

MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

bmlfuw.gv.at

DEPONIESICKERWASSER
UNTERSUCHUNGEN ZU
ZUSAMMENSETZUNG,
ABBAUBARKEIT UND
HEMMWIRKUNG IN
BIOLOGISCHEN
KLÄRANLAGEN

PERSPEKTIVEN FÜR **umwelt**bundesamt^U
UMWELT & GESELLSCHAFT



Technische Universität Wien
Institut für Wassergüte
Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft
Karlsplatz 13/226
1040 Wien



IMPRESSUM

IMPRESSUM



MEDIENINHABER UND HERAUSGEBER:
BUNDESMINISTERIUM
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT
STUBENRING 1, 1010 WIEN
WWW.BMLFUW.GV.AT

TEXT UND REDAKTION: MANFRED CLARA, GERNOT DÖBERL, LYDIA JAHN, CHRISTOPH LAMPERT, YVONNE SPIRA UND KARL SVARDAL
ANALYTIK: STEFAN WEIB, ASTRID DRAXLER, SANDRA KULCSAR
LEKTORAT UND LAYOUT: ELISABETH STADLER
GESTALTUNGSKONZEPT: WIEN NORD WERBEAGENTUR

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.
WIEN, 30. 06. 2016

KOOPERATION

Das Projekt wurde gemeinsam vom Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und allen neun Bundesländern finanziert und ist ein Ergebnis der Arbeiten des Bund-Bundesländer-Arbeitskreises „Emissionen und diesbezügliche Maßnahmen“ zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie



BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT
Abteilung IV/5: Anlagenbezogene, Wasserwirtschaft
Abteilung V/3: Abfallwirtschaftsplanung, Abfallbehandlung und Altlastensanierung
Stubenring 1, 1010 Wien



AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG
Abt. 9 - Wasser- und Abfallwirtschaft
Europaplatz 1
7000 Eisenstadt



AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG
Abteilung 8 - Kompetenzzentrum Umwelt, Wasser und Naturschutz
Flatschacher Straße 70
9020 Klagenfurt am Wörthersee



AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG
Abteilung Wasserwirtschaft
Landhausplatz 1
3109 St. Pölten



AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Oberflächengewässerwirtschaft / Gewässerschutz
Kärntnerstraße 10-12
4021 Linz



AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG
Referat 7/05-Gewässerschutz
Michael-Pacher-Straße 36
5020 Salzburg



AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG
Abteilung 14 – Referat Abfallwirtschaft und Nachhaltigkeit
Bürgergasse 5a
Abteilung 15 – Referat Abfall- und Abwassertechnik, Chemie
Landhausgasse 7
8010Graz



AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG
Abteilung Wasserwirtschaft
Herrengasse 1-3
6020 Innsbruck



AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG
Abteilung Wasserwirtschaft
Josef-Huter-Straße 35
A-6901 Bregenz



AMT DER WIENER LANDESREGIERUNG
MA45 - Wiener Gewässer
Wilhelminenstraße 93
A - 1160 Wien

