



Merkblatt Nr. 4.5/2-51

Stand: 01.11.2011

Ansprechpartner: Referat 68

Hinweise zu Anhang 51 zur Abwasserverordnung (Oberirdische Ablagerung von Abfällen)

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
2	Anwendungsbereich	2
3	Anforderungen	2
3.1	Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle	2
3.2	Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung	2
4	Behandlungsverfahren	4
4.1	Speicherkapazität	4
4.2	Abwasserteilströme	5
4.3	Sickerwasserentsorgung	5
4.4	Anlagenbemessung	5
4.5	Auswahl geeigneter Reinigungsverfahrens und Werkstoffe	6
4.6	Stickstoff-Problematik	6
5	Übergangswises Entsorgen von unbehandeltem und nicht ausreichend vorbehandeltem Deponiesickerwasser unmittelbar in Kläranlagen	6
6	Literatur	6

1 Allgemeines

Erlass:	22.12.1998 (2. Verordnung zur Änderung der Abwasserverordnung)
Veröffentlicht:	BGBl Jahrgang 1998 Teil I Nr. 86, 29.12.1998, S. 3919 – 3955
In Kraft getreten:	01.01.1999
Hintergrundpapier:	Oberirdische Ablagerung von Abfällen: Hinweise und Erläuterungen zu Anhang 51 der Abwasserverordnung; Bundesanzeiger Verlagsges.mBH., Köln, 2001, ISBN 3-89817-154-X
Letzte Änderung:	17.06.2004 (6. Verordnung zur Änderung der Abwasserverordnung) BGBl Jahrgang 2004 Teil I Nr. 28, S. 1106 – 1107.

2 Anwendungsbereich

Anhang 51 gilt für Abwasser, dessen Schmutzfracht im Wesentlichen aus der oberirdischen Ablagerung von Abfällen stammt. Damit werden neben Hausmülldeponien auch Reststoffdeponien, Monodeponien und Sonderabfalldeponien erfasst. Ebenfalls zum Gültigkeitsbereich des Anhangs gehört Abwasser aus anderen Deponiebereichen (z. B. Reifenwaschwasser, Straßenabläufe, Nebeneinrichtungen), soweit es nur ein unwesentlicher Teil des gesamten Sickerwassers ist.

Sickerwasser entsteht im Wesentlichen durch Eindringen von Grund- und Niederschlagswasser in den Deponiekörper, verbunden mit Auswaschen löslicher Anteile, und Auspressen von Restfeuchte des eingebauten Abfalls sowie als Reaktionsprodukt chemischer bzw. biologischer Vorgänge im Müllkörper. Die Belastung des Sickerwassers ist im Wesentlichen abhängig von Art und Zusammensetzung des eingebauten Mülls, biologischer Aktivität der Deponien (u. a. Alter) sowie von deponietechnischen Randbedingungen (Größe der offenen Einbaufläche, Zutritt von Grund- und Schichtwasser). Man kann deshalb nicht von "dem" Sickerwasser aus Abfalldeponien sprechen, sondern muss in jedem Einzelfall sorgfältig untersuchen, um die Größenordnung der Schadstoffbelastung bzw. Schadstoffschwerpunkte festzustellen. Nach unserer Erfahrung bereitet vor allem die schlechte biologische Abbaubarkeit Schwierigkeiten.

3 Anforderungen

3.1 Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle

Die Anforderung für Gesamtstickstoff gilt nur bei einer Sickerwassertemperatur im Ablauf des biologischen Reaktors von 12 °C und darüber. Bei den in letzter Zeit häufiger eingesetzten Behälterbiologien wird diese Temperatur jedoch im Allgemeinen nicht unterschritten. Eine Anforderung für Ammoniumstickstoff besteht nicht; aus wasserwirtschaftlicher Sicht sollte jedoch in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten ein Überwachungswert festgelegt werden; die Bayer. Fischgewässerqualitätsverordnung ist zu beachten. Die Anforderungen für Kohlenwasserstoffe, gesamt und Nitrit-Stickstoff sind entsprechend Abwasserverordnung nur im Bescheid festzusetzen, wenn sie im Sickerwasser zu erwarten sind. In der Regel sind diese Parameter jedoch nicht in relevanten Mengen im Sickerwasser.

