

Überlegungen zum langfristigen Umgang mit Deponiesickerwässern

H.J. Ehrig, U. Witz

Bergische Universität Wuppertal, FG Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft
Pauluskirchstr. 7, 42285 Wuppertal

1 EINLEITUNG

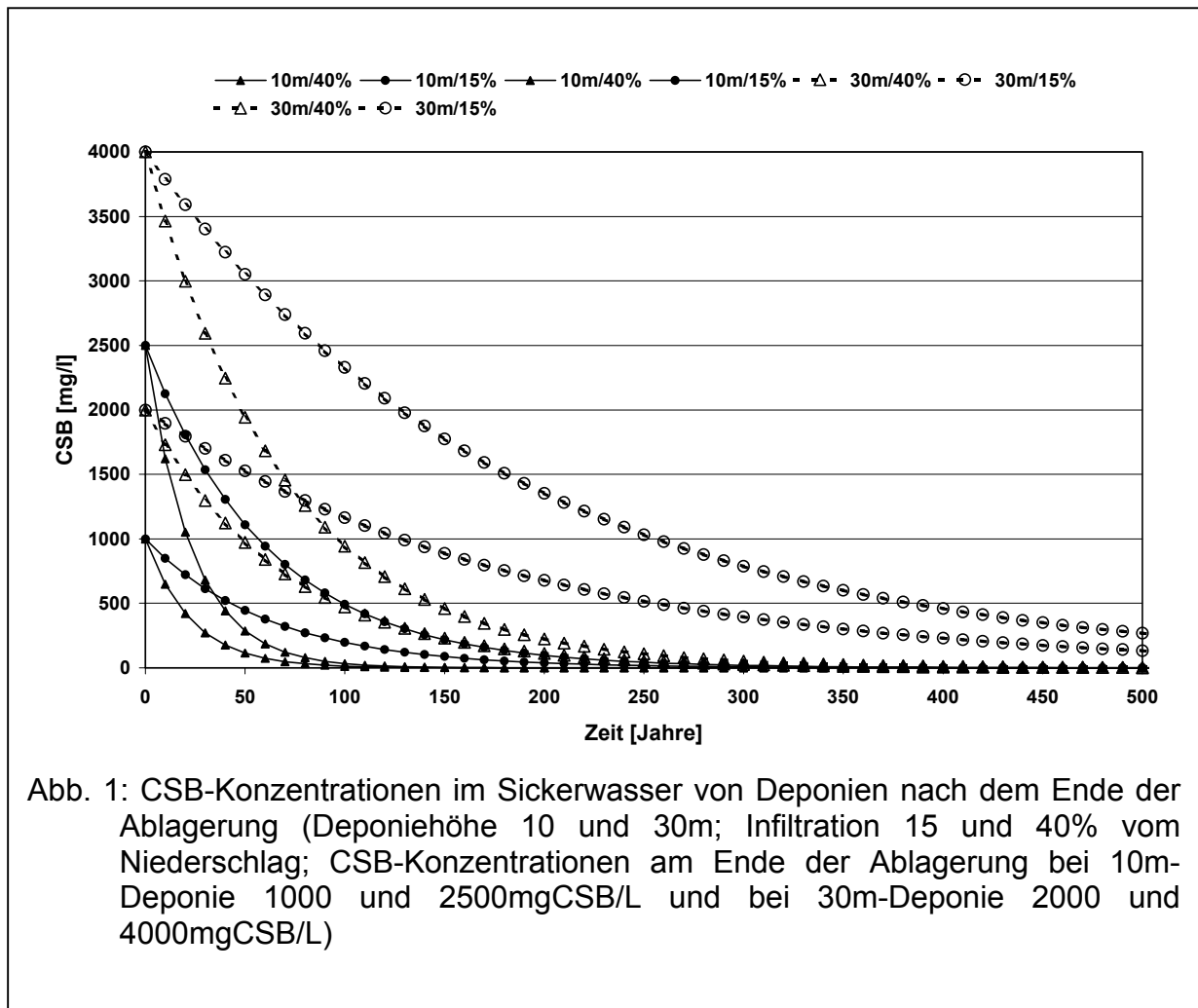
Mit der Beendigung der bisherigen Ablagerungspraxis im Jahre 2005 beginnt für viele Deponien die Stilllegung mit anschließender Nachsorgephase. Damit erlangen Überlegungen zu diesem Gesamtbereich eine immer größere Bedeutung. Ein nicht unwesentlicher, da kostenintensiver Teilbereich der Nachsorge ist der Umgang mit dem austretenden Sickerwasser. Da dieses Sickerwasser über extrem lange Zeiträume, allerdings mit ständig sinkender Belastung, aus dem Deponiekörper austreten wird, könnten Überlegungen zum ökonomisch und ökologisch sinnvollen Umgang mit diesem Wasser in Abhängigkeit von der jeweiligen Belastung sowie der örtlichen Situation durchaus sinnvoll sein. Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf die dadurch verursachten Einflüsse auf die gesamten Nachsorgekosten. Der folgende Beitrag soll einige Ansätze zu möglichen Lösungen für diesen langfristigen Umgang mit Sickerwässern liefern. Ausgangsbasis sind Ansätze für den abschätzbaren langfristigen Verlauf der wesentlichen Sickerwasserbelastungen sowie derzeitige Anforderungen an die Sickerwasserbehandlung und deren technische Lösungen.