INHALTSVERZEICHNIS

SUMMARY	7
ZUSAMMENFASSUNG	9
1 EINLEITUNG.....	11
1.1 RECHTLICHE VORGABEN	12
1.1.1 SICKERWASSER AUF DEPONIE.....	12
1.1.2 EMISSIONSBEGRENZUNGEN FÜR DEPONIESICKERWASSER	13
1.2 DEPONIE IN ÖSTERREICH	15
1.3 BEHANDLUNG VON DEPONIESICKERWASSER	16
2 DEPONIEAUSWAHL	18
2.1 KRITERIEN FÜR DIE DEPONIEAUSWAHL	18
2.1.1 GEHALTE AN CSB, BSB5 UND NH4-N IM DEPONIESICKERWASSER.....	19
2.1.2 VERHÄLTNISS VON BSB5 ZU CSB IM DEPONIESICKERWASSER	20
2.1.3 VERHÄLTNISS VON NH4-N ZU BSB5 IM DEPONIESICKERWASSER	20
2.1.4 VERHÄLTNISS VON SICKERWASSERMENGE ZU ABWASSERMENGE	21
2.1.5 DEPONIEGASBILDUNG	22
2.2 RESTSTOFF- UND BAURESTMASSENDER DEPONIE	22
2.2.1 RESTSTOFFDEPONIE	22
2.2.2 BAURESTMASSENDER DEPONIE	23
2.3 ERGEBNIS DER DEPONIEAUSWAHL UND AUSWAHL FÜR DAS UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	24
2.4 KURZBESCHREIBUNG DER BEPROBTEN DEPONIE	25
2.4.1 DEPONIE 1	25
2.4.2 DEPONIE 2	26
2.4.3 DEPONIE 3	27
2.4.4 DEPONIE 4	27
2.4.5 DEPONIE 5	28
2.4.6 DEPONIE 6	28
2.4.7 DEPONIE 7	29
2.4.8 DEPONIE 8	30
2.4.9 DEPONIE 9	30
3 METHODEN	32
3.1 PROBENAHME	32
3.2 ANALYTIK	32
3.2.1 REFERENZPARAMETER	32
3.2.2 SPURENSTOFFE	33
3.2.2.1 Chlorparaffine	33
3.2.2.2 Fluoride	33
3.2.2.3 Komplexbildner	33
3.2.2.4 Industriechemikalien	34
3.2.2.5 Organochlorverbindungen	34
3.2.2.6 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	35
3.2.2.7 Di(ethylhexyl)phthalat (DEHP)	35
3.2.2.8 Hexabromcyclododecan (HBCDD)	36
3.2.2.9 Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	36
3.2.2.10 Bromierte Diphenylether (BDE)	36
3.2.2.11 Phenole	36
3.2.2.12 Pestizide	37
3.2.2.13 Schwermetalle	37
3.2.2.14 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	38
3.2.2.15 Organozinnverbindungen	38

INHALT

3.3	HEMMTESTS.....	38
3.4	ABBAUVERSUCHE.....	40
4	ERGEBNISSE	43
4.1	VERFÜGBARE DATEN AUS EMREG-OW UND E-PRTR.....	43
4.1.1	DEPONIE IN E-PRTR.....	43
4.1.2	DEPONIE IN EMREG-OW	47
4.2	BSB5 IM DEPONIESICKERWASSER	54
4.3	HEMMTESTS.....	57
4.4	ABBAUVERSUCHE.....	59
4.5	SPURENSTOFFE IN DEPONIESICKERWÄSSERN.....	61
4.5.1	VORKOMMEN.....	61
4.5.2	RÜCKHALT BEI DER VORBEHANDLUNG	66
4.5.3	VERGLEICH DER SPURENSTOFFKONZENTRATION IM DEPONIESICKERWASSER UND IM KLÄRANLAGENZULAUF.....	70
5	REFERENZEN.....	73
6	ANHANG.....	75
6.1	AUSGEWÄHLTE BESTIMMUNGEN DER DEPONIEVERORDNUNG (BGBL. II NR. 39/2008 I.D.G.F.).....	75
6.2	INFORMATIONSBLETT PROBENAHEME	78
6.3	FRAGEBOGEN / DATENERHEBUNGSBLETT.....	79
6.4	BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN DER UNTERSUCHTEN SPURENSTOFFE 81	
6.5	ERGEBNISSE DER HEMMTESTS FÜR DIE UNTERSUCHTEN DEPONIESICKERWASSERPROBEN	84
6.5.1	DEPONIE 1.....	84
6.5.2	DEPONIE 2.....	86
6.5.3	DEPONIE 3.....	87
6.5.4	DEPONIE 4.....	88
6.5.5	DEPONIE 5.....	89
6.5.6	DEPONIE 6.....	90
6.5.7	DEPONIE 7.....	91
6.5.8	DEPONIE 8.....	92
6.5.9	DEPONIE 9 (UNBEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER).....	93
6.5.10	DEPONIE 9 (BEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER).....	94
6.6	ERGEBNISSE DER ABBAUBARKEITSTESTS FÜR DIE UNTERSUCHTEN DEPONIESICKERWASSERPROBEN	95
6.6.1	DEPONIE 1.....	95
6.6.2	DEPONIE 2.....	97
6.6.3	DEPONIE 3.....	99
6.6.4	DEPONIE 4.....	100
6.6.5	DEPONIE 5.....	102
6.6.6	DEPONIE 6.....	104
6.6.7	DEPONIE 7.....	106
6.6.8	DEPONIE 8.....	108
6.6.9	DEPONIE 9 (UNBEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER).....	110
6.6.10	DEPONIE 9 (BEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER).....	112
6.6.11	DEPONIE 2 (WIEDERHOLUNGSMESSUNG)	113
6.6.12	DEPONIE 7 (WIEDERHOLUNGSMESSUNG)	115
6.7	SPURENSTOFFE IN DEN DEPONIESICKERWASSERPROBEN.....	117
6.7.1	DEPONIE 1.....	117
6.7.2	DEPONIE 2.....	120
6.7.3	DEPONIE 3.....	123
6.7.4	DEPONIE 4.....	126
6.7.5	DEPONIE 5.....	129
6.7.6	DEPONIE 6.....	132

