagerung bemerkbar machen.

Zur Minimierung von Emissionen aus Deponiekörpern wird heute das sogenannte Multibarrierenkonzept verfolgt. Eine der wesentlichen Barrieren ist dabei der Deponiekörper selbst bzw. die Beschaffenheit der eingelagerten Abfälle. Voraussetzung für eine wirksame Barrierenfunktion des Deponiekörpers ist eine Vorbehandlung der einzulagernden Abfälle mit physikalischen, chemischen oder biologischen Verfahren oder deren Kombination (Desaktivierung bzw. Inertisierung). Diesem Ziel dienen die in den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen betreffend die Ablage-

rung von Abfällen enthaltenen Anforderungen an die Abfallqualität. Da trotz aller Bemühungen zur Vermeidung des Anfalls von Abfällen bzw. zur Verwertung der angefallenen Abfälle auch zukünftig ein nicht unbeträchtlicher Anteil der Abfälle auf Deponien landen wird, kommt diesen Festlegungen zur Minimierung des Emissionsverhaltens von Abfällen herausragende Bedeutung zu.

Deponien für reaktive Abfälle müssen nach den in Österreich geltenden Bestimmungen mit einer Basisdichtung versehen sein. An einer derartigen Basisdichtung sammelt sich auf Grund der in Mitteleuropa herrschenden klimatischen und meteorologischen Bedingungen Deponiesickerwasser. Das Sickerwasser enthält wasserlösliche und wassermischbare Stoffe aus den in der Deponie eingelagerten Abfällen. Abfallkörper können ein eigenes physikalisch – chemisches Milieu entwickeln, in welchem es unter den jeweils herrschenden Bedingungen zur Bildung und Mobilisierung einer großer Menge und Vielfalt von Stoffen kommt. Besondere Mobilisierungsbedingungen entwickeln in diesem Zusammenhang organische Inhaltsstoffe; sie sind Lösungsvermittler für schwer mobilisierbare Inhaltsstoffe der Abfälle. Menge und Zusammensetzung des Sickerwassers ist stark abhängig von den meteorologischen und wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten des Deponiestandortes (zB. Niederschlag, Oberflächenabfluss, Verdunstung, Einstau, Andrang von Fremdwasser), den eingelagerten Abfällen (Herkunft, Wassergehalt, Vorbehandlung, Reaktion der Inhaltsstoffe der Abfälle mit einander in der Deponie) und von den näheren Bedingungen der Einlagerung (Wasserzutritt, Sauerstoffversorgung, Temperaturentwicklung etc.).

Durch eine undichte Deponiesohle kann es zu massiven Verunreinigungen von Grundwasser in Folge von Sickerwasseraustritt kommen. Deponiesickerwasser kann im Einzelfall extrem hohe Gehalte an schädlichen oder gefährlichen Inhaltsstoffen aufweisen (sh. Kap. 1.2). Im Lichte der gesetzlichen Anforderungen an die Beschaffenheit von Trinkwasser stellt Sickerwasser aus bestimmten Deponietypen eine hohe Bedrohung für die Beschaffenheit des Grundwassers dar. Aus dem Wissen um diese Gefährdung resultieren ua. auch die strengen Anforderungen an die Standortauswahl und die technische Ausstattung von Deponien.

Tritt Deponiesickerwasser ungehindert in ein Oberflächengewässer ein, so kann es gleichfalls auf Grund der Menge und Beschaffenheit seiner Inhaltsstoffe zu schweren Schädigungen der Gewässerbeschaffenheit führen. Auch aus diesem Grund muss der Gesetzgeber strenge Anforderungen an die Beschaffenheit von Deponiesickerwasser stellen, welches in ein Fließgewässer oder eine wasserrechtlich bewilligte Kanalisation eingeleitet werden soll.

1.1 Rechtsgrundlagen

1.1.1 Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002 BGBl. I Nr. 102)

Das Abfallwirtschaftsgesetz ist die zentrale Rechtsvorschrift des Bundesgesetzgebers zum Umgang mit Abfällen. § 2 Abs. 7 Z 4 AWG 2002 enthält folgende Definition des Begriffs Deponie:

„Anlage, die zur langfristigen Ablagerung von Abfällen oberhalb oder unterhalb (dh. unter Tage) der Erdoberfläche errichtet oder verwendet wird einschließlich betriebseigener Anlagen für die Ablagerung von Abfällen, oder auf Dauer (dh. für länger als ein Jahr) errichtete Anlage, die für die vorübergehende Lagerung von Abfällen genutzt wird. Nicht als Deponie gilt eine Anlage

- a) in der Abfälle gelagert werden, damit sie für den Weitertransport zur Behandlung an einem anderen Ort vorbereitet werden können oder*
- b) zur Zwischenlagerung von Abfällen vor der Verwertung, sofern die Dauer der Zwischenlagerung drei Jahre nicht überschreitet oder*
- c) zur Zwischenlagerung von Abfällen vor der Beseitigung, sofern die Dauer der Zwischenlagerung ein Jahr nicht überschreitet.“*

Deponien werden nach AWG 2002 als Abfallbehandlungsanlagen eingestuft. Bewilligung, Errichtung, Betrieb und Überwachung von Abfallbehandlungsanlagen haben sich am Anforderungsniveau des Standes der Technik zu orientieren (§ 2 Abs. 8 Z 1 AWG 2002). Abschnitt VI des AWG 2002 enthält die näheren Bestimmungen für die Vorgangsweise bei Bewilligung, Errichtung, Betrieb und Überwachung von Abfalldeponien (§§ 37, 38, 48, 49, 61, 63 und 65 AWG 2002). Der Stand der Technik für Bewilligung, Errichtung, Betrieb und Überwachung von Abfalldeponien ist in der Deponieverordnung festgelegt. Nicht diesem Anforderungsniveau entsprechende Deponien sind an dieses Niveau heranzuführen (sh. § 76 AWG 2002). Die für das Thema Deponiesickerwasser wesentlichen Maßnahmen betreffend Emissionskontrolle, Basisdichtung, Basisentwässerung und Wasserhaushalt von Deponien müssen seit 1. Jänner 1998 den verordneten Anforderungen genügen (sh. auch § 76 AWG 2002).

1.1.2 Deponieverordnung (DepV BGBl. Nr. 164/1996)

Die Deponieverordnung legt auf der Rechtsbasis des § 29 AWG 1990 (bzw. § 65 Abs. 1 AWG 2002) den Stand der Technik für die oberirdische Ablagerung von Abfällen fest. Für das Thema Deponiesickerwasser sind dabei folgende Bestimmungen von Bedeutung :

- § 2 Die Begriffe Deponie, Deponiebasisdichtungssystem, Deponiesickerwasser, Deponiesickerwasservorflut werden definiert. Deponiesickerwasser ist danach im Deponiekörper anfallendes Wasser, das insbesondere durch in den Deponiekörper eingedrunenes, infolge von Auslaugungsvorgängen angereichertes Niederschlagswasser, durch belastetes Überschusswasser aus Abfällen mit hohem Wassergehalt und durch infolge von Zersetzungs Vorgängen entstandenes Reaktionswasser gebildet wird.
- §§ 3 bis 5 Die Verordnung legt vier Deponietypen fest (Bodenaushubdeponie, Baurestmassendeponie, Reststoffdeponie und Massenabfalldeponie). An diese Deponietypen werden unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Standortwahl, Beschaffenheit der zulässig einlagerbaren Abfälle, technische Ausstattung, Betrieb und Überwachung gestellt. In eine Deponie eines bestimmten Deponietyps dürfen nur Abfälle einer bestimmten Beschaffenheit eingelagert werden. Für gewisse Abfälle wird ein Verbot der obertägigen Ablagerung ausgesprochen (§ 5 DepV).
- § 15 Jede Deponie ausgenommen eine Bodenaushubdeponie muss über eine frei Sickerwasservorflut verfügen, dh. das Deponiesickerwasser muss unmittelbar durch die Wirkung der Schwerkraft an der Deponiebasis aus dem Deponiekörper an die Atmosphäre austreten können. Dadurch wird sickerwasserbelastender Einstau des Deponiekörpers verhindert.
- §§ 18 und 19 Jede Deponien ausgenommen eine Bodenaushubdeponie muss über eine Basisdichtung und eine Basisentwässerung verfügen. Dadurch wird eine dauerhafte Erfassung und eine unmittelbare Ausleitung des Deponiesickerwassers aus dem Deponiekörper gewährleistet. Für die Zwischenspeicherung des ausgeleiteten Deponiesickerwassers ist innerhalb des Deponiebereiches eine ausreichend dimensionierte Einrichtung vorzusehen.
- § 21 Bei jeder Deponie ausgenommen einer Bodenaushubdeponie muss sichergestellt sein, dass
- oberirdisch und unterirdisch von Flächen außerhalb der Deponieaufstandsfläche zufließendes Wasser vom Deponiekörper ferngehalten wird und
 - Deponiesickerwasser, verunreinigtes Oberflächenwasser des Deponiekörpers und Kondensat aus der Deponiegasbehandlung getrennt von sonstigem im Deponiebereich anfallendem Wasser erfasst wird.
- Aus verschiedenen Deponietypen stammende Deponiesickerwässer, verschmutzte Oberflächenwässer und wässrige Kondensate aus der Deponiegasbehandlung sind grundsätzlich getrennt zu erfassen und zu behandeln. Eine Vermischung zwecks gemeinsamer Speicherung und Behandlung ist nur dann zulässig, wenn dadurch die Behandlung nicht

erschwert wird und bei der gemeinsamen Behandlung der gleiche Reinigungserfolg bezogen auf die Schmutzfrachtentfernung erzielt wird wie bei gesonderter Behandlung.

Für die Anwendung der wasserrechtlichen Bestimmungen betreffend die Behandlung von Deponiesickerwasser ist entscheidend, dass zufolge der Vorgaben der DepV für die Zuordnung von Abfällen zu den verordneten Deponietypen und die verordneten Ablagerungsverbote primär zwischen Deponien mit vorwiegend anorganischen Abfällen und Deponien mit vorwiegend organischen Abfällen zu unterscheiden ist. Diese Unterscheidung wird auch nach dem Jahr 2005, ab welchem keine Abfälle mit einem TOC – Gehalt größer als 5 Masseprozent abgelagert werden dürfen, relevant sein (sh. diesbezüglich die Ausnahme gemäß § 5 Z 7 lit f DepV, wonach Abfälle aus der mechanisch – biologischen Vorbehandlung in einem gesonderten Bereich einer Massenabfalldéponie abgelagert werden dürfen, sofern ihr oberer Heizwert nicht größer ist als 6000 kJ pro Kilogramm Trockensubstanz).