2 GRUNDLAGEN

2.1 Langfristige Sickerwasserbelastungen

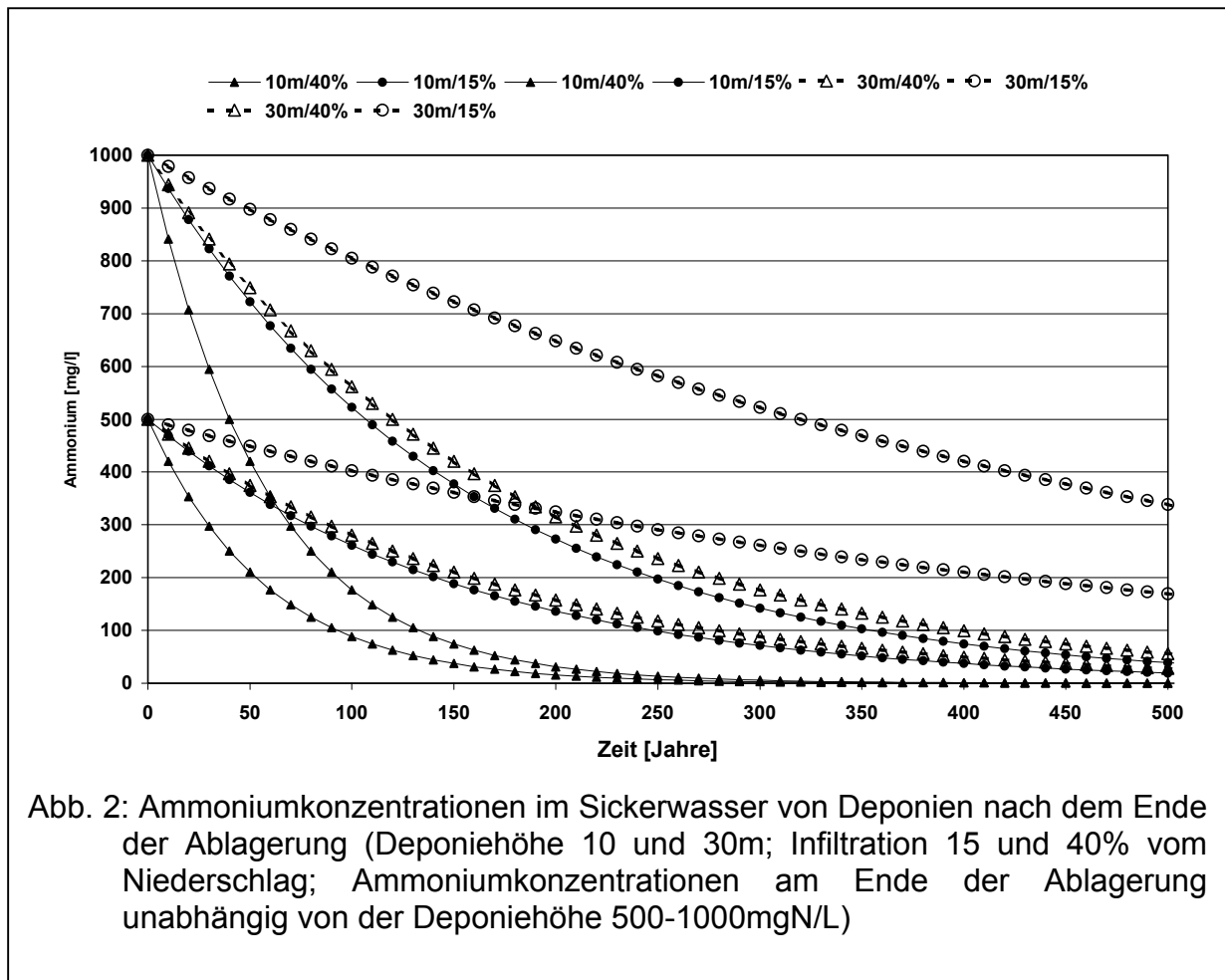
Aus der Kombination von Sickerwasserbelastungen abgeschlossener Betriebsdeponien und Technikumsversuchen mit Deponiesimulationsreaktoren lassen sich Größenordnungen für die langfristigen Belastungen des Sickerwassers abschätzen. Für den Parameter CSB sind die entsprechenden Ergebnisse in der

Abb. 1 und für Ammonium in der Abb. 2 dargestellt. Der Stoffaustrag aus Ablagerungen ist vorwiegend vom Wasser-Feststoffverhältnis abhängig, d.h. von der Relation des durchsickernden Wassers zur vorhandenen trockenen Abfallmasse. Damit ergibt sich, da bei Infiltration aus Niederschlagswasser die Abfallmasse eine konstante Größe darstellt, eine Verlängerung der Austragsdauer mit zunehmender



Deponiehöhe (hier Deponiehöhen 10 und 30m) und natürlich mit Reduzierung der Infiltration (hier 15 und 40% des Niederschlages). Obwohl es keine strenge Abhängigkeit zwischen Deponiehöhe und CSB-Konzentrationen gibt, kann man doch feststellen, dass hohe Deponien in der Regel höhere Konzentrationen aufweisen als niedrige (Ausgangskonzentrationen: hier für 10m Deponiehöhe CSB-Werte von 1000-2500mg/L und für 30m Deponiehöhe CSB-Werte von 2000-4000mg/L). Für jede der Parameterkombinationen (Deponiehöhe, Infiltrationsrate sowie minimaler und maximaler Konzentration am Ende der Ablagerungsphase) ist hier jeweils eine Austragskurve dargestellt, obwohl natürlich auch dieser Austrag gewissen

Schwankungen unterliegen kann und damit jede der dargestellten Kurven noch einen deutlichen Schwankungsbereich nach oben und unten aufweisen muss. Beim Ammonium kann bisher eine Konzentrationsveränderung mit der Deponiehöhe nicht abgeleitet werden, obwohl auch hier Hinweise vorhanden sind, dass große, nicht unbedingt hohe Deponien deutlich erhöhte Ammoniumkonzentrationen aufweisen



können.