INHALT

6.7.7	DEPONIE 7.....	135
6.7.8	DEPONIE 8.....	138
6.7.9	DEPONIE 9 (UNBEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER)	141
6.7.10	DEPONIE 9 (BEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER)	144
6.8	KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER UND IM ZULAUF KOMMUNALER KLÄRANLAGEN	147
6.9	VERGLEICH DER KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER MIT BEWERTUNGSKRITERIEN	151
7	TABELLENVERZEICHNIS.....	156
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	158

SUMMARY

LANDFILL LEACHATE IS THE LIQUID that accumulates at the bottom of a landfill or a compartment. There it is collected and discharged in accordance with the technical rules and regulations. This study examines leachates – mainly from landfills with a high proportion of biodegradable substances (e.g. landfills for household or residual waste). The composition of leachates from such landfills is influenced mainly by biochemical conversion and leaching processes in the waste body. These processes depend on the type and amount of the waste placed in the landfills, as well as on how long the waste has been in the landfill and on how long the waste has been in contact with water. Leachate arises when more water enters the waste body than corresponds to its storage capacity. In many landfills, leachates are discharged to municipal waste water treatment plants. Owing to the composition of these liquids, an influence on the treatment performance of these plants (e.g. removal of organic pollutants or nitrogen by inhibiting the growth of microorganisms and especially nitrification) cannot be excluded.

The aims of the project were, therefore, as follows:

1. examining the inhibition potential of landfill leachate in biological waste water treatment,
2. examining the biodegradability of organic pollutants in landfill leachate and identifying the proportion of refractory components and
3. analysing landfill leachates for substances regulated under the Ordinance on Ecological Quality Objectives for Surface Waters (Chemicals) and for the new priority substances under Directive 2013/39/EU which includes a review of Annex X to the Water Framework Directive.

Untreated leachates from eight landfills have been analysed. With one exception (a landfill for residual waste only), these landfills or compartments contain household or residual waste with a high proportion of biodegradable substances and are still used (after their adaptation to state-of-the-art technology under the Landfill Ordinance 1996) as landfills for mass or residual waste. For one of these landfills both untreated and pre-treated leachate (biological pre-treatment, ultra-filtration, nano-filtration, activated carbon filtration) have been analysed. As mentioned above, the testing programme also included leachate from a landfill for residual waste only.

The inhibition effect was determined respirometrically, i.e. through measurements of the respiration of activated sludge in different parts of leachate. Inhibition threshold diagrams were calculated from individual measuring points and the relative proportions of landfill leachate which had led to a 20 % respiration inhibition were determined. Where the inhibition of biological activity/maximum respiration is 20 % or more the impact is considered to be relevant. Of the leachate with the strongest inhibition effect, a proportion of 3 % sufficed to cause a 20 % inhibition of the maximum respiration. For most of the tested leachates such inhibition was observed at a proportion of 8-12 %. There was one sample where the inhibition effect on maximum respiration did not exceed 20 % even if the proportion of leachate was very high. Compared to the untreated sample, the inhibition effect was found to be considerably lower in the pre-treated leachates, which demonstrates that with pre-treatment, a significant reduction of the inhibition potential can be achieved.