3.2 Anforderungen an das Abwasser vor Vermischung

Die Anforderungen hinsichtlich der Schwermetalle sind normalerweise kein Problem, da in den meisten Fällen die Konzentrationen bereits im unbehandelten Sickerwasser unterschritten sind. Ist eine Reduzierung der Schwermetallkonzentrationen erforderlich, finden i. A. die aus anderen Bereichen bekannten Verfahren wie Fällung/Flockung/Filtration/Ionenaustausch Anwendung.

3.2.1 Untersuchung der AOX-Elimination bei gemeinsamer Behandlung

Die größten Probleme beim Umsetzen des Anhangs 51 ergeben sich bei Sickerwässern, die in öffentliche Abwasseranlagen eingeleitet werden und sämtliche Anforderungen nach Anhang 51, Teil D Anforderungen vor Vermischung einhalten können mit Ausnahme der Anforderung für den Parameter AOX. Dabei schwankt der AOX-Gehalt oft um den Anforderungswert von 0,5 mg/l, d. h. die Konzentration bewegt sich z. T. unterhalb der Anforderung und teilweise nur geringfügig darüber.

Die Bestimmungen gemäß § 3 Abs. 4 AbwV lassen grundsätzlich unter bestimmten Bedingungen eine Vermischung zum Zwecke der gemeinsamen Behandlung zu, wenn insgesamt mindestens die gleiche Verminderung der Schadstofffracht je Parameter wie bei getrennter Einhaltung der jeweiligen Anforderungen erreicht wird. In diesem Zusammenhang war es von wasserwirtschaftlichem Interesse, ob die AOX-Fracht in einer kommunalen Kläranlage entsprechend diesen Anforderungen vermindert werden kann. Dazu wurde am LfW eine Untersuchung zur Elimination von AOX in Sickerwässern aus Siedlungsabfalldeponien bei gemeinsamer biologischer Abwasserbehandlung mit kommunalem Abwasser durchgeführt. Unter den Versuchsbedingungen konnte keine ausreichende AOX-Elimination nachgewiesen werden. Damit gibt es nach unseren Kenntnissen zurzeit keine Möglichkeit der Anrechenbarkeit der AOX-Elimination in kommunale Kläranlagen und es dürfen auch weiterhin keine Deponiesickerwässer mit höheren AOX-Gehalten als nach Anhang 51 AbwV erlaubt in kommunale Kläranlagen eingeleitet werden, auch wenn der Anforderungswert z. T. nur geringfügig überschritten wird.

3.2.2 Voraussetzung für die Indirekteinleitung

An die Indirekteinleitung von Sickerwasser sind bestimmte Voraussetzungen gebunden. Bei einer gemeinsamen Behandlung von Sickerwasser in einer biologischen Anlage für Abwasser anderer Herkunft (i. d. R. eine öffentliche Abwasseranlage) ist eine der Voraussetzungen, wie die Einhaltung bestimmter Toxizitäten gegenüber Fischeiern, Leuchtbakterien und Daphnien nach Durchführung eines Eliminationstestes mit Hilfe einer Laborkläranlage, das Erreichen eines 75 %igen DOC-Eliminationsgrades nach Nr. 408 der Anlage "Analysen- und Messverfahren" der Abwasserverordnung bzw. das Unterschreiten einer CSB-Konzentration von 400 mg/l zu erfüllen. Einzige Ausnahme ist eine gemeinsame Behandlung mit Abwasser aus Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen auf Grund der Ähnlichkeit der Abwässer. Prinzipiell ist ein einmaliger Nachweis ausreichend. Es wird jedoch empfohlen, in Anlehnung an Anhang 23 (Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen) und Anhang 27 (Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CP-Anlagen) sowie Altölaufbereitung) im Rahmen der Eigenüberwachung einen Nachweis der Einhaltung der Voraussetzungen bei wesentlichen Änderungen, sonst mindestens alle zwei Jahre, zu fordern.