Die Werte in diesen Abbildungen beinhalten noch erhebliche Sickerwassermengen. Allerdings sind solche Mengen durchaus zu erwarten wenn nur sehr einfache Oberflächenabdichtungen ausgebildet werden. So wurden an abgeschlossenen Deponien mit mineralischer Oberflächenabdichtung noch Sickerwassermengen im Bereich von 10-40% des Jahresniederschlages gemessen. Bei qualifizierten Oberflächenabdichtungen sollte dieser Wert allerdings drastisch auf wenige Prozent des Jahresniederschlages reduziert werden können. Es ist allerdings nach allen bisherigen Erfahrungen im Deponiebereich nicht damit zu rechnen, dass der Abfluß

von Sickerwasser völlig aufhört. Die Folgen für die Sickerwasserbelastung aus dem CSB ist in Abb. 3 beispielhaft dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Konzentrationsabnahme auf Grund des geringen Wasserflusses extrem langsam verläuft. Während bei höheren Sickerwassermengen langfristig nur die Parameter

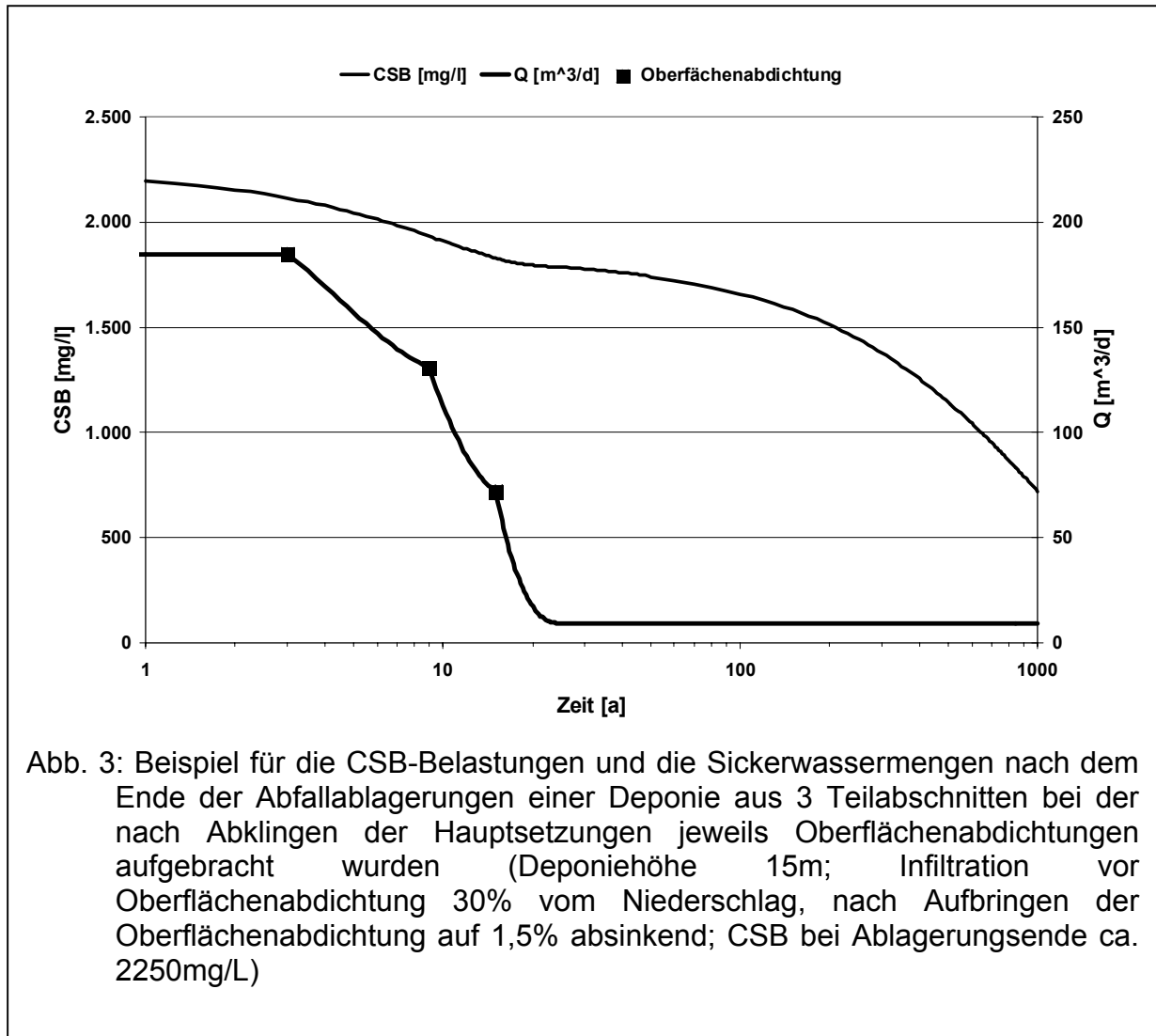


Abb. 3: Beispiel für die CSB-Belastungen und die Sickerwassermengen nach dem Ende der Abfallablagerungen einer Deponie aus 3 Teilabschnitten bei der nach Abklingen der Hauptsetzungen jeweils Oberflächenabdichtungen aufgebracht wurden (Deponiehöhe 15m; Infiltration vor Oberflächenabdichtung 30% vom Niederschlag, nach Aufbringen der Oberflächenabdichtung auf 1,5% absinkend; CSB bei Ablagerungsende ca. 2250mg/L)

CSB und Ammonium von Bedeutung sind, ist bei so geringer Konzentrationsabnahme auch noch mit erheblichen AOX-Werten zu rechnen. Die Abb. 3 zeigt als Beispiel eine Deponie die in 3 Abschnitten aufgebaut und jeweils nach dem Abklingen der Hauptgasproduktion die Oberfläche abgedichtet wurde (schwarze Quadrate). Durch die Oberflächenabdichtung wird die Sickerwassermenge drastisch abgesenkt, gleichzeitig verbleiben aber die Belastungen auf einem hohen Niveau.