To analyse degradation, a continuous testing approach was used, which maps the co-treatment of landfill leachate in a nitrifying sewage treatment plant very well. For the degradation tests activated sludge from a nitrifying sewage treatment plant was used and the test reactor continuously fed with landfill leachate, with intermittent aeration. During the phases with no aeration the sludge was mixed using magnetic stirrers and a magnetic plate. Samples were taken daily and the COD and TOC concentrations were determined. From the

SUMMARY

difference between the added load and the concentration measured in the drained filtrate it was possible to calculate the removed TOC or COD load. This removal is not only an indication of biodegradability; it also describes removal as a result of decomposition and adsorption on the sludge. In most of the analysed leachate samples a COD and TOC removal in a range from just under 10 to 70 % was achieved. In the pre-treated leachate sample no further decomposition was found. Since the COD concentrations in all of the untreated leachate samples (except for the sample from the landfill with residual waste only) were also above the limit value of the wastewater emission ordinance on landfill leachate for indirect effluents, the requirements of the wastewater emission ordinance on landfill leachate were not complied with in any of the samples. It should be noted, however, that compliance with these requirements can be achieved with appropriate pre-treatment – as shown by the results obtained for the pre-treated leachate sample.

Given the ban on the disposal of wastes containing more than 5 percent by weight of organic carbon (TOC), in force in Austria since 2004 (in some of the federal states since 2009), one can assume that the load of biodegradable organic pollutants in landfill leachate has decreased over the last decade, while the refractory proportion has increased. The degradation tests confirm this, with 30-90 % of refractory COD and TOC. The requirement of a 75 % COD/TOC removal, therefore, no longer corresponds to the current composition of landfill leachate and does not take account of the shift to the higher content of non-degradable or persistent compounds.

More than 100 organic and anorganic micropollutants were analysed in the wastewater samples and numerous substances were detected. In all or nearly almost all samples fluorides, metals, EDTA, PFOS, bisphenol-A, nonylphenols, brominated diphenyl-ethers as well as dibutyltin-compounds were found. These are also the compounds detected in the highest concentration. However it has to be remarked, that the concentrations vary within a very wide range. The results of these analyses will be considered in the revision of the Austrian emissions register.

An assessment based on loads resulted in the observation, that discharges of landfill leachates may influence strongly the total influent load of a municipal wastewater treatment plant. Predominantly metals (e.g. chromium) but also some organic chemicals (e.g. octylphenols, bisphenol-A) might contribute relevant loads to the total influent load of a municipal wastewater treatment plant already at small hydraulic proportions as 1 % leachate referred to the entire raw wastewater amount.

ZUSAMMENFASSUNG

DEPONIESICKERWASSER IST DAS AN DER BASIS einer Deponie bzw. eines Kompartiments anfallende Wasser. Dort wird es entsprechend den technischen Regeln gefasst und abgeleitet. In dieser Studie werden vor allem Sickerwässer untersucht, die aus Deponien mit hohem Anteil biologisch abbaubarer Substanzen stammen (z. B. „Haus- oder Restmülldeponien“). Die Zusammensetzung von Sickerwässern aus derartigen Deponien wird hauptsächlich durch biochemische Umsetzungs- und Auslaugungsprozesse im Deponiekörper beeinflusst, welche ihrerseits von der Art und Menge der abgelagerten Abfälle sowie der Ablagerungsdauer und der Kontaktzeit des Wassers mit dem Abfall abhängig sind. Sickerwasser fällt an, wenn mehr Wasser in den Deponiekörper gelangt als dies seiner Speicherkapazität entspricht. Deponiesickerwässer zahlreicher Deponien werden in kommunale Kläranlagen eingeleitet. Durch die Zusammensetzung dieser Wässer ist ein Einfluss auf die Reinigungsleistung der Kläranlagen, bspw. die Entfernung von organischen Belastungen oder von Stickstoff durch die Hemmung der Mikroorganismen und insbesondere der Nitrifikation, nicht auszuschließen.

Die Ziele des Projektes waren daher,

4. die Untersuchung des Hemmpotentials von Deponiesickerwässern für die biologische Abwasserreinigung,
5. die Untersuchung der Abbaubarkeit der organischen Belastung von Deponiesickerwässern bzw. die Bestimmung des refraktären Anteils und
6. die Untersuchung von Deponiesickerwässern auf die Stoffe der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer und die neuen prioritären Stoffe laut Richtlinie 2013/39/EU, die den Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie neu fasst.