Wird ein Eliminationstest mit Hilfe einer biologischen Labor-Durchlaufkläranlage (Anlage z. B. entsprechend DIN 38412-L26) durchgeführt, wird darauf hingewiesen, dass die Anweisung im Anhang 51, dass während der Testphase kein Verdünnungswasser zugegeben werden darf, missverständlich ist, da entsprechend DIN 38412-L26 bestimmte Rahmenbedingungen wie u. a. eine geringe Belebtschlammbelastung für eine gleichmäßig gute Nitrifikation und ein Trockensubstanzgehalt von 2 bis 3 g/l vorgegeben sind. Um diesen Voraussetzungen entsprechen zu können, ist bei der Durchführung von Eliminationstests mit einer Laborkläranlage die Belastung so einzustellen, dass bezogen auf die Ammonium-N-Schlammbelastung ein Wert von 0,04 g/g TS-d nicht überschritten wird. Die CSB-Schlammbelastung soll dabei nicht größer als 0,25 g/g TS-d sein. Daraus ergibt sich zwangsläufig ein entsprechender Verdünnungswasseranteil, um die erforderliche hydraulische Verweilzeit einhalten zu können. Es ist darauf zu achten, dass dieser Verdünnungswasseranteil zusätzlich die anorganischen Nährsalze aus dem synthetischen Abwasser nach DIN 38412-L26 enthält. Danach müssen wie bisher alle drei vorgegebenen Toxizitäten gegenüber Fischeiern, Leuchtbakterien und Daphnien unterschritten werden. Bei den Biologischen Testverfahren kann laut § 6 Abs. 4 der Abwasserverordnung die Chlorid- und Sulfatkonzentration des Sickerwassers berücksichtigt werden. Die Praxis hat gezeigt, dass unbehandeltes Deponiesickerwasser nach Durchführung eines Eliminationstestes mit Hilfe einer Laborkläranlage oftmals die geforderten Toxizitäten einhalten kann.

3.2.3 AOX-Analytik

Unsicherheiten bringt die Schwierigkeit, den AOX im unbehandelten Sickerwasser messtechnisch exakt zu ermitteln. Aufgrund der komplexen Zusammensetzung und vielfältigen Störeinflüsse (u. a. hohe organische Belastung und Salzfrachten) sind die in der Vergangenheit festgestellten Abweichungen von mehreren 100 % in den AOX-Messergebnissen unterschiedlicher Labors erklärbar. Eine zuverlässige Bestimmung des AOX-Gehaltes unbehandelter Sickerwässer erfordert von den Untersuchungslabors neben Erfahrung und Routine eine besondere Sorgfalt. Nicht plausibel erscheinende bzw. deutlich von früheren Ergebnissen (z. B. im Rahmen der jährlichen Volluntersuchung) abweichende Werte sollten deshalb von einem unabhängigen Institut überprüft werden. Beim Vergleich von AOX-Messwerten ist immer auch die Bestimmungsmethode (bevorzugt ist die Säulenmethode einzusetzen) zu berücksichtigen. Für stark salzhaltige Abwässer (> 5 g/l Chlorid) ist gemäß Nr. 302 der Anlage „Analysen- und Messverfahren“ der Abwasserverordnung der SPE-AOX zu bestimmen (DIN 38409-H22).