1.1.3 Wasserrechtsgesetz (WRG 1959 idFd BGBl. I Nr. 156/2002)

§ 33b Abs. 1 WRG 1959 fordert, dass bei der wasserrechtlichen Bewilligung von Abwassereinleitungen in Gewässer oder wasserrechtlich bewilligte Kanalisationen jedenfalls die nach dem Stand der Technik möglichen Auflagen zur Begrenzung von Frachten und Konzentrationen von Abwasserinhaltsstoffen vorzuschreiben sind (Vorsorgeprinzip, Minimierungsgebot!).

Nach § 33b Abs. 2 WRG darf die Einbringung gefährlicher Stoffe nur soweit bewilligt werden, als nach dem Stand der Technik die Vermeidung nicht möglich ist und die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse es zulassen. Die Unvermeidbarkeit der Einleitung gefährlicher Stoffe bei aufrechter wasserrechtlicher Bewilligung ist in wiederkehrenden Intervallen der Behörde nachzuweisen. Mit dieser Bestimmung wird die Behörde verpflichtet, sich nicht nur mit der Abwasserreinigung selbst (end of pipe - Betrachtung), sondern auch mit innerbetrieblichen Vermeidungsmaßnahmen wie zB. Stoff- oder Techniksubstitution, Mehrfachverwendung oder Kreislaufführung von Wasser uä. zu befassen.

§ 33b Abs. 3 WRG 1959 verpflichtet den Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zur Festlegung von Emissionsbegrenzungen für Abwassereinleitungen im Verordnungsweg. Die Emissionsbegrenzungen sind im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit zu definieren. Die Möglichkeit einer Unterscheidung in den Anforderungen zwischen bestehenden und neu zu errichtenden Anlagen in einer Abwasseremissionsverordnung ist vorgesehen. Es können branchenspezifische oder stoffspezifische Verordnungen erlassen werden.

§ 33c WRG 1959 befasst sich mit der Sanierung jener Abwassereinleitungen, die bei Inkrafttreten einer Emissionsverordnung bereits rechtmäßig bestehen. In der Verordnung ist für die jeweilige Sparte eine Frist festzusetzen, innerhalb der eine der Sparte angehörende Altanlage an den in der Verordnung festgeschriebenen Stand der Technik anzupassen oder stillzusetzen ist. Eines besonderen behördlichen Auftrags zur Anpassung oder Stilllegung bedarf es nicht. Wichtig ist, dass der Wasserberechtigte innerhalb von zwei Jahren nach Erlassung einer Verordnung der Behörde ein Sanierungsprojekt vorlegt oder seine Anlage mit Ablauf der Sanierungsfrist stilllegt.

1.1.4 Abwasseremissionsverordnungen (AEV)

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.

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 zahlreiche Deponiesickerwässer vom Standpunkt des Gewässerschutzes als wesentlich problematischer zu bewerten ist als manche Abwässer, war eine Einbeziehung der Deponiesickerwässer in den Geltungsbereich der Abwasseremissionsverordnungen immer das erklärte Ziel der Wasserwirtschaft. Nach § 1 Abs. 1 AAEV (BGBl. Nr. 186/1996) wird daher Deponiesickerwasser mit Abwasser gleich gesetzt und erhält nach § 4 Abs. 2 AAEV eine eigene Spartenverordnung.

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.

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.

Sickerwasser tritt nicht nur bei ordnungsgemäß basisgedichteten Deponien sondern auch bei zahlreichen unsachgemäß angelegten und betriebenen Deponien auf. Im Zuge der Altlastensicherung und -sanierung versucht man durch nachträglich gesetzte technische Maßnahmen die Ausbreitung des in den Untergrund und das Grundwasser eingedrungenen Deponiesickerwassers zu unterbinden (zB. durch Umschließung einer Altlast im Untergrund und mit innenliegender Wasserhaltung). Bei derartigen Maßnahmen fällt Deponiesickerwasser vermischt mit Grund- und Oberflächenwasser in unterschiedlichsten Zusammensetzungen und Konzentrationen an. Da es gegenwärtig nicht möglich ist, für derartige Mischungen einen einheitlichen Stand der Behandlungstechnik und darauf aufbauend einheitliche Emissionsbegrenzungen zu definieren, werden derartige Wässer aus dem Geltungsbereich der AAEV und der Spartenverordnung ausgenommen. Dies heißt aber nicht, dass derartige Wässer aus dem Rechtsregime des WRG 1959 herausfallen. Die allgemeinen Bestimmungen wie §§ 12a, 30, 31 oder 32 WRG 1959 sind unvermindert auf derartige Fälle anzuwenden; allerdings kann die Behörde bei der Festlegung der Maßnahmen nach dem Stand der Technik nicht auf eine Abwasseremissionsverordnung zurückgreifen sondern muss individuelle Festlegungen treffen. In manchen Fällen wird man dabei in Anlehnung an die AAEV Deponiesickerwasser vorgehen können.

1.2 Menge und Beschaffenheit von Deponiesickerwasser

1.2.1 Menge von Deponiesickerwasser

Niederschlagswasser, welches durch einen Bodenkörper hindurch sickert, wird als Sickerwasser bezeichnet. Die Wasserbewegung in einem Abfallkörper folgt prinzipiell den gleichen Gesetzmäßigkeiten wie jene im natürlich gewachsenen Boden, weist aber zusätzlich eine Reihe von Unterschieden auf, welche auch nach einer Bestimmung der klimabedingten Sickerwasserbildung eine Prognose der zu erwartenden Sickerwassermengen an der Deponiebasis erschweren bzw. unmöglich machen. Die Hauptursachen für diese Schwierigkeiten liegen insbesondere in der Heterogenität der Abfälle, der örtlich und zeitlich unterschiedlichen Verdichtung, der Existenz von lokal begrenzten Sperrschichten und der damit verbundenen Ausbildung bevorzugter Sickerwasserbahnen.

Analog zur Grundwasserneubildung kann die Sickerwasserbildung vereinfacht als Differenz von Niederschlag und aktueller Verdunstung plus Oberflächenabfluss dargestellt werden. Bei differenzierter Betrachtung müssen in der Wasserhaushaltsgleichung einer Deponie weitere Glieder wie Speicherung, Rückhalt, Neubildung durch chemische oder biochemische Prozesse, Auspressung von Eigenfeuchte der Abfälle etc. berücksichtigt werden. Ein entscheidender Faktor, der die in den Deponiekörper eindringende Niederschlagswassermenge maßgeblich beeinflusst, ist auch der Oberflächenabschluss (Deponieabdeckung).

Die meisten Größen der Wasserhaushaltsgleichung für eine Deponie lassen sich bei laufendem Deponiebetrieb nicht ermitteln. Deshalb reduzieren sich die Betrachtungen zum Wasserhaushalt einer Deponie im allgemeinen auf eine Gegenüberstellung der Summen der gemessenen Sickerwassermengen und Niederschlagsmengen in einem definierten Beobachtungszeitraum. Aus zahlreichen derart durchgeführten Gegenüberstellungen kann der – auch durch Beobachtungen in der Natur belegte – Schluss gezogen werden, dass man unter den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas selbst bei günstigsten Verhältnissen (zB. unter Pflanzendecken mit hoher Jahresgesamtverdunstung) immer mit zumindest zeitweiligem Sickerwasserabfluss rechnen muss.

Ein Gesamtüberblick über den Sickerwasserhaushalt aller Deponietypen nach DepV existiert nicht; gut untersucht ist lediglich das Sickerwasserregime von Deponien für organische Abfälle (Deponien für gemischten Siedlungsabfall und sonstige organische abfälle). Die verfügbaren Messreihen zeigen, dass bei derartigen Deponien in Abhängigkeit von Art und Mächtigkeit der Oberflächenabdeckung mit dem in Tabelle 1 gezeigten Sickerwasseranfall zu rechnen ist (Angaben in Prozent des Jahresniederschlages).

Signifikante unetwete Veränderungen in der zeitlichen Entwicklung des Sickerwasseranfalls werden verursacht durch außergewöhnliche meteorologische Ereignisse, die Inbetriebnahme neuer Deponieabschnitte oder die Aufbringung einer Abdeckung einzelner Deponieabschnitte bzw. der gesamten Deponie. Bei Deponien, die dem Stand der Technik entsprechen (Oberflächenabdeckung mit mineralischer Dichtung, Kunststoffdichtungsbahn oder Kombinationsdichtung) werden nur in den ersten Jahren nach Aufbringung der Abdeckung relevante Sickerwassermengen beobachtet. Nach dem sogenannten Ausbluten des Deponiekörpers kommt es nicht mehr zu einem nennenswerten Abfluss von Deponiesickerwasser, sofern kein Fremdwasserzutritt in den Deponiekörper erfolgt. Bei Materialversagen in der Oberflächenabdeckung ist allerdings wieder mit einem Anstieg des Sickerwasseranfalles zu rechnen.

Tabelle 1 Sickerwasseranfall in Prozent des Jahresniederschlags bei Deponien für organische Abfälle (Deponien für gemischten Siedlungsabfall etc.)

Art der Oberflächenabdeckung	Sickerwasseranfall nach Deponieabschluss in Prozent des Jahresniederschlags
Abdeckung mit Mächtigkeit nicht größer als 1m)	25 – 60
Abdeckung mit Mächtigkeit größer als 1 m	15 – 40
Abdeckung mit mineralischer Dichtung	10 – 40
Abdeckung mit Bentonitmatte	-
Abdeckung mit Kunststoffdichtung	-

1.2.2 Beschaffenheit von Deponiesickerwasser

Ähnlich wie bei der Sickerwassermenge liegen auch für der Beschaffenheit von Deponiesickerwasser keine systematischen Informationen betreffend die Gesamtheit aller Deponietypen vor. Gut untersucht und mit Daten abgesichert ist in erster Linie die Gruppe der Deponien für vorwiegend organische Abfälle.