Es wurden unbehandelte Sickerwässer aus acht Deponien untersucht. Dabei handelt es sich mit einer Ausnahme – einer reinen Reststoffdeponie – um Deponien bzw. Kompartimente, die auch Haus- oder Restmüll mit hohem Anteil biologisch abbaubarer Substanzen enthalten und die im Zuge der Anpassung an den Stand der Technik gemäß Deponieverordnung 1996 als Massenabfall- oder Reststoffdeponie weitergeführt wurden. Bei einer dieser Deponien wurden sowohl das unbehandelte Deponiesickerwasser als auch das Sickerwasser nach Vorbehandlung (Biologie, Ultrafiltration, Nanofiltration, Aktivkohlefiltration) analysiert. Wie erwähnt, wurde zusätzlich das Sickerwasser aus einer reinen Reststoffdeponie in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

Die Untersuchung der Hemmwirkung erfolgte respirometrisch mittels Atmungsmessungen von Belebtschlamm bei unterschiedlichen Deponiesickerwasseranteilen. Aus den einzelnen Messpunkten wurden Hemmschwellendiagramme berechnet und die relativen Deponiesickerwasseranteile bestimmt, die zu einer 20 %-igen Hemmung der Stickstoffmaximalatmung geführt haben. Ab einer 20 %-igen Hemmung der biologischen Aktivität/Stickstoffmaximalatmung wird die Beeinträchtigung als relevant bewertet. Das am stärksten hemmende Deponiesickerwasser führte bereits ab einem Anteil von 3 % zu einer Hemmung der Stickstoffmaximalatmung von 20 %. Bei den meisten untersuchten Deponiesickerwässern wurde diese Hemmung ab einem Deponiesickerwasseranteil von 8 bis 12 % beobachtet. Eine Probe zeigte auch bei einem sehr hohen Anteil an Deponiesickerwasser keine Hemmwirkung der Stickstoffmaximalatmung größer 20 %. Das vorbehandelte Deponiesickerwasser zeigte eine deutlich geringere Hemmwirkung als die unbehandelte Probe und belegt, dass durch die Vorbehandlung auch eine deutliche Verringerung des Hemmpotentials erreicht wird.

Für die Untersuchung der Abbaubarkeit wurde ein kontinuierlicher Testansatz gewählt, der die Mitbehandlung von Deponiesickerwasser auf einer nitrifizierenden Kläranlage sehr gut abbildet. Für die

Abbauversuche wurde Belebtschlamm einer nitrifizierenden Kläranlage verwendet und der Testreaktor kontinuierlich mit Deponiesickerwasser beschickt. Die Belüftung erfolgte intermittierend. Während nicht belüfteter Phasen wurde der Schlamm mittels Magnetrührer und Rührplatte gemischt. Täglich wurden Proben gezogen und die CSB- und TOC-Konzentrationen bestimmt. Aus der Differenz der zugeführten Fracht und der gemessenen Konzentration im Ablauf (Filtrat) ist die Berechnung der entfernten TOC- bzw. CSB-Fracht möglich. Die Entfernung gibt nicht nur den biologischen Abbau wieder, sondern beschreibt die Entfernung durch Abbau und Adsorption an den Schlamm. Bei den meisten der untersuchten Deponiesickerwasserproben lag die CSB- und TOC-Entfernung in einem Bereich von knapp 10 bis rund 70 %. In der vorbehandelten Deponiesickerwasserprobe war kein Abbau mehr festzustellen. Da auch die CSB-Konzentrationen in allen unbehandelten Deponiesickerwasserproben, mit Ausnahme jener der reinen Reststoffdeponie, über dem Grenzwert nach AEV Deponiesickerwasser für Indirekteinleitungen lagen, werden die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser in keiner Probe eingehalten. Dazu ist aber anzumerken, dass diese Anforderungen durch eine entsprechende Vorbehandlung erreichbar sind. Dies zeigen die Ergebnisse der behandelten Deponiesickerwasserprobe.