4 Behandlungsverfahren

Die Möglichkeiten zur Sickerwasserbehandlung, um die Anforderungen nach dem Stand der Technik zu erfüllen, können grob in zwei Gruppen aufgeteilt werden. Zu den trennenden Verfahren gehören sämtliche Membrantechniken, Flockung und Fällung, Eindampfung sowie Adsorptionsverfahren. Zu den destruktiven Verfahren zählen biologische Stufen, nasschemische Oxidationsverfahren und die Verbrennung. Häufig ist die Reinigung des Sickerwassers bis zur geforderten Ablaufqualität nur durch Kombination mehrerer Verfahren möglich, wobei dann die einzelnen Stufen durch Zwischenspeicher hydraulisch entkoppelt werden sollten. Eine gute Übersicht über die Verfahren und Verfahrenskombinationen bieten die „Hinweise und Erläuterungen zu Anhang 51“ (Hintergrundpapier).

4.1 Speicherkapazität

Unabhängig von der gewählten Verfahrenskombination ist zur Gewährleistung eines störungsarmen Betriebes ein gleichmäßiger Abwasserfluss zur Reinigungsanlage nötig. Die bereitzustellenden Speicherbecken dienen außerdem zur Zwischenlagerung des Sickerwassers bei stärkeren Regenereignissen, die mit Verzögerung stets zu einem Anstieg des Sickerwasseranfalls führen. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht wird ein kontrollierbares Speichervolumen für notwendig gehalten, in dem mindestens 1-jährlich wiederkehrende 72h-Niederschlagsereignisse zurückgehalten werden können (1). Zusätzliches Beckenvolumen mit niedrigeren bautechnischen Anforderungen sollte für die Differenz zum 5-jährlichen 72h-Niederschlagsereignis zur Verfügung stehen (1).

Da eine Deponie üblicherweise in verschiedene Betriebszustände gegliedert ist, die zu einem unterschiedlichen Sickerwasseranfall in den einzelnen Bauabschnitten führen, kann das erforderliche Speichervolumen (V) nicht einfach als Produkt von Niederschlagsmenge (N) und gesamter Deponiefläche (F) berechnet werden. Die Flächen der einzelnen Bauabschnitte (F_i) müssen mit Abflussbeiwerten x_i (Flächen mit abgedichteter Oberfläche: $x = 0,01 - 0,1$; mit Müll beaufschlagte offene Flächen: $x = 0,6 - 0,8$; Wege und Stellplätze: $x = 0,9$) multipliziert und anschließend zur **reduzierten Fläche** (F_{red}) der Deponie summiert werden. Die zu speichernde Sickerwassermenge ergibt sich dann aus dem Produkt der Niederschlagsmenge mit der reduzierten Fläche:

$$F_{\text{red}} = \sum x_i \cdot F_i$$

$$V_1 = N_1 \cdot F_{\text{red}}$$

$$V_5 = N_5 \cdot F_{\text{red}}$$

$$V = V_5 - V_1 \quad (1)$$

mit:	F_i	Fläche eines Bauabschnittes in ha
	x_i	Abflussbeiwert für einen Bauabschnitt
	$N_{1/5}$	Menge des 1- bzw. 5-jährlichen 72h-Regenereignisses in m^3/ha
	$V_{1/5}$	Speichervolumen für 1- bzw. 5-jährliches 72h-Regenereignis in m^3
	V	Speichervolumen mit niedrigeren bautechnischen Anforderungen in m^3

Noch größere Regenereignisse als der 5-jährlich wiederkehrende 72h-Niederschlag sind durch einen dann greifenden Notmaßnahmenplan (z. B. Transport des überschüssigen Sickerwassers per Tankwagen zur Kläranlage) abzufangen. Ein Rückstau des Sickerwassers in den Deponiekörper ist aus sicherheitstechnischen Gründen zu vermeiden. Auf das Merkblatt Nr. 3.6/4 „Ableitung und Speicherung von Deponiesickerwasser - Möglichkeiten, Bemessungsansätze, Technische Anforderungen“ wird verwiesen.