Auf dem Weg durch den Abfallkörper kommt das Niederschlagswasser in engen Kontakt mit den Abfällen; die wasserlöslichen bzw. wassermischbaren Inhaltsstoffe der Abfälle werden mobilisiert und abtransportiert. Für Art und Menge der Sickerwasserinhaltsstoffe ist der physikalisch – chemische Zustand der Abfälle selbst, das chemische bzw. biochemische Milieu des Abfallkörpers sowie die in ihm ablaufenden chemischen bzw. biochemischen Reaktionen maßgeblich. In Abfallkörpern mit rasch wechselnden chemischen Milieubedingungen (zB. Deponien für organischen Abfall in saurer Phase) unterliegt auch die Sickerwasserbeschaffenheit einer raschen Veränderung. Gene-

rell ist bei allen Deponien einer Abnahme der Konzentrationen der Sickerwasserinhaltsstoffe über die Zeit festzustellen (Ausbluten); der Prozess dauert allerdings in der Regel viele Jahrzehnte.

Der Gehalt an gelösten Inhaltsstoffen im Deponiesickerwasser hängt im wesentlichen von der chemischen Zusammensetzung der abgelagerten Abfälle, dem Alter der Deponie, der Einbautechnik und den klimatischen Bedingungen ab. Daraus ergeben sich hohe Schwankungsbreiten für die Konzentrationen der Sickerwasserinhaltsstoffe. Die Unterschiede in den Sickerwasserbelastungen zwischen den verschiedenen Deponietypen nach DepV sind sowohl qualitativer wie auch quantitativer Art. Sickerwasser aus Baurestmassen- oder Reststoffdeponien ist häufig stark belastet mit anorganischen Salzen (Chlorid, Sulfat, Ammonium etc.), dagegen gering belastet mit organischen Stoffen; Belastungen mit toxischen Inhaltsstoffen wie Arsen, Blei oder Quecksilber in derartigem Sickerwasser sind meist niedriger, mit Cadmium, Eisen, Nickel, Kupfer, Chrom oder Zink meist höher als im Sickerwasser von Deponien für organische Abfälle. Deponien für organische Abfälle weisen zu Beginn der Ablagerung immer sehr hohe Gehalte an organischen biochemisch leicht abbaubaren Verbindungen auf; der Anteil der schwer abbaubaren organischen Verbindungen steigt mit zunehmendem Deponiealter stark an. Auffällig ist bei Deponien für organische Abfälle immer auch ein hoher Gehalt an reduzierten Stickstoffverbindungen.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Auswertung von Ergebnissen der Messungen der Beschaffenheit von Deponiesickerwasser aus Deponien für organische Abfälle.

Tabelle 2 Schwankungsbreite der Konzentrationen von Inhaltsstoffen des Sickerwassers aus Deponien für organische Abfälle *)

Parameter	Dimension	Mittelwert	Minimum	Maximum
pH - Wert	-	7,6	5,4	9
BSB ₅ als O ₂	mg/l	230	6	16 000
CSB als O ₂	mg/l	2 500	22	22 700
NH ₄ als N	mg/l	740	0,4	7 000
P – Gesamt	mg/l	6,8	0,3	54
AOX als Cl	µg/l	1 725	20	7 500
Cl	mg/l	2 150	13	28 000
SO ₄	mg/l	240	1,5	1 800
B	mg/l	9	0,03	58
Fe	mg/l	25	0,08	550
As	µg/l	26	1	370
Cd	µg/l	38	0,13	70
Cr	µg/l	155	5	2 570
Cu	µg/l	90	2	40 000
Hg	µg/l	1,5	0,002	25
Ni	µg/l	190	3	1 930
Pb	µg/l	160	5	1 300

*) Werte aus BRD - Forschungsvorhaben des BMBF Nr. 1 471 067 aus 1999

1.3 Verfahren zur Reinigung von Deponiesickerwasser

Die Wahl der zur Reinigung von Deponiesickerwasser eingesetzten Verfahren richtet sich primär nach den Gegebenheiten vor Ort (Menge und Zusammensetzung des Sickerwassers und deren zeitliche Schwankungen), der Eignung eines bestimmten Verfahrens oder einer Verfahrenskombination zur Verringerung bzw. Entfernung der Sickerwasserinhaltsstoffe sowie nach dem Zwang zur gesicherten Einhaltung geforderter Grenzwerte. Weitere wichtige Aspekte sind Chemikalien- und Energieeinsatz, Prozessstabilität, Wartungsfreundlichkeit sowie Anfall und geordnete Möglichkeit zur Entsorgung der bei der Sickerwasserreinigung anfallenden Rückstände. Auf Grund der zwingenden Forderung nach Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte muss bei der Anlagenbemessung von der maximalen Tagesbelastung ausgegangen werden. Belastungsschwankungen können durch organisatorische und technische Maßnahmen innerhalb der Deponie und durch Vorhaltung entsprechender Speicherkapazitäten für Sickerwasser gedämpft werden.

Deponiesickerwasser muss häufig vor der eigentlichen Reinigung auf einen geeigneten pH - Wert eingestellt werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass manche Sickerwässer über große Pufferkapazitäten verfügen. Ausschlaggebend ist daher die Wahl des Neutralisationsmittels und die Reaktionszeit sowie die Intensität der Durchmischung. Bei einigen Reinigungsverfahren muss vor

dem eigentlichen Reinigungsschritt auch eine Abtrennung der ungelösten Feststoffe erfolgen (zB. bei Membranverfahren).

Zur Reinigung von Sickerwasser aus Deponien mit vorwiegend organischen Abfällen (zB. Deponien für gemischten Siedlungsabfall) wird in der Regel eine Kombination von Verfahren angewandt, da es nicht möglich ist, mit einer einzigen der gängigen Verfahrenstechniken die geforderten Grenzwerte zu erreichen.

Aerobe biologische Verfahren

Die aeroben biologischen Verfahren werden bei der Sickerwasserreinigung mit zwei Hauptzielen eingesetzt

- biochemische Oxidation der organischen Kohlenstoffverbindungen zu Kohlenstoffdioxid und Wasser unter Verbrauch von molekularem Sauerstoff oder chemisch gebundenem Sauerstoff (zB. aus Nitrat)
- biochemische Oxidation reduzierter Stickstoffverbindungen durch Nitrifikation mit anschließender Denitrifikation durch Bildung von gasförmigem Stickstoff.

Die aeroben biologischen Verfahren werden entweder mit suspendierter Biomasse (Belebtschlamm- oder Teichverfahren) oder sessiler Biomasse (Tropfkörper, Tauchkörper, überstaute Aufwuchsflächen) betrieben. Reaktoren mit suspendierter Biomasse werden voll durchmischt oder kaskadenartig betrieben; die Trennung der Biomasse vom gereinigten Sickerwasser erfolgt in einer getrennten Anlageneinheit (Nachklärbecken oder Membranstufe). Bei den Verfahren mit sessiler Biomasse sind die Mikroorganismen auf einem Trägermaterial immobilisiert (zB. Sand, Kunststoffkörper verschiedener Bauformen).

In den Anfängen der Sickerwasserreinigung wurden häufig belüftete Teichanlagen wegen ihres geringen Bau- und Betriebsaufwands eingesetzt. Die Betriebserfahrungen zeigten jedoch, dass Teichanlagen zur Sickerwasserreinigung in der kalten Jahreszeit wegen der langen Aufenthaltszeiten stark abkühlen und nur eine ungenügende Reinigungsleistung erbringen.

Derzeit werden zur Sickerwasserreinigung bevorzugt Belebtschlammanlagen und Tauchkörperanlagen eingesetzt; nur in Einzelfällen verwendet man Verfahren mit überstaute Aufwuchsflächen. Das Belebungsverfahren wird sowohl bei Sickerwasser mit hohem Gehalt wie auch mit niedrigem Gehalt an biochemisch abbaubaren Stoffen eingesetzt; im letzteren Fall steht dabei die Nitrifikation bzw. die Denitrifikation im Vordergrund.

Der bauliche Aufwand bei Anlagen zur biologischen Reinigung von Deponiesickerwasser ist im Vergleich zur Reinigung von kommunalem Abwasser begrenzt, da Bauteile wie Rechen, Sandfang oder Vorklärbecken entfallen und das Nachklärbecken wegen der vergleichsweise geringen Wassermengen klein ausfällt.

Zum Einsatz kommen einstufige und zweistufige Verfahren. Zweistufige Anlagen mit Zwischenklärung nach der ersten Stufe sind zT. durch nachträgliche Erweiterungen oder Umbauten von Teichanlagen entstanden.

Die Einsatzmöglichkeiten der aeroben biologischen Verfahren hängen stark von der Beschaffenheit des Deponiesickerwassers ab. Grundsätzlich sind sie sowohl zur Elimination von Kohlenstoffverbindungen wie auch von Stickstoffverbindungen geeignet, bei hohen organischen Belastungen (entweder aus dem Sickerwasser selbst oder infolge einer Zugabe externer Kohlenstoffquellen für die Stickstoffentfernung) kann durch zu hohes Mikroorganismenwachstum eine Verminderung des Schlammalters und dadurch bedingt eine Verminderung der Reinigungsleistung eintreten.

Hauptzielgebiet des Einsatzes der aeroben biologischen Verfahren in der Sickerwasserreinigung ist die Nitrifikation. Die Anlagen werden entweder als alleiniger Verfahrensschritt oder auch als nachgeschaltete zweite Stufe verwendet. Verglichen mit den Ergebnissen der biologischen Reinigung bei anderen Abwässern werden bei der Sickerwasserreinigung meist niedrigere Umsatzraten beobachtet. Dies wird auf die große Anzahl von potentiellen Störstoffen zurückgeführt. Es ist bislang aber noch kein Fall bekannt geworden, der die generelle Einsetzbarkeit der aeroben biologischen Verfahren in Frage stellen würde.

Anaerobe biologische Verfahren

Anaerobe biologische Prozesse vermindern hohe organische Belastungen in Sickerwässern durch mikrobiellen Abbau unter Sauerstoffausschluss bei gleichzeitiger Bildung von Biogas. Angewandt wird der Anaerobabbau sowohl als integrierter Prozess im Deponiekörper (Nutzung des gesamten Deponiekörpers als Reaktor oder eines separat ausgewiesenen Teiles) als auch als externer Prozess in einer technischer Anlage.

In großtechnischem Maßstab sind technische Anaerobreaktoren seit einigen Jahren in Betrieb (USA, Niederlande). Sie werden als Festbettreaktoren (Aufwuchs der Biomasse auf Kunststoffträgermaterial) bzw. als UASB – Reaktoren (Upflow Activated Sludge Blanket) bei Temperaturen

größer als 30 °C betrieben. In Erprobung befinden sich Verfahren mit suspendierter Biomasse, bei denen die Abtrennung des gereinigten Sickerwassers durch Ultrafiltration erfolgt.