Aufgrund des seit 2004 geltenden Ablagerungsverbot von Abfällen in Österreich (in einigen Bundesländern 2009), deren Anteil an organischem Kohlenstoff (TOC) im Feststoff mehr als fünf Massenprozent beträgt, ist im letzten Jahrzehnt grundsätzlich von einer Verringerung der abbaubaren organischen Fracht und einer relativen Zunahme des refraktären Anteils in Deponiesickerwässern auszugehen. Die Abbauversuche bestätigen dies und zeigen einen refraktären CSB- bzw. TOC-Anteil von 30-90 %. Die Anforderung einer 75 %-igen CSB/TOC-Entfernung spiegelt somit nicht mehr die derzeitige Zusammensetzung von Deponiesickerwässern wider und berücksichtigt die Verschiebung zu höheren Gehalten an nicht bzw. sehr schwer abbaubaren Verbindungen nicht.

In den Deponiesickerwässern wurden über 100 organische und anorganische Spurenstoffe untersucht und zahlreiche dieser Stoffe wurden nachgewiesen. In allen oder fast allen Proben nachweisbar waren Fluoride, Metalle, EDTA, PFOS, Bisphenol-A, Nonylphenole, bromierte Diphenylether und Dibutylzinnverbindungen. Für diese Stoffe (Metalle, EDTA, Fluoride, Bisphenol-A) wurden auch die höchsten Konzentrationen gemessen. Anzumerken ist aber, dass die Konzentrationen in den untersuchten Proben sehr stark schwanken. Diese Messergebnisse werden bei der Neufassung der Emissionsregisterverordnung EmRegV-OW berücksichtigt werden.

Frachtabeschätzungen zeigen, dass Deponiesickerwassereinleitungen die Gesamtfracht im Zulauf einer kommunalen Kläranlage stark beeinflussen können. Vor allem bei Metallen (z.B. Chrom) aber auch bei einigen organischen Verbindungen (z.B. Octylphenole, Bisphenol-A) können über das Deponiesickerwasser bereits bei geringen Abwassermengen (z.B. bei 1 % Deponiesickerwasseranteil bezogen auf die Zulaufabwassermenge) relevante Frachten in eine kommunale Kläranlage eingebracht werden.

1 EINLEITUNG

LAUT DEPONIEVERORDNUNG 2008 (BGBl. II Nr. 39/2008 i.d.g.F.) sind Deponiesickerwässer aller Deponie(unter)klassen mit Ausnahme von Bodenaushubdeponien zu erfassen und gegebenenfalls vor einer Einleitung in Fließgewässer oder in die Kanalisation zu behandeln.

Als Deponiesickerwasser wird Wasser bezeichnet, welches an der Basis einer Deponie bzw. eines Kompartiments anfällt. Dort wird es entsprechend den technischen Regeln gefasst, abgeleitet und einer Behandlung zugeführt. Deponiesickerwasser entsteht beim Durchsickern von Niederschlag durch den Deponiekörper. Niederschlagswasser, das nicht als Oberflächenwasser abgeleitet wird oder verdunstet, infiltriert den Abfallkörper und kommt dort in Kontakt mit den abgelagerten Abfällen. Die Zusammensetzung eines Deponiesickerwassers wird hauptsächlich durch biochemische Umsetzungs- und Auslaugungsprozesse im Deponiekörper beeinflusst, welche ihrerseits von der Art und Menge der abgelagerten Abfälle sowie der Ablagerungsdauer und der Kontaktzeit des Wassers mit dem Abfall abhängig sind. Sickerwasser fällt an, wenn mehr Wasser in den Deponiekörper gelangt als seiner Speicherkapazität entspricht. Ausschlaggebend ist hier nicht ein kurzes Niederschlagsereignis, sondern die Summe der Niederschläge über einen längeren Zeitraum. Aufgrund der zahlreichen, von Deponie zu Deponie variierenden Einflussfaktoren kann der mittlere Sickerwasseranfall nur näherungsweise abgeschätzt werden (Umweltbundesamt, 2010).