2.2 Sickerwasserbehandlung

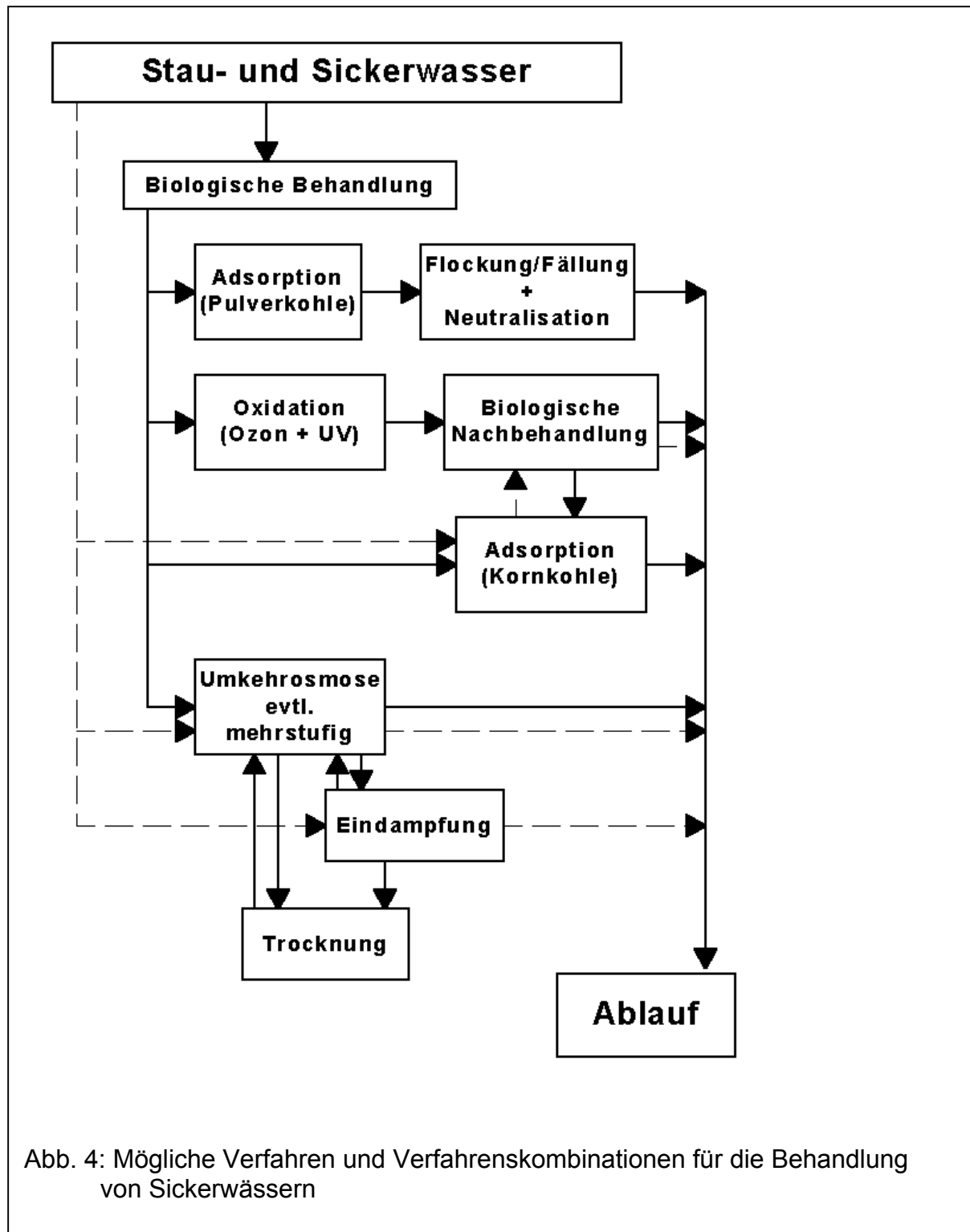


Abb. 4: Mögliche Verfahren und Verfahrenskombinationen für die Behandlung von Sickerwässern

Angesichts der recht hohen Belastung der Sickerwässer während der Betriebsphase ist in der Regel eine Kombination von technisch aufwendigen Verfahren erforderlich, um die geforderten Ablaufwerte einhalten zu können. Die Abb. 4 stellt schematisch

H. J. Ehrig, U. Witz: Überlegungen zum langfristigen Umgang mit Deponiesickerwässern
 Tab. 1: Anforderungen an die Behandlung von Sickerwässern aus Abfallablagerungen entsprechend Anhang 51 der Rahmen-Abwasserverordnung (N.N., 2001)