Die anaerobe Reinigung kann bevorzugt zur Reduktion der zu Anfang einer Ablagerung von organischem Material auftretenden Belastung mit leicht abbaubaren Stoffen eingesetzt werden (Deponien in saurer Phase). Ist dagegen im Deponiekörper bereits eine stabile Methanphase erreicht, so kann auf anaerobem Weg kein nennenswerter weiterer Abbau der Sickerwasserinhaltsstoffe erzielt werden.

Mit anaeroben Verfahren allein kann keine Vollreinigung des Sickerwassers erreicht werden. Der Stickstoffgehalt des Sickerwassers wird beim anaeroben Abbau nur unwesentlich beeinflusst; das gleiche gilt für den Gehalt an sonstigen Schadstoffen wie AOX etc. Metallverbindungen können dagegen in unlösliche Form gebracht werden (zB. als Sulfide), womit der Gehalt des Sickerwassers an Schwermetallverbindungen reduziert wird.

Technische Anaerobsysteme zeigen bei entsprechendem Schlammalter und ausreichenden Verweilzeiten auch unter Belastungsschwankungen hohe Prozessstabilität. Calcium- und Eisenausfällungen können allerdings zu Verstopfungsproblemen in Anlagen und Rohrleitungen führen.

Filtration

Unter Filtration versteht man die Trennung einer Suspension in Klarphase (Filtrat) und Feststoff (Filterkuchen) mit Hilfe einer im wesentlichen nur für den flüssigen Anteil der Suspension durchlässigen Schicht (Filtermittel). Der Einsatz von Filtrationstechniken für die Reinigung von Deponiesickerwasser dient in der Regel dem Rückhalt suspendierter Stoffe, die in nachgeschalteten Reinigungsstufen zu Störungen führen können.

Bei der Filtration unterscheidet man im wesentlichen zwischen Flächenfiltration und Raumfiltration. Bewegt sich bei der Flächenfiltration die zu filtrierende Suspension parallel zur Filterschicht, so spricht man von Querstromfiltration (cross flow filtration); bewegt sich dagegen die zu filtrierende Suspension normal zur Ebene der Filterschicht, so spricht man von „dead end filtration“.

Flächenfilter können mit oder ohne Anschwemmschicht betrieben werden. Beim Flächenfilter mit Anschwemmschicht (Anschwemmfilter) bildet der aus der Suspension abgetrennte Feststoff über dem Filtermittel eine poröse Schicht, deren Stärke im Zuge des Filtrationsvorganges ständig anwächst. Die mit der Zeit anwachsende Filterkuchenstärke bewirkt eine zunehmende verbesserte Filtrationswirkung, verursacht aber gleichzeitig steigenden Druckverlust und damit eine Vermin-

derung des Filtratvolumenstroms. In regelmäßigen zeitlichen Intervallen muss daher der Filterkuchen vom Filtermittel entfernt werden (Regeneration durch Rückspülung). Flächenfilter ohne Anschwemmschicht werden meist als Tuchfilter mit kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Reinigung betrieben.

Im Gegensatz zur Flächenfiltration werden die Feststoffe der Suspension bei der Raumfiltration (auch Schichtfiltration oder deep bed filtration genannt) innerhalb des Filtermittels zurückgehalten. In Folge der dabei eintretenden Verringerung der Durchlässigkeit des Filtermittels ist der Einsatz der Raumfiltration auf Suspensionen mit relativ niedrigem Feststoffgehalt begrenzt (nicht größer als 100 mg/l).

Die Filtermittel der Raumfilter bestehen bevorzugt aus Quarzsand und/oder Anthrazit mit Korngrößen von 0,5 bis 4 Millimeter und Schichtstärken von 0,5 bis 3 Meter. Die Feststoffteilchen der Suspension dringen ins Innere der Filtermasse ein und werden an der Oberfläche der Filtermittelkörner abgelagert.

Fällung/Flockung

Als Fällung bezeichnet man die Überführung echt gelöster Wasserinhaltsstoffe in eine ungelöste Form durch Zugabe eines anderen Stoffes oder durch Verschiebung des pH – Werts. Als Flockung bezeichnet man einen Prozess, bei welchem suspendierte Stoffe, die in Wasser in kolloidaler Form vorliegen, in größere Aggregate übergeführt werden. Im praktischen Betrieb lassen sich beide Prozesse nur schwer von einander abgrenzen bzw. trennen.

Die Fällung/Flockung besteht aus den Prozessschritten

- Dosierung und Mischung mit dem Ziel einer homogenen Verteilung von Chemikalien im Wasser
- Entstabilisierung von kolloidal gelösten Trübstoffen oder Fällung von gelösten Stoffen
- Aggregation der Fällungsprodukte bzw. der entstabilisierten Trübstoffe zu Mikroflocken
- Aggregation der Mikroflocken zu mit physikalischen Verfahren (zB. Sedimentation, Filtration) abtrennbaren Makroflocken.

Als Fällungs- bzw. Flockungsmittel stehen in erster Linie Metallsalze in Verwendung, aber auch Kalkhydrat und organische Polymere kommen zum Einsatz. Die sich bildenden Metallhydroxide lassen sich in der Regel durch Sedimentation oder Filtration abtrennen. Zur Unterstützung der Flockenbildung werden häufig Flockungshilfsmittel zugesetzt.

Im praktischen Betrieb laufen die Entstabilisierung sowie die Bildung von Mikro- und Makroflocken gleichzeitig mit einer Adsorption von Inhaltsstoffen an die sich bildenden Flocken ab.

In Abhängigkeit von der Sickerwasserzusammensetzung können mit den Verfahren der Fällung/Flockung folgende Ziele verfolgt werden

- Abtrennung von organischen Inhaltsstoffen (CSB, AOX, organische Stickstoffverbindungen etc.)
- Abtrennung von Metallverbindungen
- Fällung und Abtrennung von Ammonium in Form von Magnesium – Ammonium – Phosphat (MAP).

Dabei werden vor allem als Fällungs- und Flockungsmittel Kalk (zB. als Kalkmilch), Metallsalze (ua. Eisen oder Aluminiumsalze bzw. deren Gemische) oder Polymere verwendet.

Chemische Oxidation

Bei der chemischen Oxidation werden durch Reaktion mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigen Reagentien Sickerwasserinhaltsstoffe anoxidiert; bei organischen Inhaltsstoffen wird die Molekülstruktur aufgebrochen, sodass im Zuge weiterer Umsetzungen (zB. biochemischer Abbau) eine vollständige Mineralisierung erreicht werden kann.

In Frage kommen folgende Verfahren bzw. deren Kombinationen

- Ozonung
- Zugabe von Wasserstoffperoxid
- Umsetzung mit Salpetersäure (HNO₃)
- UV – Bestrahlung
- Nassoxidation.

Ozon weist ein sehr hohes Oxidationspotential für organische Stoffe auf, ist jedoch im praktischen Einsatz mit hohem Energieaufwand verbunden und teuer. Bei der Ozonung muss das für die Oxidation benötigte O₃ entsprechend dem momentanen Bedarf vor Ort entweder aus Luft oder aus technischem Sauerstoff produziert werden. Hohe Salzgehalte im Sickerwasser schränken wegen des vorzeitigen O₃ – Zerfalls die Anwendbarkeit des Verfahrens ein; weiters müssen in der Begasungseinrichtung bei Anwesenheit flüchtiger Sickerwasserinhaltsstoffe besondere verfahrenstech-

nische Vorkehrungen getroffen werden. Bei Anwesenheit von Radikalfängern wie zB. Carbonaten ist mit erhöhtem O_3 – Bedarf zu rechnen.

H_2O_2 besitzt ein geringeres Oxidationspotential als Ozon, führt jedoch in vielen Fällen zu einer fast stöchiometrischen Umsetzung von Sickerwasserbestandteilen, die über den CSB erfasst werden. Der Vorteil des Verfahrens liegt im geringen apparatetechnischen Aufwand und einer einfachen Reaktionsführung in Folge einer reinen Flüssigphasenreaktion. Für eine ausreichend schnelle Wirkung von Peroxid ist eine zusätzliche Aktivierung nötig (zB. durch UV – Bestrahlung); auch die Aktivierung durch Zugabe von Metallsalzen wie zB. $Fe[II]$ – Salzen (Fenton's Reagenz) ist möglich, impliziert aber zusätzliche Reststoff- und damit Entsorgungsprobleme.

Die energetische Anregung organischer Sickerwasserinhaltsstoffe allein durch UV – Bestrahlung kann in einigen Fällen bereits zu chemischem Zerfall bzw. zu Umsetzungen mit anderen Wasserinhaltsstoffen führen, meist ist jedoch nur mittels Zugabe von Persauerstoffverbindungen ein zufriedenstellender Abbau erzielbar. Eingeschränkt wird der UV – Einsatz auch durch Trübung oder Verkrustungsneigung des Sickerwassers.

Sickerwasserinhaltsstoffe lassen sich bei Temperaturen von 200 bis 300 °C und Drücken von 70 bis 200 Bar durch elementaren Sauerstoff (zB. aus Luft) oxidieren. Derartige Verfahren der Nassoxidation erfordern einen hohen verfahrenstechnischen Standard für Sicherheit und Werkstoffe. Hohe Salzgehalte bedingen zusätzliche Anforderungen an die Werkstoffqualität. Für eine autotherme Fahrweise des Prozesses sind Organikgehalte des Sickerwassers von 10 bis 20 Gramm CSB pro Liter erforderlich, andernfalls muss mit sehr hohen Energiekosten gerechnet werden. Bei kontinuierlicher Fahrweise muss eine weitgehend homogene Qualität des Sickerwassers gewährleistet sein.

Chemische Oxidationsverfahren erweisen sich häufig kostenintensiv im Vergleich zu biologischen Oxidationsverfahren. Aus wirtschaftlichen Gründen kommt daher in der Regel die Kombination eines Oxidationsverfahrens mit einer anderen Reinigungsstufe zur Anwendung. Der große Vorteil der chemischen Oxidation liegt in der gezielten Entfernung schwer abbaubarer und gegebenenfalls toxischer Substanzgruppen wie Alkenen, Aromaten oder Verbindungen mit organisch gebundenen Halogenen. Durch Teiloxidation wird häufig eine verbesserte Abbaubarkeit von Sickerwasserinhaltsstoffen beobachtet, die sich in einer Erhöhung des BSB – Anteiles bemerkbar macht. Chemische Oxidationsverfahren eignen sich in der Regel nicht zur Oxidation von Ammoniumverbindungen.