Deponiesickerwässer zahlreicher Deponien werden in kommunale Kläranlagen eingeleitet. Durch die Zusammensetzung dieser Wässer ist ein Einfluss auf die Reinigungsleistung der Kläranlagen, bspw. die Entfernung von organischen Belastungen oder von Stickstoff durch die Hemmung der Mikroorganismen und insbesondere der Nitrifikation, nicht auszuschließen.

Wesentliche Ziele des Projektes sind daher, Deponiesickerwässer hinsichtlich ihrer möglichen Auswirkungen auf biologische Kläranlagen und auf die Abbaubarkeit der organischen Belastung zu untersuchen. Weiters ist ein Screening von Sickerwässern auf die Stoffe der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer und die neuen prioritären Stoffe laut Richtlinie 2013/39/EU, die den Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie neu fasst, vorgesehen. Das Ziel ist die Identifikation potentiell relevanter Einzelsubstanzen.

Aus diesen übergeordneten Projektzielen werden verschiedene Teilziele abgeleitet, die im Zuge der unterschiedlichen Arbeitspakete behandelt werden:

- Auswirkungen auf den Betrieb biologischer Kläranlagen bei Indirekteinleitung von Deponiesickerwasser in eine öffentliche Kanalisation (z.B. Hemmung der Nitrifikation) und gegebenenfalls Ableitung erforderlicher Mischungsverhältnisse.
- Entfernungspotential für die organische Belastung des Deponiesickerwassers unter Berücksichtigung einer eventuellen Vorbehandlung.
- Bewertung der derzeitigen Grenzwerte in der AEV Deponiesickerwasser unter Berücksichtigung der vorliegenden Projektergebnisse und auf Basis der Anforderung, dass für Indirekteinleitungen die Wirkung einer (nachgeschalteten) Kläranlage berücksichtigt werden darf, sofern ein insgesamt gleichwertiges Umweltschutzniveau sichergestellt wird und es nicht zu einer höheren Belastung der Umwelt kommt.
- Erfassung der Konzentrationen ausgewählter in der QZV Chemie OG geregelter Stoffe sowie der neuen prioritären Stoffe im Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EU, WFD) im Zuge eines Screenings ausgewählter Deponiesickerwässer.

- Identifikation potentiell relevanter Stoffe mit dem Ziel einer Eingrenzung der Melde- und Messverpflichtung gemäß EmRegV-OW (BGBl. II Nr. 29/2009).

Der Bericht fasst wesentliche gesetzliche Vorgaben zur Erfassung und Behandlung von Sickerwasser aus Abfalldeponien sowie Emissionsbegrenzungen ausgewählter Stoffe bei Einleitung in ein Fließgewässer oder in die öffentliche Kanalisation zusammen (Kapitel 1.1). Abschnitt 1.2 stellt kurz die Situation der Deponien in Österreich dar.

Insgesamt wurden zehn repräsentative Deponien ausgewählt, deren Sickerwässer dem Stoffscreening bzw. den Untersuchungen zu Abbaubarkeit und Hemmung unterzogen wurden. Die Beschreibung der Kriterien für die Auswahl der Deponien, die beprobt wurden sowie das Ergebnis der Deponieauswahl enthält Kapitel 0 des Berichtes. In diesem Abschnitt sind die beprobten Deponien auch kurz beschrieben.

Die Methoden der angewandten chemischen Analytik, der Hemmtests und der Abbaubarkeitstests sind in Abschnitt 0 dargestellt und Abschnitt 4 enthält die Darstellung der Ergebnisse.

1.1 RECHTLICHE VORGABEN

Deponiesickerwasser wird in unterschiedlichen Rechtsmaterien geregelt. Dazu zählen:

- Abfallwirtschaftsgesetz,
- Deponieverordnung,
- Wasserrechtsgesetz,
- allgemeine Abwasseremissionsverordnung ,
- Abwasseremissionsverordnung Deponiesickerwasser.

Neben diesen rechtlichen Vorgaben ist das Regelblatt 31 „Deponiesickerwasser“ des ÖWAV zu nennen, das insbesondere auf Behandlungsmöglichkeiten von Sickerwasser eingeht.