4.2 Abwasserteilströme

Sofern der Müll direkt, d.h. ohne Umladen, auf die Deponie verbracht wird, ist zu beachten, dass die Reifen der Müllwagen vor Verlassen des Deponiegeländes gereinigt werden müssen. Dazu ist entweder eine mindestens 200 bis 300 m lange befestigte Straße als Abrollfläche (festgefahrener Lehm ist ungeeignet!), deren Entwässerung an den Sickerwasserspeicher angeschlossen ist, oder eine Reifenwaschanlage nötig. Bei einer ortsfesten Reifenwaschanlage muss das Abwasser sämtlicher Straßenabläufe vom Deponiekörper bis zur Waschanlage gesammelt und als Sickerwasser behandelt werden. Der Einsatz einer mobilen Anlage – an der Abzweigung Deponieauffahrt/befestigte Straße installiert – bietet den Vorteil, dass die Wege getrennt entwässert und die Sickerwasserspeichervolumina verringert werden können.

Wird das Sickerwasser einer Deponie mit verschiedenen Ablagerungsbereichen (z. B. Hausmüll und Reststoffe) getrennt gesammelt, dürfen die beiden getrennt gesammelten Sickerwässer vermischt werden, da die gesamte Deponie als ein heterogenes System betrachtet werden muss. Werden in dem vermischten Sickerwasser die Anforderungen nach Anhang 51 eingehalten, ist eine Behandlung vor Einleitung nicht erforderlich.

4.3 Sickerwasserentsorgung

Soll Deponiesickerwasser z. B. in einer Müllverbrennungsanlage zur Befeuchtung der Abfälle eingesetzt werden, fällt kein Abwasser mehr an, das behandelt und eingeleitet wird, ein wasserrechtlicher Tatbestand besteht nicht mehr. Trotzdem muss in diesen Fällen ausreichend Speichervolumen vorgesehen werden, um evtl. Stillstandzeiten der Müllverbrennungsanlage auszugleichen. Einer mehr oder weniger regelmäßigen Abfuhr von unbehandeltem Deponiesickerwasser zu einer kommunalen Kläranlage bei Stillstand der Müllverbrennungsanlage kann nicht zugestimmt werden.

Nach der § 14 Abs. 8 Deponieverordnung kann die zuständige Behörde zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens der Deponie in der Betriebsphase die gezielte Befeuchtung des Abfallkörpers durch Infiltration von Wasser oder deponieeigenem Sickerwasser zulassen, wenn geeignete Voraussetzungen vorhanden sind und mögliche nachteilige Auswirkungen auf den Deponiekörper und die Umwelt verhindert werden. Ein Einleitungstatbestand ist damit nicht gegeben.

4.4 Anlagenbemessung

Die Anlagen zur Sickerwasserbehandlung müssen in jedem Fall so ausgelegt werden, dass auch bei ungünstigen Verhältnissen (z. B. geringer Sickerwasseranfall mit hohen Schadstoffkonzentrationen, Ausfall eines Anlagenteiles aufgrund einer Störung oder zur Wartung) die am Ablauf der Anlage geforderten Konzentrationsbegrenzungen sicher eingehalten werden können. Dazu gehört auch, dass störanfällige Anlagenteile vor Ort schnell repariert bzw. ausgetauscht werden können. Bei der Berechnung der Anlagendurchsatzleistung nach (2) wird ebenfalls von der reduzierten Fläche der Deponie ausgegangen. Da die Anlage auf Grund von Wartungsarbeiten und Störungen nicht durchgehend funktionsbereit ist und außerdem das gespeicherte Sickerwasser nach größeren Niederschlagsereignissen abgearbeitet werden muss, ist bei der Umrechnung der Sickerwassermenge in die Anlagenleistung ein Sicherheitsfaktor von ca. 1,2 zu berücksichtigen:

$$Q = N_m \cdot F_{\text{red}} ; \quad P = \frac{1,2 \cdot Q}{365 \frac{d}{a} \cdot 24 \frac{h}{d}} \quad (2)$$

mit: Q = mittlere jährliche Sickerwassermenge in m³/a
N_m = mittlere jährliche Niederschlagsmenge in m³/ha a
P = Anlagenleistung in m³/h

Da die Behandlungsanlage aus komplexen technischen Komponenten besteht, bei denen – wie die Erfahrungen gezeigt haben – mit häufigen Betriebsstörungen gerechnet werden muss, ist ein zweistraßiger Ausbau der gesamten Anlage einschließlich der Steuerung erstrebenswert.