Adsorption

Als Adsorption bezeichnet man ein Trennverfahren, bei welchem die zu entfernenden Inhaltsstoffe des Sickerwassers (Adsorbat) an der Oberfläche eines Feststoffes (Adsorbens) angelagert werden. Das Schwergewicht der Adsorptionsverfahren liegt in der Entfernung von organischen Inhaltsstoffen. Als Adsorbentien werden Materialien mit großer innerer Oberfläche wie Aktivkohle, Braun- und Steinkohlenkoks, Aluminiumoxid, Bentonite oder synthetische Adsorberharze verwendet. Da die Aufnahmekapazität der Adsorbentien begrenzt ist, müssen sie nach vollständiger Beladung regeneriert oder entsorgt werden. Adsorptionsverfahren werden in der Regel im Anschluss an andere Behandlungsstufen eingesetzt, da der Adsorptionsvorgang um so effektiver ist, je weniger störende Inhaltsstoffe im Sickerwasser vorhanden sind (Ausschaltung der konkurrierenden Adsorption).

Adsorption stellt den Übergang von Inhaltsstoffen aus der flüssigen Phase an die feste Oberfläche des Adsorbens dar. Die Adsorption kann prinzipiell auf physikalischen oder chemischen Vorgängen beruhen; zumeist wirken aber sowohl physikalische wie auch chemische Kräfte. Da diese Kräfte nur geringe Reichweiten haben, muss ein inniger Kontakt zwischen Adsorbens und zu entfernenden Inhaltsstoffen hergestellt werden. Die Beladung der Oberfläche des Adsorbens steht im Gleichgewicht mit der Konzentration der zu entfernenden Stoffe im Wasser. Daraus folgt, dass die Beladung mit sinkenden Ablaufkonzentrationen der zu entfernenden Stoffe immer geringer wird, was sich bei ungünstiger Adsorbenauswahl sehr kostensteigernd auswirken kann.

Adsorptionsverfahren können sinnvollerweise meist nur bei vorbehandeltem Sickerwasser eingesetzt werden; lediglich bei geringer organischer Belastung ist auch der Einsatz als alleinige Reinigungsstufe denkbar. Das bevorzugte Adsorptionsmittel ist Aktivkohle. Der Einsatz erfolgt sowohl als Pulverkohle in Rührreaktoren wie auch als Kornkohle in Adsorptionskolonnen; beide Verfahrenstypen sind im praktischen Einsatz erprobt. Auch betreffend den Einsatz von Braunkohlekoks als Adsorbentien für die Sickerwasserreinigung liegen großtechnische Erfahrungen vor. Andere Adsorbentien haben sich dagegen nicht als wirksam erwiesen.

Der Einsatz von Adsorbentien ist immer mit dem Anfall einer mehr oder minder großen Menge an verbrauchtem Material verbunden. Die Entsorgung erfolgt bei Aktivkohlen oder –koks in der Regel durch Deponierung oder Verbrennung. Körnige Aktivkohlen können mit einem Masseverlust von 5 bis 10 % reaktiviert werden; die Reaktivierung erfolgt in der Regel im Lohnverfahren.

Membranverfahren

Membranverfahren sind physikalische Trennverfahren, die das Sickerwasser in einen hoch belasteten Anteil (Konzentrat oder Retentat) und einen niedrig belasteten Anteil (Permeat) trennen. Der überwiegende Teil der Sickerwasserinhaltsstoffe wird dabei von der Membran zurückgehalten und reichert sich im Konzentrat an. Membranverfahren sind sowohl allein als auch in Kombination mit anderen Reinigungsverfahren einsetzbar. Das Konzentrat muss weiterbehandelt werden, das Permeat hat in der Regel Einleiterqualität.

Membranverfahren (Umkehrosmose, Nanofiltration und Ultrafiltration) werden in vielen Anwendungsbereichen zur Trennung bzw. Aufkonzentrierung wässriger Gemische eingesetzt, wobei das Lösungsmittel (Wasser) die bevorzugt permeierende Komponente ist. Bei allen drei genannten Verfahren wird die dafür notwendige Triebkraft durch das Aufbringen einer transmembranen Druckdifferenz erzeugt.

Membrananlagen zur Sickerwasserreinigung arbeiten nach dem Prinzip der Umkehrosmose (UO) und werden in der Regel zweistufig betrieben. Jede Stufe besteht aus mehreren hintereinandergeschalteten Blöcken mit internen Rezirkulationskreisläufen. In der ersten UO - Stufe werden meist 3 bis 5 Blöcke eingesetzt, in der zweiten Stufe 1 bis 3 Blöcke. In der ersten Stufe der UO – Anlage werden in der Regel Plattenmodule eingesetzt, in der zweiten Stufe Platten- oder Wickelmodule. Die Anlagen werden zumeist mit Drücken bis 50 Bar gefahren; vereinzelt kommen auch Anlagen mit Drücken bis 120 Bar zum Einsatz. Das anfallende Konzentrat der ersten Stufe muss weiterbehandelt werden (Eindampfung, Trocknung etc.); das Konzentrat der zweiten Stufe wird dem Zulauf der ersten Stufe zugeführt. Das Permeat der zweiten Stufe wird abgeleitet. Membrananlagen müssen zumindest in wöchentlichen Intervallen chemisch gereinigt werden, um einen unerwünschten Leistungsabfall zu verhindern. In Kombination mit anderen Verfahren (zB. einer biologischen Reinigung) sind auch einstufige UO – Anlagen einsetzbar.

Umkehrosmoseanlagen sind prinzipiell geeignet, alle Arten von Deponiesickerwässern zu reinigen. Ihrem Einsatz sind jedoch durch den Salzgehalt bzw. den osmotischen Druck des Sickerwassers Grenzen gesetzt. Sickerwässer stellen hohe Anforderungen an die Werkstoffbeschaffenheit der Membrananlagen. Die heute am Markt angebotenen Produkte erfüllen in der Regel die gestellten Anforderungen, insbesondere ist die Beständigkeit der eingesetzten Membranen ausreichend.

Die Grenze einer möglichen Aufkonzentrierung des Sickerwassers ist in der Regel durch den osmotischen Druck des Konzentrates vorgegeben. Sie ist etwa dann erreicht, wenn die Differenz zwischen der anlegbaren transmembranen Druckdifferenz und dem osmotischen Druck des Konzentrates kleiner wird als 12 bis 15 Bar. Im Einzelfall muss die Aufkonzentrierung bereits früher abgebrochen werden, wenn mit Ausfällungen von gelösten Härtebildnern oder sonstigen gelösten

Salzen auf den Membranen zu rechnen ist (Scaling). Der Ausbildung von organischen Belägen auf den Membranen (Fouling oder Biofouling) muss durch chemische Behandlungsmaßnahmen im Rahmen der regelmäßigen Anlagenwartung vorgebeugt werden. Nach derzeitigen Erfahrungen betragen die Membranstandzeiten in UO – Anlagen bis 2 Jahre in der ersten Stufe und bis 5 Jahre in der zweiten Stufe.

Das Konzentrat aus einer UO – Anlage enthält etwa 90 bis 95 % der Sickerwasserinhaltsstoffe. Diese müssen durch eine Weiterbehandlung ordnungsgemäß entsorgt werden.

Eindampfung und Trocknung

Generell dient die Eindampfung/Verdampfung der Trennung von Gemischen aus Stoffen unterschiedlicher Flüchtigkeit. Von Eindampfung spricht man bei der Gewinnung eines Feststoffes und eines Konzentrates, von Verdampfung bei der Gewinnung eines Lösungsmittels.

Bei der Behandlung von Deponiesickerwasser mittels Eindampfungsverfahren steht die weitergehende Aufkonzentrierung der Inhaltsstoffe und die Minimierung der zu behandelnden Reststoffmenge im Vordergrund. Ziel ist primär die Aufkonzentrierung vor einer nachfolgenden Behandlung (zB. Verbrennung, Verfestigung oä.) oder die direkte Produktion eines ablagerungsfähigen Abfalls. Es kann sowohl die gesamte Sickerwassermenge als auch eine in einer Membrananlage aufkonzentrierte Sickerwasserteilmenge eingedampft werden. Welches Konzept verfolgt wird, hängt im wesentlichen von der Sickerwassermenge und -zusammensetzung sowie von der zur Verfügung stehenden Verfahrenstechnik und Energie ab.

Bei der Verdampfung wird dem Sickerwasser durch direkte oder indirekte Beheizung die für die zum Verdampfen des Wassers notwendige Energie zugeführt. Die entstehenden Brüden enthalten neben dem Wasserdampf die unter Prozessbedingungen flüchtigen Sickerwasserinhaltsstoffe. Das nach der Abkühlung der Brüden entstehende Kondensat enthält diese flüchtigen Verunreinigungen, sodass vor der Ableitung dieses Kondensates eine Reinigung stattfinden muss.

Der erreichbare Grad der Eindampfung und die damit mögliche maximale Aufkonzentrierung hängt neben der Zusammensetzung des Sickerwassers vor allem von den physikalisch – chemischen Eigenschaften des entstehenden Konzentrates ab (Viskosität, Siedepunkterhöhung, Verkrustungsneigung, Schaumbildung etc.). Wird die Erzeugung eines ablagerungsfähigen Reststoffes angestrebt, muss in der Regel der Reststoff aus der Verdampfung einer Trocknung zugeführt werden. Auf Grund der hohen Investitions- und Betriebskosten wird eine Eindampfung des Gesamtsicker-

wassers nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen; die Regel ist die Eindampfung einer mit anderen Verfahren aufkonzentrierten Sickerwasserteilmenge.

Auf Grund der Verkrustungsneigung der Inhaltsstoffe kommen für die Eindampfung von Deponiesickerwasser nur Verdampferanlagen spezieller Bauarten in Frage. Geeignet sind Tauchbrennverdampfer, Dünnschichtverdampfer oder Umlaufverdampfer mit Wirbelschichtwärmetauscher oder Seedingtechnologie. Als Trocknungstechniken bieten sich Dünnschichttrockner, Sprühtrockner, Walzentrockner oder Wirbelschichttrockner an.