Parameter	Anhang 51	Anmerkungen
Einleitungsstelle in ein Gewässer		
CSB [mg/L]	200	(4)
BSB ₅ [mg/L]	20	
Stickstoff, gesamt (Summe N aus NH ₄ + NO ₂ + NO ₃) [mgN/L]	70	(1,2,6)
Phosphor, gesamt [mgP/L]	3	
Kohlenwasserstoffe [mg/L]	10	(3)
Nitrit-Stickstoff [mgN/L]	2	
Fischgiftigkeit als Verdünnungsfaktor G _F	2	
Abwasser vor Vermischung mit anderem Abwasser		(5)
AOX [mg/L]	0,5	
Quecksilber [mg/L]	0,05	
Cadmium [mg/L]	0,1	
Chrom [mg/L]	0,5	
Chrom (VI) [mg/L]	0,1	
Nickel [mg/L]	1	
Blei [mg/L]	0,5	
Kupfer [mg/L]	0,5	
Zink [mg/L]	2	
Arsen [mg/L]	0,1	
Cyanid, leicht freisetzbar [mg/L]	0,2	
Sulfid [mg/L]	1	
1) Gilt nicht bei einer Abwassertemperatur <12°C im Ablauf des biologischen Reaktors 2) bis 100mgN/l wenn mind. 75% Elimination 3) Gilt nicht für Siedlungsabfälle 4) bei CSB-Zulauf > 4000mg/l ist eine Verminderung von mind. 95% erforderlich 5) Abwasser darf mit anderem Abwasser (ausgenommen aus biologischer Behandlung) nur vermischt werden wenn mindestens eine der folgenden Anforderungen erfüllt ist: - wenn im Originalwasser oder in einer Probe nach biologischem Abbau (inkl. Nitrifikation) folgende Verdünnungsfaktoren eingehalten werden : Fischgiftigkeit G _F =2; Daphniengiftigkeit G _D =4; Leuchtbakteriengiftigkeit G _L =4 - DOC-Eliminationsgrad von 75% - das Abwasser hat vor der Behandlung mit Abwasser anderer Herkunft einen CSB < 400mg/l 6) gilt auch als eingehalten, wenn gesamter gebundener Stickstoff (T _{nb}) ≤70		

die wesentlichen bisher eingesetzten Verfahren und Verfahrenskombinationen zur Sickerwasserbehandlung dar. Allen Verfahren und Verfahrenskombinationen gemeinsam ein ist ein hoher technischer, personeller und ökonomischer Aufwand. Aber nur dadurch sind die geforderten Einleitwerte in den öffentlichen Kanal bzw. in das Gewässer zu realisieren (Tab. 1). Obwohl diese Tabelle eine Vielzahl von

Parametern enthält sind eigentlich nur einige wenige für die Behandlung von Bedeutung. So sind die Werte für die Schwermetalle bereits während der Betriebsphase im Rohsickerwasser in der Regel geringer als die geforderten Ablaufwerte. Langfristig sind vor allem CSB und Ammonium von Bedeutung und bei stark verminderter Infiltration auch noch der AOX. Für viele Deponien sind auf Grund örtlicher Vorgaben die Grenzwerte der Tab. 1 noch einmal deutlich vermindert worden. Als Folge wird sich die Frage des langfristigen Umgangs mit den Sickerwässern noch viel schwieriger gestalten, da durch eine solche Grenzwertreduzierung dieses Wasser als besonders problematisch charakterisiert wird.

3 GRUNDSÄTZLICHES ZUR LANGFRISTIGEN SICKERWASSER-BEHANDLUNG

Insgesamt verbleiben sowohl die biologisch nicht oder nur schwer abbaubaren organischen Belastungen, ausgedrückt als CSB, als auch die Stickstoffbelastungen, ausgedrückt als Ammonium NH_4 , über eine sehr lange Zeit auf einem so hohen Niveau, dass eine Behandlung erforderlich ist. Eine Sickerwasserbehandlung mit den derzeitigen Verfahren über diesen gesamten Zeitraum erscheint dabei recht unrealistisch. Berücksichtigt man weiterhin, dass entweder Belastungen oder Mengen absinken werden, so erscheinen Überlegungen zum andersartigen Umgang mit den Sickerwässern durchaus sinnvoll. Es sind in diesem Zusammenhang durchaus beide Situationen – Konzentrationsreduzierung oder Mengenreduzierung – zu berücksichtigen, da im deutschen Wasserrecht keine Ausnahmen auf Grund sehr geringer Wassermengen, nach Aufbringung einer Oberflächenabdichtung, möglich sind. Es gibt nur die Begrenzung auf bestimmte Konzentrationen (Tab. 1) aber keinerlei Bonus für Mengenreduzierungen. Es wird sehr häufig in der Abfallwirtschaft argumentiert, dass die drastische Reduzierung der Frachten durch qualifizierte Oberflächenabdichtungen eigentlich Erleichterungen bei der Behandlung des Sickerwassers in Bezug auf die abgeleiteten Konzentrationen ergeben müssten. Aber bei sachlicher Betrachtung wird hier nichts anderes gemacht als die Belastung über einen größeren Zeitraum zu verteilen, d.h. zu strecken. Mit dem gleichen Argument könnte jeder Industriebetrieb, in dem in größeren Zeitintervallen (z.B. wöchentlich) Reinigungsarbeiten anfallen, fordern, dass das anfallende Abwasser

nicht behandelt sondern bis zum nächsten Reinigungstermin in geringen Mengen fein verteilt unbehandelt ins Gewässer eingeleitet werden darf.