4.5 Auswahl geeigneter Reinigungsverfahrens und Werkstoffe

Neben der aus wasserwirtschaftlicher Sicht geforderten Ablaufqualität des gereinigten Sickerwassers ist auch der Reststoffanfall bzgl. Qualität und Quantität bei der Beurteilung und der Auswahl der Verfahrenskombination zu berücksichtigen. Da Sickerwasser i. d. R. ein sehr aggressives Medium ist, sind sämtliche Behälter und Rohrleitungen, die mit Sickerwasser in Berührung kommen, aus hochwertigen Materialien herzustellen. Korrosion an Anlagenteilen konnte in der Vergangenheit häufig beobachtet werden, wenn Sickerwasser unter Druck, erhöhter Temperatur und/oder Zusatz von chemischen Stoffen behandelt wurde. Probleme, die durch ungeeignete Werkstoffe hervorgerufen werden, können zu einer deutlichen Abnahme der Anlagenverfügbarkeit und Steigerung der Betriebskosten führen.

4.6 Stickstoff-Problematik

Sofern die kommunale Kläranlage, in die das vorgereinigte Sickerwasser eingeleitet werden soll, über eine ausreichend dimensionierte Nitrifikations-/Denitrifikationsstufe bzw. eine separate Schlammwasserbehandlung verfügt, kann aus wasserwirtschaftlicher Sicht einer Einleitung von Sickerwasser mit höheren Ammonium- bzw. Gesamtstickstoff-Konzentrationen zugestimmt werden. Dies gilt natürlich nur unter der Voraussetzung, dass im Abwasser die Anforderungen an das Abwasser vor der Vermischung eingehalten werden können bzw. das Abwasser entsprechend vorbehandelt ist. Rechtliche Voraussetzung dafür wäre eine Sondervereinbarung im Rahmen der Entwässerungssatzung zwischen Deponie- und Kläranlagenbetreiber.

5 Übergangsweises Entsorgen von unbehandeltem und nicht ausreichend vorbehandeltem Deponiesickerwasser unmittelbar in Kläranlagen

Für die Fälle, in denen unbehandeltes und nicht ausreichend vorbehandeltes Sickerwasser unmittelbar in öffentliche Kläranlagen eingeleitet oder verbracht wird, ist das LfU-Merkblatt Nr. 4.5/5 zu berücksichtigen.

6 Literatur

- Ehrig, H.-J.: Sickerwasser aus Hausmülldeponien - Menge und Zusammensetzung; Müll-Handbuch, Hrsg. Hösel, Schenkel, Schnurer, Erich Schmidt Verlag, Kennzahl 4587, Lfg. 1/89.
- DWA (bisher ATV-DVWK): Deponiesickerwasser-Behandlung; Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 7.2.26; Korrespondenz Abwasser, Heft 3/93, 365-404.
- DWA (bisher ATV-DVWK): Abwässer aus Abfalldeponien; Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 7.2.26, Korrespondenz Abwasser, Heft 3/93, S. 365 ff.
- Chang, L.: Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen zur Behandlung von Sickerwasser aus Hausmülldeponien, Korrespondenz Abwasser, Jg. 40, Nr. 3, S. 319 - 327, 1993.
- Fachseminar „Sickerwasser aus Mülldeponien – vermeiden - vermindern - behandeln“, Veröffentlichung des Zentrums für Abfallforschung (ZAF) der Technischen Universität Braunschweig, Heft 8, 1993.

Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Postanschrift:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bildnachweis:

Telefon: (08 21) 90 71-0
Telefax: (08 21) 90 71-55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bearbeitung:
Ref. 68
Stand:
01. November 2011