Die Anwendbarkeit der Eindampfungs- und Trocknungstechniken für die Behandlung von Deponiesickerwasser ist auf Grund der Erfahrungen mit großtechnischen Anlagen erwiesen. Folgende Probleme sind dabei aber zu beachten

- Auftreten flüchtiger Sickerwasserinhaltsstoffe (zB. Ammoniak oder organische Inhaltsstoffe)
- Schaumbildung durch organische Inhaltsstoffe mit dadurch bedingter Verschlechterung der Brüdenqualität
- Krustenbildende Inhaltsstoffe des Sickerwassers können zu Belagsbildungen auf den Wärmetauscherflächen führen
- Korrosionsprobleme.

Durch Vorbehandlung des Sickerwassers können die genannten Probleme verringert werden. Dennoch können im Einzelfall Maßnahmen zur Nachbehandlung des Destillats oder Maßnahmen zur Verhinderung des Schäumens bzw. der Verkrustung von Wärmetauscherflächen erforderlich werden.

Strippung

Die Strippung ist ein physikalisches Verfahren zur Entfernung von flüchtigen Bestandteilen aus Flüssigkeiten durch Einsatz von Stripppgas (zumeist Wasserdampf oder Inertgas). Das Verfahren eignet sich besonders zur Entfernung von leichtflüchtigen organischen Inhaltsstoffen wie zB. flüchtigen Aliphaten oder Aromaten sowie von Schwefelwasserstoff oder Ammoniak aus wässrigen Lösungen.

Das Wirkprinzip der Strippung besteht darin, dass ein in einer flüssigen Phase (Sickerwasser) gelöster leicht flüchtiger Stoff in eine künstlich eingeleitete Gasphase (Stripppgas) übergeht solange, bis seine Konzentration in der flüssigen Phase im Gleichgewicht steht mit seinem Partialdruck in

der Gasphase. Zu diesem Zweck werden die wässrige Phase und das Stripppgas in einem entsprechenden Apparat (Strippkolonne) im Gegenstrom an einander vorbeigeführt. Die Sickerwasseraufgabe findet am Kopf der Kolonne statt; durch Einbauten in der Kolonne wird ein intensiver Kontakt zwischen Sickerwasser und Stripppgas herbeigeführt. Die Einbauten bestehen aus Böden, Füllkörpern oder Packungen und haben den Zweck, für eine möglichst große Grenzfläche zwischen der flüssigen und gasförmigen Phase zu sorgen. Das behandelte Sickerwasser sammelt sich am Boden der Kolonne in einem Sumpf. Neigt das zu behandelnde Sickerwasser zu Verkrustungen, so kann in offenen Becken mit intensiver Belüftung der Stoffaustausch erfolgen.

Die praktische Anwendung des Strippvorganges ist vom Standpunkt des Energieaufwands nur gerechtfertigt, wenn der Übergang des flüchtigen Stoffs aus der wässrigen Phase in das Stripppgas möglichst schnell und vollständig erfolgt. Dies ist in der Regel bei Ammoniak und leicht flüchtigen organischen Lösungsmitteln der Fall.

In der Sickerwasserreinigung wird der Strippvorgang nur in Kombination mit anderen Reinigungsverfahren wie Biologie, Eindampfung, Membranverfahren oder Adsorption eingesetzt. Dabei muss durch geeignete Vorbehandlung sichergestellt werden, dass Verkrustungen von Anlageteilen oder Schaumbildung etc. nicht auftreten. Der Trenneffekt der Stripppung hängt von der Flüchtigkeit der im Sickerwasser enthaltenen Inhaltsstoffe und ihrer Löslichkeit in Wasser ab. Je höher Siedepunkt und Löslichkeit, um so größer wird der apparative und energetische Aufwand.

Verbrennung

Unter Verbrennung oder Gasphasenoxidation versteht man die Verdampfung von Sickerwasser durch Eindüsen in einen Feuerraum oder eine spezielle Ofenkammer bei gleichzeitiger Überhitzung der entstehenden Dämpfe auf eine Temperatur, bei welcher in Folge eines ausreichenden Luftüberschusses die Verbrennung der mitverdampften Inhaltsstoffe erfolgen kann. Im Gegensatz zur Umkehrosmose oder zur Abwassereindampfung, bei denen nur eine Aufkonzentrierung der Inhaltsstoffe stattfindet, ist die Verbrennung ein Oxidationsprozess zur Zerstörung von Sickerwasserinhaltsstoffen.

Die Sickerwasserverbrennung ist ein technisch und energetisch aufwändiges Verfahren, dem in der Regel eine Stufe zur Aufkonzentrierung der Wasserinhaltsstoffe vorgeschaltet werden muss. Zu unterscheiden ist zwischen der Mitverbrennung des (aufkonzentrierten) Sickerwassers in einer Verbrennungsanlage und einer ausschließlich für die Sickerwasserverbrennung konzipierten Anlage. Bei kleinen oder unregelmäßig anfallenden Sickerwassermengen ist die Mitverbrennung in großen Mehrzweckanlagen anzustreben – zB. gemeinsame Verbrennung von Sickerwasser mit

sonstigen Anfällen in Drehrohr- oder Wirbelschichtöfen oder direkte Verbrennung in Großkesseln zur Dampferzeugung. Bei reiner Sickerwasserverbrennung kommen nur Brennkammer- oder Wirbelschichtöfen zur Anwendung; für Spezialfälle sind auch Sonderkonstruktionen entwickelt worden.

Der Vorteil der Verbrennung gegenüber anderen Sickerwasserreinigungsverfahren liegt in der praktisch vollständigen Zerstörung der organischen Wasserinhaltsstoffe. Die Verbrennung eignet sich daher besonders für die Behandlung von Sickerwässern mit solchen organischen Inhaltsstoffen, die bei Anwendung anderer Reinigungsverfahren nicht vollständig zerstört werden können. Überdies ist die Verbrennung das einzige Oxidationsverfahren, bei dem Ammonium direkt zerstört wird. Das Verfahren ist allerdings sehr teuer. Die anfallenden Verbrennungsgase müssen gereinigt werden, ebenso das bei der Gasreinigung eingesetzte Washwasser. Die Beseitigung der aus der Verbrennung resultierenden Aschen, Stäube, Salze und Schlacken erfordert hohe Kosten. Eine weitest gehende Aufkonzentrierung der Sickerwasserinhaltsstoffe vor der Verbrennung ist unerlässlich.

Durch die Inhaltsstoffe des Sickerwassers können nachstehend genannte Probleme beim Betrieb einer Verbrennungsanlage auftreten :

- Gasförmige Emissionen von Halogen-, Schwefel- oder Stickstoffverbindungen
- Anorganische Salze können zu schwer beherrschbaren Aerosolen oder Stäuben führen und die Dampferzeugung beeinträchtigen
- Phosphate oder Carbonate können Schäden an keramischen Materialien verursachen
- Alkalien können durch Bildung von alkalischen Schmelzen keramische Materialien angreifen
- Mineralsäuren üben Korrosionsgefahr auf Anlagenbauteile aus
- Leichtflüchtige Metalle (zB. Quecksilber oder Cadmium) können zu massiven Emissionsproblemen führen.

Mannigfaltige Probleme der Bewilligung, der Errichtung und des Betriebs von Verbrennungsanlagen machen die Errichtung größerer Anlageneinheiten notwendig, sodass in der Regel nur die Mitverbrennung von Deponiesickerwasser in zentralen Einheiten in Frage kommt. Die Verbrennung in ausschließlich für Deponiesickerwasser konzipierten Anlagen wird derzeit in Österreich nicht durchgeführt.

2 Geltungsbereich

Die AEV 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 § 2 Z 10 DepV)

ihren Geltungsbereich fest wie folgt:

1. für Sickerwasser aus Massenabfalldeponien (§ 4 Abs. 4 DepV), in denen Abfälle gelagert werden, die einen Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff von größer als 5 Prozent in der Trockenmasse aufweisen, gelten die Emissionsbegrenzungen nach Anhang A der AEV Deponiesickerwasser. Es sind dies ua.
 - 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 (§ 5 Z 7 DepV)
 - e) Deponien für Gemische von Abfällen der lit. a bis d.Derartige Deponien werden auch zukünftig unter den Voraussetzungen von § 5 Z 7 lit. f DepV errichtet und betrieben werden können.
2. für Sickerwasser aus einer sonstigen Deponietype nach § 4 DepV gelten die Emissionsbegrenzungen nach Anhang A der AAEV bzw. für die Parameter Toxizität, Ammoniak und Gesamter gebundener Stickstoff (TN_b) die Emissionsbegrenzungen nach Anhang A der AEV Deponiesickerwasser.

Im Zusammenhang mit Anlage und Betrieb einer Deponie werden häufig Tätigkeiten ausgeübt oder Anlagen angetroffen, aus denen Abwasser der folgenden Herkunftsbereiche abgeleitet wird :

- häusliches Abwasser aus dem Deponiebetrieb dienenden Gebäuden oder Einrichtungen (sh. § 4 Abs. 2 Z 1.1 oder 1.2 AAEV)
- Abwasser aus Laboratorien (sh. § 4 Abs. 2 Z 4.3 AAEV)

- Abwasser aus der Betankung, Reparatur oder Reinigung von Fahrzeugen (sh. § 4 Abs. 2 Z 9 AAEV)
- Abwasser aus der physikalisch – chemischen oder biologischen Abfallbehandlung (sh. § 4 Abs. 2 Z 12.2 AAEV)

Für diese genannten Herkunftsbereiche gelten jeweils gesonderte Abwasseremissionsverordnungen. Bei gemeinsamer Ableitung und Reinigung gelten für eine Mischung derartiger Abwässer mit Deponiesickerwasser die Mischungs- und Teilstrombehandlungsregeln des § 4 Abs. 4 bis 7 AAEV.

Nicht in den Geltungsbereich der AEV Deponiesickerwasser und der AAEV fallen folgende Wässer

- Grund- und Oberflächenwasser aus der Sicherung oder Sanierung von Altlasten (sh. die Ausführungen in Kap. 1.1 bzw. die Abgrenzungen in § 1 Abs. 2 AAEV).
- Sickerwasser aus Abfällen, deren Entsorgung den §§ 89 bis 92 Strahlenschutzverordnung BGBl. Nr. 47/1972 unterliegt.

3 Gegenwärtige Entsorgungssituation

Die Gesamtanzahl aller in Österreich existierenden bzw. betriebenen Deponien (kommunal und betrieblich) ist ebenso wenig bekannt wie die Anzahl der den einzelnen Typen nach § 4 DepV zuzuordnenden Deponien und die auf ihnen jährlich und insgesamt abgelagerten Abfälle.