Betrachtet man allerdings die Konzentrationsverläufe in den Abb. 1 und 2 so ist deutlich zu erkennen, dass die Kurvenverläufe mit sinkenden Konzentrationen immer flacher verlaufen. Dieser Verlauf bedeutet, dass bereits Jahre bevor die Grenzwerte im Rohsickerwasser erreicht werden die Belastung nur geringfügig über den jeweiligen Grenzwerten schwanken werden. So wird sich im Laufe der jetzt anstehenden Nachsorgephasen bei absinkenden Sickerwasserbelastungen und engen finanziellen Spielräumen die, in den 80-er Jahren abgewürgte, Diskussion über die Gefährlichkeit und Problematik von Sickerwässern nicht mehr vermeiden lassen. Gerade dies wird die Diskussion um die Sinnhaftigkeit der Grenzwerte, die keinen naturwissenschaftlichen Background haben, wieder kräftig intensivieren.

Während für die Abfallwirtschaft, insbesondere den Deponiebereich, durch diverse neue Regelungen evtl. zumindestens für Teilbereiche gewisse Richtungsvorgaben getroffen wurden gilt dies für den Bereich „Wasser“ noch nicht. In diesem Zusammenhang sei nur kurz auf die Europäische Wasserrahmenrichtlinie hingewiesen, die derzeit in bundesdeutsches Recht übernommen wird (Bundesrecht erfolgt, Landesrecht in Arbeit). Die Auswirkungen auf die zulässigen Sickerwasseremissionen sind z.Z. noch nicht abzusehen aber sie werden mit Sicherheit gravierend sein. In diesem Rahmen sind veränderte Anforderungen an die Einleitung in Oberflächengewässer nicht auszuschließen aber insbesondere wird mit Sicherheit der Schutz des Grundwassers eine deutlich gesteigerte Priorität einnehmen.

Insgesamt wird man davon ausgehen können, dass bei der Mehrzahl der Deponien über eine so lange Zeit Maßnahmen zur Reduzierung der Sickerwasserbelastungen erforderlich sind, so dass Überlegungen zur Änderung der derzeit praktizierten Behandlungskonzepte sinnvoll erscheinen können. Allerdings werden die Lösungen angesichts der sinnvollen Anpassung an die jeweiligen Randbedingungen sehr unterschiedlich sein können und müssen.

Im folgenden Abschnitt sollen einige Ansätze zum Umgang bzw. zur Behandlung von Sickerwässern dargestellt werden die möglicherweise auf kostengünstigem Niveau die derzeitigen Behandlungskonzepte ablösen können. Etliche dieser Ansätze sind aber z.Z. noch nicht ausgereift, da das Augenmerk der Verfahrensentwicklung bisher auf einer geradezu perfekten Behandlung gelegen hat und die langfristigen und ökonomischen Aspekte eher von untergeordneter Bedeutung waren.

4 LANGFRISTIGE SICKERWASSERBEHANDLUNGSKONZEPTE

Bei allen langfristigen Konzepten zur Sickerwasserbehandlung ist zu berücksichtigen, dass sie ein funktionierendes Entwässerungssystem voraussetzen. Selbst dann wenn die Behandlung nur mit geringstem finanziellen Aufwand verbunden ist, verbleibt die Kontrolle, Wartung und ggf. Reparatur bzw. Sanierung des Entwässerungssystems. Das erlaubte Ende dieser Tätigkeiten würde die Zulassung einer unkontrollierten Einleitung von Sickerwasser in den Untergrund bedeuten.

- Mitbehandlung in kommunalen Kläranlagen

Diese Art der langfristigen Behandlung erscheint häufig sehr interessant, da der gesamte Behandlungsaufwand abgegeben wird. Aber auch dabei sind technische und finanzielle Fragen abzuklären. So ist in vielen Fällen ein Transport mit Tanklastzügen erforderlich. Dadurch werden aber fast immer Speicher und Dosiertechniken an der kommunalen Kläranlage notwendig. Selbstverständlich muss die kommunale Kläranlage ausreichende Kapazitäten insbesondere für die Stickstoffelimination haben. Da der CSB nur in geringem Umfange abgebaut wird, muss auf Grund der Verdünnung mit erhöhten Ablaufwerten gerechnet werden. Dadurch kann die Abwasserabgabe für den gesamten Abwasserstrom deutlich erhöht und häufig können dadurch die vorgegebenen Grenzwerte überschritten werden. In kommunalen Kläranlagen steht in der Regel kein zusätzlicher Kohlenstoff mehr für die Denitrifikation zur Verfügung. Dadurch können Grenzwerte des Stickstoffablaufs überschritten und zusätzliche Aufwendungen für technische Einrichtungen und Kohlenstoffdosierungen erforderlich werden. Die Problematisierung von Sickerwässern in den letzten 20 Jahren hat die Bereitschaft

zur Aufnahme dieses Abwassers in den Kommunen nicht gerade gefördert. Zur Reduktion von biologisch nicht abbaubarem CSB und evtl. AOX kann sich eine Vorbehandlung durch Adsorption durchaus als sinnvoll erweisen. Wird eine solche Adsorption in konventionellen Filtern durchgeführt bietet sich die kommunale Kläranlage an um diesen Betriebspunkt von der Deponie fernzuhalten. Lässt sich die Adsorption auf der Deponie nicht vermeiden sollten Überlegungen zu einem vereinfachten Filtersystem mit sehr langen Laufzeiten angestellt werden.

- zentrale Sickerwasserbehandlungsanlagen

Obwohl die täglichen Sickerwassermengen sich in der Regel in Grenzen halten, ist bisher der Transport zu einer Behandlungsanlage relativ selten und ökologisch und finanziell in vielen Fällen nicht gerade sinnvoll. Mit einer qualifizierten Oberflächenabdichtung und drastischer Reduktion der Sickerwassermengen (s. Abb. 3) werden solche Lösungen für die Zukunft durchaus interessant. Dies würde gleichzeitig die Funktionstüchtigkeit einer gewissen Anzahl der technisch hochwertigen Sickerwasserbehandlungsanlagen als zentrale Anlagen notwendig machen und die langfristige Auslastung sichern. Man könnte sich in einem derartigen Konzept auch durchaus mobile Membrananlagen vorstellen mit denen das Transportvolumen weiter reduziert werden kann ohne vor Ort eine wesentliche Infrastruktur zu benötigen.