Besser dokumentiert ist lediglich der Bereich Deponien für vorwiegend organische Abfälle (Deponien für gemischten Siedlungsabfall oder vergleichbaren Gewerbeabfall). In dieser Kategorie werden derzeit in Österreich rund 60 Deponien betrieben (Stand der Erhebung 1997). Inwieweit all diese Deponien über die Voraussetzungen nach dem Stand der Technik zur Erfassung und Sammlung von Deponiesickerwasser verfügen, ist nicht eindeutig geklärt. Die meisten dieser Deponien leiten ihr Sickerwasser mittels Rohrleitung oder Tankwagen in öffentliche Kanalisationen ein, wonach das Sickerwasser – teilweise ohne Vorbehandlung – mit dem kommunalen Abwasser mitgereinigt und abgeleitet wird. In den niederschlagsarmen Teilen des Bundesgebiets (zB. Niederösterreich) wird an manchen Standorten das Sickerwasser zwecks Befeuchtung des Deponiekörpers und Beschleunigung der biochemischen Abbauvorgänge rückverrieselt.

Die in der gegenwärtig geltenden AEV Deponiesickerwasser (BGBl. Nr. 613/1992) festgelegten Emissionsbegrenzungen beeinflussen die Auswahl der Reinigungsverfahren entscheidend. Bei Direkteinleitung wird in der Regel das Umkehrosmoseverfahren mit oder ohne Vorreinigung ange-

wandt. Bei Einleitung in eine öffentliche Kanalisation kommen verschiedenste Verfahrenskombinationen zur Anwendung.

Nach der WRG – Novelle 1997 sind im Zuge der Umsetzung der Indirekteinleiterbestimmungen nach § 32b WRG 1959 zahlreiche Betreiber von Mülldeponien Mitglieder von Abwasserverbänden geworden. Sie verlieren dadurch ihren Rechtsstatus als Indirekteinleiter und entgehen dadurch den Verpflichtungen nach § 32b Abs. 1 WRG 1959 (Einhaltung verordneter Emissionsbegrenzungen ex lege); die Reinigungsanlagen für das Deponiesickerwasser wurden nach dem Beitritt stillgelegt.

Das Kanalisationsunternehmen leitet in einem solchen Fall eine Mischung von Abwässern verschiedener Herkunftsbereiche nach § 4 Abs. 2 AAEV in ein Fließgewässer ein. Auf eine derartige Mischung sind die Mischungs- und Teilstrombehandlungsregeln nach § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV anzuwenden. Danach ist gemäß § 4 Abs. 7 AAEV immer dann eine Teilstrombehandlung durchzuführen, wenn bei einer Mischung von Abwässern verschiedener Herkunftsbereiche die Schadstofffracht für einen gefährlichen Inhaltsstoff bei gemeinsamer Reinigung nicht mit gleicher Wirksamkeit (bezogen auf die Elimination der Schadstofffracht) entfernt werden kann wie bei getrennter Reinigung der einzelnen Teilströme der Mischung.

Die biologische Reinigung, wie sie in einer kommunalen Kläranlage üblicherweise angewandt wird, vermag erwiesenermaßen die Frachten an gefährlichen Inhaltsstoffen im Sickerwasser von Deponien für gemischten Siedlungsabfall bei weitem nicht in jenem Ausmaß zu senken, wie dies bei gesonderter Behandlung des Sickerwassers mit den in Kap. 1.3 beschriebenen Verfahren(skombinationen) möglich ist. Die Einleitung von ungereinigtem Deponiesickerwasser in eine öffentliche Kanalisation ohne Vorbehandlung ist daher unter diesen Voraussetzungen gesetz- und verordnungswidrig (§ 33b Abs. 8 WRG 1959 in Verbindung mit § 4 Abs. 7 Z 2 AAEV); insbesondere sind in diesem Zusammenhang die mitunter angestellten Betrachtungen zum Mischungsverhältnis in der kommunalen Kläranlage (Verhältnis der Menge an kommunalem Abwasser zur Menge des ungereinigten Sickerwassers) lediglich verdeckte Verdünnungsrechnungen und daher unzulässig.

Zur Interpretation von § 4 Abs. 7 Z 2 lit. c AAEV ist klarzustellen, dass bei Anwendung dieser Bestimmung auf die Reinigungsleistung eines angewandten Reinigungsverfahrens bzw. auf die dadurch eliminierbare Schadstofffracht und nicht auf das bloße Einhalten einer Emissionsbegrenzung abzustellen ist. Dies soll an folgendem Beispiel demonstriert werden:

Ein Betreiber einer Mülldeponie wird Mitglied eines kommunalen Abwasserverbands, um seinen gesetzlichen Verpflichtungen nach § 32b Abs. 1 bis 3 WRG 1959 zu entgehen. Sein Deponie-

sickerwasser weist neben anderen Verunreinigungen auch einen AOX – Gehalt von größer als 1 mg/l auf; es soll zwecks Kostenersparnis in der kommunalen Abwasserreinigungsanlage (ARA) mitgereinigt werden.

Zur Erreichung des von der AEV Deponiesickerwasser (BGBL. Nr. 613/1992) geforderten Grenzwertes für AOX von 0,5 mg/l (Direkteinleiter) wird üblicherweise das Membranverfahren (Umkehrosmose) eingesetzt. Mit diesem Verfahren sind Ablaufkonzentrationen bei AOX von nicht größer als 0,1 mg/l problemlos zu unterschreiten. Der bei gesonderter Behandlung des Sickerwassers erreichbare Wirkungsgrad der Entfernung beträgt in diesem Fall 90 % und mehr. Nur wenn bei Mitbehandlung des Deponiesickerwassers in der Verbandskläranlage ein zumindest gleich großer Wirkungsgrad der Entfernung für AOX im Deponiesickerwasser nachweislich erreicht wird, ist eine gemeinsame Behandlung von Verbandsabwasser und Deponiesickerwasser zulässig.

Bei Sickerwasser aus Deponien für organische Abfälle werden zukünftig auch die mit den Parametern TOC und CSB erfassten Inhaltsstoffe als gefährlich gelten (langlebig, anreicherunsfähig !), daher sind auch bezüglich der organischen Inhaltsstoffe des Sickerwassers die obigen Überlegungen anzustellen.

4 Stand der Technik

Nachstehend genannte Maßnahmen des Stands der Technik können als geeignet angesehen werden, die Emissionen von Sickerwasser aus Abfalldeponien in Gewässer oder wasserrechtlich bewilligte Kanalisationen auf ein nicht vermeidbares Ausmaß zu senken :

1. Errichtung und Betrieb einer Deponie nach den insbesondere in den §§ 4 bis 11 und 15 bis 26 der Deponieverordnung BGBL. Nr. 164/1996 festgelegten Grundsätzen;
2. Vorbehandlung der abzulagernden Abfälle mit physikalischen, physikalisch – chemischen, chemischen, biologischen oder thermischen Verfahren zur Minimierung der Deponiesickerwasser- und -gasemissionen;
3. Einsatz von Speichereinrichtungen zur Abminderung von Sickerwassermengen- und Schmutzfrachtspitzen;

4. Einsatz physikalischer, physikalisch – chemischer, chemischer, biologischer oder thermischer Sickerwasserreinigungsverfahren (zB. Sedimentation, Neutralisation, Filtration, Oxidation/Reduktion, Fällung, Flockung, Membrantechnik, Strippung, Adsorption, Biologie mit Nitrifikation und Entfernung der Stickstoffverbindungen) oder deren Kombinationen;
5. vom Sickerwasser gesonderte Erfassung und Verwertung der bei der Sickerwasserreinigung anfallenden Rückstände oder deren externe Entsorgung (Abfallwirtschaftsgesetz AWG 2002 BGBl. I Nr. 102).

5 Parameterauswahl und Emissionsbegrenzungen

5.1 Parameterauswahl

Die Inhaltsstoffe des Sickerwassers aus Abfalldeponien stammen aus den abgelagerten Abfällen selbst und den in den Deponien ablaufenden physikalischen, chemischen und biologischen Reaktionen. Angesichts der nicht überschaubaren Vielfalt der in der modernen Industrie- und Konsumgesellschaft anfallenden Abfälle ist die Forderung nach lückenloser Überwachung des Inventars an Sickerwasserinhaltsstoffen unrealistisch. Die mit den gängigen Methoden der Abwasseranalytik arbeitende Überwachung muss sich daher auf die Hauptgruppen der möglichen Inhaltsstoffe beschränken, wohl wissend, dass insbesondere im Bereich der Organik durch die verfügbaren Methoden und Parameter nur ein unvollständiges und teilweise nicht aussagekräftiges Überwachungsergebnis erzielt wird. Summenparameter wie TOC, CSB, BSB₅, AOX etc. sind zwar auf Grund ihres universellen Einsatzes in der Abwasserüberwachung unverzichtbar und gestatten einen Vergleich der Inhaltsstoffe anderer Abwässer mit jenen des Deponiesickerwassers, sind jedoch auf Grund ihrer mangelnden Selektivität nur bedingt geeignet, toxische Auswirkungen von Sickerwasserinhaltsstoffen auf die aquatische Umwelt aufzuklären. Daher kommt zunehmend jenen Parametern, die mit biologischen Wirkgrößen arbeiten (Toxizität) Bedeutung zu, obwohl auch diese Überwachungsmethoden nur einen kleinen Ausschnitt des möglichen Wirkungsspektrum zwischen Sickerwasserinhaltsstoffen und den aquatischen Organismen beleuchten.

Bei der Auswahl der in die Überwachung einzubeziehenden Parameter ist die Behörde aufgefordert, eine sachgerechte Auswahl im Sinne des § 4 Abs. 1 AAEV zu treffen, um einerseits eine einigermaßen problemadäquate Überwachung sicherzustellen und andererseits den Konsensinhaber nicht durch überhöhte Überwachungskosten finanziell unnötig zu belasten. Sofern nicht

besondere Umstände vorliegen, die einen Verzicht rechtfertigen, sind aber in die Überwachung jedenfalls alle Parameter aufzunehmen, die die Toxizität des Sickerwassers kontrollieren. Dies können Biotests (G_A , G_L , G_D und im Einzelfall G_F beim Direkteinleiter, Prüfung der Hemmwirkung für Sauerstoffverbrauch oder Nitrifikation beim Indirekteinleiter) oder - bei Kenntnis der konkreten Anwesenheit von toxischen Stoffen oder Stoffgruppen - Schwermetallparameter, Ammonium/Ammoniak, Nitrit, Sulfid, Organisch gebundene Halogene (als AOX), Kohlenwasserstoffe oder Aromaten sein.