- Pflanzenkläranlagen

Pflanzenkläranlagen werden häufig als einfache und naturnahe Alternative, die weitgehend wartungsfrei ist, in die Diskussion gebracht. Als positiv wird dabei bewertet, dass diese Systeme in etlichen Ländern zur Behandlung von Sickerwässern eingesetzt werden. Betrachtet man allerdings veröffentlichte Behandlungsergebnisse solcher Anlagen, dann ist festzustellen, dass sie in der Regel nur für sehr gering belastete Sickerwässer eingesetzt werden und auch dann in den überwiegenden Fällen äußerst bescheidene Reinigungsleistungen liefern (Ehrig et al., 2002). Positiv werden Pflanzenkläranlagen häufig beurteilt wenn sie zur Nachbehandlung bereits weitgehend gereinigter Sickerwässer eingesetzt werden. Aber gerade das ist langfristig nicht der Sinn des Einsatzes.

- belüftete Teiche

Belüftete Teiche sind eine recht einfache Technologie mit der in den 70-er Jahren recht umfangreiche Erfahrungen zur Sickerwasserbehandlung gesammelt werden konnten. Mit diesem Verfahren können biologisch abbaubare organische Stoffe abgebaut und Stickstoffverbindungen außerhalb der kalten Jahreszeit zu Nitrat oxidiert werden. Langfristig ist aber kaum noch mit biologisch abbaubaren organischen Verbindungen im Sickerwasser zu rechnen und eine zeitweise Stickstoffoxidation ist heute sicher nicht mehr als ausreichender Stand der Technik zu bezeichnen.

- Entwicklung eines einfachen Verfahrens zur biologischen Sickerwasserbehandlung

Am Fachgebiet Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft der Bergischen Universität Wuppertal werden z.Z. Versuche zur Entwicklung eines einfachen, kostengünstigen und wartungsarmen Systems zur langfristigen Behandlung von Sickerwässern durchgeführt. Grundgedanke dabei war den derzeitigen Kenntnisstand mit technisch einfachen und betriebssicheren Mitteln zu realisieren. Für einen optimierten biologischen Abbau, auch schwerer abbaubarer organischer Substanzen, wurde ein "Bodenfilter" mit angepassten Korngrößen aus Kies, Blähton o.ä. entwickelt der sowohl eine hohe Umsatzleistung als auch über weitgehende Verstopfungssicherheit verfügt. Ein solches System zeichnet sich dadurch aus, dass durch die Oberflächenbesiedlung der Festkörper eine spezielle Biozönose ausgebildet wird die auch schwerer abbaubare organische Substanzen eliminiert und dadurch deutlich verbesserte Abbauleistungen gegenüber Systemen mit frei schwebenden Mikroorganismen zeigt. Außerdem wird damit eine sehr stabile Nitrifikation des Ammoniums erzielt. Als weiterer positiver Effekt zeigt sich eine sehr geringe Temperaturabhängigkeit. Ein solcher "Bodenfilter" erreicht Umsatzleistungen die durchaus in den Bereich technischer Festbetтанlagen reichen und deutlich höher als bei Pflanzenkläranlagen ist. Allerdings kann ein solches System das gebildete Nitrat nur durch Dosierung von externem Kohlenstoff eliminieren und verliert dabei viele der zuvor dargestellten Vorteile und wird vor allem verstopfungsanfällig. Die Dosierung von externem Kohlenstoff wäre außerdem ein zusätzlicher Betriebspunkt der die Einfachheit des Systems sofort aufheben würde. Aus diesem Grunde wurde ergänzend dazu eine 2. Verfahrensstufe mit festem Kohlenstoffträgern entwickelt.

Auch diese 2. Stufe ist als Festbett ausgebildet, das aus unterschiedlichem organisch belasteten Feststoffen besteht. Es wurden bisher z.B. Altpapier, Kompost, Stroh, Rindenmulch und auch biologisch abbaubare Kunststoffe untersucht. Es hat sich gezeigt, dass mit einem derartigen System eine langfristige Denitrifikation des Sickerwassers ohne ständigen Wartungs- und Betreuungsaufwand möglich ist. Allerdings ergeben sich für die Auslegung und Gestaltung in Abhängigkeit von der Art des Materials und dessen Qualität z.T. erhebliche Einflussgrößen. So kann z.B. Kompost sehr gut oder auch überhaupt nicht geeignet sein. Zur Ausbildung dieser einfach gestalteten Festbettreaktoren zur Denitrifikation in Abhängigkeit von den Materialien laufen derzeit noch weitere Detailversuche. Die Kombination dieser Teilprozesse führt zu einem wartungsarmen System mit dem eine langfristige Reduktion der verbleibenden Sickerwasserbelastung kostengünstig möglich ist. Die Integration eines vereinfachten Adsorptionssystems mit großflächigen Aktivkohlefiltern kann dabei durchaus die strengen Grenzwerte bei drastisch reduzierten Kosten realisieren.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG

Die obigen Ausführungen haben gezeigt, dass nach den derzeitigen Randbedingungen noch über lange bis sehr lange Zeiträume eine erhebliche Belastung durch Sickerwässer aus einer großen Zahl von Deponien austreten wird und entsprechend den Vorgaben behandelt werden muss bzw. werden müsste. Es erscheint allerdings etwas illusorisch, dass eine derartige Behandlung auf Grund der damit verbundenen Kosten auch wirklich erfolgen wird. Allerdings steht bis heute eine Gegenüberstellung volkswirtschaftlicher Kosten und Veränderung der Umweltbelastung aus. Dies gilt allerdings auch für den Gesamtkomplex Sickerwasser. Die Entwicklung der Sickerwasserbehandlung hat auf Grund der strikten gesetzlichen Vorgaben einen hohen Stand erreicht und ist derzeit weitgehend wegen fehlenden Bedarfs zum Stillstand gekommen. Geht man aber davon aus, dass die bisher eingesetzten Technologien mit den nicht unerheblichen Kosten nicht über viele Jahrzehnten (oder länger?) eingesetzt werden, so ergibt sich der Bedarf für Lösungen die kostengünstig eine sinnvolle, akzeptable oder sogar gesetzeskonforme Reduktion der Umweltbelastungen aus den Sickerwässern ermöglichen. Dazu wurden einige Ansätze vorgestellt, die aber sicher in Zukunft

durch weitere Überlegungen zu ergänzen sind. Die Bewertung muss notgedrungen in ersten Ansätzen stecken bleiben, da viele spezielle Einflussgrößen dafür von Bedeutung sind die nicht generell diskutiert werden können.

Während Teichanlagen von den Überlegungen zur Sickerwasserbehandlung weitgehend ausgeschlossen werden sollten, sind für andere Lösungen die speziellen Randbedingungen für die einzelne Deponie und die möglichen Entsorgungsstrukturen für das Sickerwasser zu berücksichtigen. So können bei sehr gering belastetem Sickerwasser und reduzierten Anforderungen an die Reinigungsleistung durchaus Pflanzenkläranlagen in die Überlegungen mit eingeschlossen werden. Die Entsorgung über eine kommunale Kläranlage hängt sicher von der regionalen Struktur, Lage der Deponie etc. ab. Ähnliches gilt auch für zentrale Anlagen mit dem zusätzlichen Punkt der jeweiligen Marktsituation. Eine einfache Behandlung auf der Deponie ist dagegen mit einem gewissen Platzbedarf verbunden der bereits zu Problemen führen kann.

Nicht unerwähnt bleiben soll die Möglichkeit der natürlichen Entfrachtung des Sickerwassers durch "natural attenuation". Das würde die Überleitung des Sickerwassers aus dem Deponiebereich in die Umgebung bedeuten. Dabei könnte die Entfrachtung in einem oberflächlichen oder oberflächennahen Bereich bzw. durch Bodenpassage in Richtung Grundwasser erfolgen. Im Gegensatz zu den bisherigen Überlegungen zu diesem Thema handelt es sich bei den hier anzusprechenden Deponien nicht um eine bereits vorhandene Belastung deren Elimination langfristig nachzuweisen ist sondern um die Genehmigung einer gezielten Belastung des Bodens bzw. Untergrundes. Ob ein solches Vorgehen angesichts der vielfältigen sonstigen unabänderlichen Boden- und Grundwasserbelastungen überhaupt denkbar ist, kann m.E. derzeit überhaupt nicht abgeschätzt werden.

6 LITERATUR

- Ehrig H.J., Potenzielle Grundwasserbelastung durch Sickerwässer, Fachtagung: Einflüsse von Deponien auf das Grundwasser – Gefährdung, Prognose und Maßnahmen; Dresden 11.12. 2001
- Ehrig H.J., Inwieweit bestimmen Sickerwasser- und Deponiegasemissionen die Dauer der Nachsorge, Seminar: Verkürzung der Deponienachsorge, Dortmund 19.11. 2003
- Ehrig H.J., Witz U., Behandlung von gering belasteten Sickerwässern aus MBV-Deponien, Deponietechnik 2002, Hamburg 14./15. 2. 2002

- Krümpelbeck I., Untersuchungen zum langfristigen Verhalten von Siedlungsabfalldeponien, Veröffentlichungen des Lehrstuhls für Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft der Bergischen Universität – Gesamthochschule Wuppertal, H. 3 (2000) (als Datei in www.bib.uni-wuppertal.de unter elektronische Publikationen – elektronische Dissertationen – FB 11)
- Krümpelbeck I., Ehrig H.J., Prognose des Langzeitverhaltens von Altdeponien und Fragestellung der Nachsorge, in G. Rettenberger, B. Bilitewski, R. Stegmann (Hrsg.), Nachsorge von Deponien – Maßnahmen, Dauer, Kosten, Verlag abfall aktuell (1999)
- Krümpelbeck I. und Ehrig H.-J., Abschätzung der Restemissionen von Deponien in der Betriebs- und Nachsorgephase auf der Basis realer Überwachungsdaten, BMBF-Förderkennzeichen 1471067, (1999a)
- Krümpelbeck I., Ehrig H.J., Nachsorge von Deponien – wie lange?, Wasser und Abfall, 2. J., H. 1, 2000
- N.N.; Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe; Änderungen 91/692/EWG (1991)
- N.N.; Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (Grundwasserverordnung) (1997)
- N.N.; Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien (1999b)
- N.N.; Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasser-Rahmen-Richtlinie) (2000)
- N.N. Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAbIV) (2001a)
- N.N., Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer ; Anhang 51: Oberirdische Ablagerung von Abfällen (2001)
- Witz U., Ehrig H.J., Sustainable Leachate Treatment Systems for Landfill Aftercare Using Nitrification and Denitrification, Sardinia 2003, 6-10. 10.2003