Neu aufgenommen wird in den Katalog der gefährlichen Stoffe, auf welchen die Anforderungen des § 33b Abs. 2 WRG 1959 (Nachweis der Unvermeidbarkeit der Einleitung maßgeblicher gefährlicher Stoffe anlässlich der Vorlage des Berichtes nach § 134 Abs. 2 WRG 1959) und des Artikel 7 der RL 76/464/EWG zutreffen, wird Arsen und seine Verbindungen. Weiters werden im Hinblick auf das Umweltverhalten vieler Organika im Sickerwasser aus Deponien für organische Abfälle die Summenparameter TOC und CSB für gefährlich erklärt, weil ein Großteil der von ihnen erfassten Stoffe langlebig und anreicherungsfähig ist (sh. die Definition des Begriffes „gefährlich“ in § 33a WRG 1959). Zusätzlich werden durch den Parameter Toxizität summarisch jene gefährlichen Abwasserinhaltsstoffe erfasst, für die es keine einzelstoff- oder stoffgruppenspezifischen Nachweisverfahren gibt.

Der Parameter $\text{NO}_3 - \text{N}$ wird aus Gründen der Vergleichbarkeit mit anderen Sparten – AEEV und der generellen Vereinheitlichung der Anforderungen für Stickstoffverbindungen durch den Parameter Gesamter gebundener Stickstoff (TN_b) ersetzt; das zugehörige Analyseverfahren wird in Anhang A der AEEV genannt.

Der Parameter TOC wird neu in Anhang A der AEEV Deponiesickerwasser eingeführt. Damit wird eine Alternative zur Anwendung des Parameters CSB geboten. Die Überwachung der Sickerwasserbeschaffenheit kann entweder über TOC oder über CSB erfolgen; die zwingende Verschreibung beider Parameter in der Überwachung ist nicht erforderlich.

5.2 Emissionsbegrenzungen

Die Emissionsbegrenzungen beziehen sich die Beschaffenheit des Deponiesickerwassers an der Einleitungsstelle in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation. Sie sind bei Anwendung der in Kap. 1.3 beschriebenen Reinigungsverfahren erwiesenermaßen einhaltbar. Gegenüber der

Fassung der AEV Deponiesickerwasser BGBl. Nr. 613/1992 ergeben sich die folgenden Abänderungen :

- Beim Parameter Toxizität werden – wie auch in anderen Spartenverordnungen für Abwasserherkunftsbereiche mittlerweile üblich - Emissionsbegrenzungen für die Algen-, Bakterien- und Daphnientoxizität definiert. Damit ist (insbesondere über die Bakterientoxizität) auch eine einfache routinemäßige Kontrolle der Sickerwassertoxizität möglich.
- Für den Parameter Abfiltrierbare Stoffe wird bei Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation eine Emissionsbegrenzung von 100 mg/l festgelegt.
- Für NH_4 - N wird bei Indirekteinleitung an Stelle des schwierig zu handhabenden Verweises auf den Zusammenhang zwischen Temperatur, pH – Wert und NH_3 – N – Gehalt des Sickerwassers eine Emissionsbegrenzung von 200 mg/l eingeführt.
- Für den Parameter TN_b wird die Emissionsbegrenzung für Direkteinleiter neu festgelegt.

5.2.1 Teilstromregelungen

Werden an einem Deponiestandort auf gesonderten Flächen Abfälle abgelagert, die unterschiedlichen Deponietypen nach § 4 DepV zuzuordnen sind, so fallen an den Basisflächen in der Regel Sickerwässer unterschiedlicher Beschaffenheit an. Werden diese Sickerwässer unterschiedlicher Beschaffenheit gemeinsam abgeleitet und behandelt, so legt § 1 Abs. 5 AEV Deponiesickerwasser unter Berücksichtigung der Vorgaben des § 21 DepV die Vorgangsweise bei der Behandlung derartiger Mischungen fest wie folgt :

1. Werden an einem Deponiestandort Abfälle, die den Anforderungen des Anhangs A der AEV Deponiesickerwasser unterliegen und Abfälle, die den Anforderungen des Anhangs A der AAEV unterliegen, auf gesonderten Flächen abgelagert und sollen die Sickerwässer aus diesen gesonderten Ablagerungen gemeinsam abgeleitet und gereinigt werden, so sind auf diese Mischung von Sickerwässern die Festlegungen des § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV (Mischungsregeln und Teilstrombehandlung) anzuwenden.
2. Werden an einem Deponiestandort auf gesonderten Flächen Abfälle abgelagert, die verschiedenen Deponietypen gemäß § 4 Deponieverordnung BGBl. Nr. 164/1996 zuzu-

ordnen sind, und sollen die Sickerwässer aus diesen Deponieflächen gemeinsam abgeleitet und gereinigt werden, so gelten für die gemeinsame Ableitung und Reinigung der Sickerwässer aus den verschiedenen Deponietypen gleichfalls die Festlegungen des § 4 Abs. 5 bis 7 AAEV (Mischungsregeln und Teilstrombehandlung).

6 Umsetzung wasserbezogener EU - Richtlinien

6.1 RL 76/464/EWG

Gemäß Richtlinie 76/464/EWG legt die EU Programme zur Vermeidung und Verminderung der Gewässerbelastung durch Stoffe der Liste I (Schwarze Liste) fest. Für Stoffe der Liste II (Graue Liste) legen die Mitgliedstaaten autonome Programme zur Verringerung der Gewässerbelastung fest; weiters legen die Mitgliedstaaten interimistisch für jene Stoffe der Liste I, für welche die EU noch keine Regelungen erlassen hat, autonome Regelungen fest.

Für folgende Stoffe der Liste I nach Richtlinie 76/464/EWG wurden bereits Einzelregelungen erlassen, die für den Herkunftsbereich Deponiesickerwasser von Bedeutung sind:

RL 83/514/EWG	betreffend die Ableitung von Cadmiumverbindungen
RL 84/156/EWG	betreffend die Ableitung von Quecksilberverbindungen.

In der AEV Deponiesickerwasser werden diese Vorgaben durch die Emissionsbegrenzungen für die Parameter Cadmium und Quecksilber abgedeckt.

Folgende Sickerwasserinhaltsstoffe fallen in den Regelungsbereich der Listen I und II der Richtlinie 76/464/EWG, die für den Herkunftsbereich von Bedeutung sind und für welche die Mitgliedstaaten Festlegungen zu treffen haben:

Arsen, Blei, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink, Ammonium/Ammoniak, Nitrit, AOX (halogenorganische Verbindungen), Summe der Kohlenwasserstoffe und BTXE.

Die Emissionsbegrenzungen der AEV Deponiesickerwasser stellen das nationale Programm zur Umsetzung der gemäß Art. 7 der RL 76/464/EWG geforderten Maßnahmen für den Bereich Sickerwasser aus AbfalldPONEN dar.

6.2 RL 96/61/EG (IPPC)

Am 24. September 1996 veröffentlichte der Rat eine Richtlinie, wonach für bestimmte Typen und Größen von Industrieanlagen ein integriertes Bewilligungsverfahren durchzuführen ist, bei welchem integrierte Maßnahmen zum Schutz aller Umweltkompartimente auf der Basis des Standes der Technik (BAT) vorzusehen sind.

Für folgende Arten von Abfallbeseitigungsanlagen sind nach Anhang I der RL integrierte Verwaltungsverfahren durchzuführen :

- Z 5.1 Anlagen zur Beseitigung von gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von größer 10 Tonnen pro Tag
- Z 5.3 Anlagen zur Beseitigung von ungefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von größer als 50 Tonnen pro Tag
- Z 5.4 Deponien mit einer Aufnahmekapazität von größer als 10 Tonnen pro Tag und einer Gesamtkapazität von größer 25 000 Tonnen mit Ausnahme der Deponien für Inertabfälle.

Gemäß Art. 16 der Richtlinie organisiert die EU einen Informationsaustausch unter den Mitgliedstaaten betreffend die in den Genehmigungsverfahren vorgeschriebenen Maßnahmen nach dem Stand der Technik zum Schutz der Umwelt (hier der Gewässer). Bei Bedarf können gemäß Art. 18 der Richtlinie auf der Basis der Ergebnisse des Informationsaustausches gemeinschaftseinheitliche Emissionsgrenzwerte erlassen werden. Derartige Grenzwerte können im Rahmen der AEV Deponiesickerwasser in nationales Recht umgesetzt werden.

Die technischen Anforderungen der RL 96/61/EG an Abfalldeponien gelten als eingehalten, wenn die einschlägigen technischen Festlegungen der Deponierichtlinie beachtet werden (sh. Art. 1 Abs. 2 der RL 99/31/EG).

6.3 RL 99/31/EG (Deponierichtlinie)

Ziel der RL ist die Definition von Anforderungen an Genehmigung, Errichtung, Betrieb und Abschluss von Deponien, die sicherstellen, dass es zu keinen negativen Auswirkungen der Ablagerung von Abfällen auf die Umwelt kommt. Ähnlich wie in der DepV werden Anforderungen an die Qualität der zulässig einlagerbaren Abfälle, Deponierstandorte, technische Ausstattung von Deponien und an die Überwachung von Deponien festgelegt. Eine der Voraussetzungen für die Zulässigkeit der Genehmigung einer Deponie ist die zweckentsprechende Erfassung und Behandlung von Deponiesickerwasser (Art. 8 in Verbindung mit Anhang I Z 2 der RL). Diese Forderungen werden durch die Bestimmungen der DepV sowie der AEV Deponiesickerwasser erfüllt.

7 Fristen

Die AEV Deponiesickerwasser BGBl. II Nr. 263/2003 wurde am 27. Mai 2003 kundgemacht. Sie tritt ein Jahr nach dem Tag der Kundmachung in Kraft. Gleichzeitig treten die Verordnung über die Begrenzung von Sickerwasseremissionen aus Abfalldeponien BGBl. Nr. 613/1992 und Abschnitt X der Verordnung BGBl. Nr. 537/1993 außer Kraft.

Bei Inkrafttreten von BGBl. II Nr. 263/2003 bestehende Einleitungen, die nach dem 30. Dezember 1995 erstmalig wasserrechtlich bewilligt wurden und die den Anforderungen der neuen AEV Deponiesickerwasser nicht entsprechen, sind innerhalb von fünf Jahren an die Emissionsbegrenzungen des BGBl. II Nr. 263/2003 anzupassen.