In den folgenden Unterabschnitten sind einerseits wesentliche Bestimmungen aus der Deponieverordnung 2008 (BGBl. II Nr. 39/2008 i.d.g.F.) betreffend Deponiesickerwasser und andererseits die Einleitbestimmungen für Deponiesickerwässer in Fließgewässer oder in eine öffentliche Kanalisation angeführt.

1.1.1 SICKERWASSER AUF DEPONIEN

Die Deponieverordnung enthält mehrere Bestimmungen für die Erfassung, die zulässige Verwendung sowie die Überwachung des Deponiesickerwassers. Die genauen Formulierungen der Deponieverordnung sind im Anhang 6.1 wiedergegeben.

Für alle Deponie(unter)klassen mit Ausnahme von Bodenaushubdeponien ist auf dem Deponierohplanum der Sohl- und Böschungflächen eine Deponiebasisdichtung zu errichten. Weiters ist für diese Deponien ein Basisentwässerungssystem, bestehend aus einem Flächenfilter und darin verlegten Sickerwasserleitungen, zu errichten. Für das aus dem Deponiekörper abgeleitete Deponiesickerwasser ist ein ausreichend dimensioniertes Speicherbecken zu errichten. Es ist sicherzustellen, dass Deponiesickerwasser, verunreinigtes Oberflächenwasser des Deponiekörpers und Kondensat aus dem Deponiegas getrennt von den sonstigen im Deponiebereich anfallenden, nicht verunreinigten Wässern erfasst werden. Dabei sind auch

Deponiesickerwässer aus Kompartimenten verschiedener Deponie(unter)klassen getrennt zu sammeln. Eine Vermischung dieser Wässer mit entsprechenden Wässern anderer Deponie(unter)klassen ist nur dann zulässig, wenn dadurch die Behandlung nicht erschwert wird und bei gemeinsamer Behandlung der gleiche Reinigungseffekt bezogen auf die Schmutzfrachtfremdung erzielt wird wie bei getrennter Behandlung.

Die gesammelten Deponiesickerwässer sind mengenmäßig zu erfassen, regelmäßig zu beproben und zu analysieren. Dabei ist in der Betriebsphase das Deponiesickerwasservolumen monatlich aufzuzeichnen und die Zusammensetzung des Deponiesickerwassers vierteljährlich zu analysieren.

In der Nachsorgephase ist zumindest halbjährlich sowohl das Deponiesickerwasservolumen aufzuzeichnen als auch die Zusammensetzung des Deponiesickerwassers zu analysieren. Ergibt die Auswertung der Daten, dass längere Zeitabstände ebenso angemessen sind, so können sie angepasst werden. Die zu untersuchenden Parameter sind in der Genehmigung festzulegen.

Deponiesickerwasser darf nur zu betrieblichen Zwecken zur Förderung biologischer Abbauprozesse im Deponiekörper und unter definierten Voraussetzungen zur Staubminderung im jeweiligen Kompartiment eingesetzt werden (Deponieverordnung Anhang 3, Punkt 6.3).

1.1.2 EMISSIONSBEGRENZUNGEN FÜR DEPONIESICKERWASSER

Das Wasserrechtsgesetz (WRG) enthält derzeit keine Definition des Begriffs Abwasser. Die Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV) definiert in § 1 Abs. 3 Z. 1 Abwasser als Wasser, das infolge der Verwendung in Aufbereitungs-, Veredelungs-, Weiterverarbeitungs-, Produktions-, Verwertungs-, Konsumations- oder Dienstleistungs- sowie in Kühl-, Lösch-, Reinigungs-, Desinfektions- oder sonstigen nicht natürlichen Prozessen in seinen Eigenschaften derart verändert wird, dass es Gewässer in ihrer Beschaffenheit (§ 30 WRG 1959) zu beeinträchtigen oder zu schädigen vermag. Da bei der Entstehung von Deponiesickerwasser keine Prozesse der Verwendung stattfinden, ist Deponiesickerwasser kein Abwasser im Sinne der Legaldefinition. Da aber zahlreiche Deponiesickerwässer vom Standpunkt des Gewässerschutzes als wesentlich problematischer zu bewerten sind als manche Abwässer, war eine Einbeziehung der Deponiesickerwässer in den Geltungsbereich der Abwasseremissionsverordnungen immer das erklärte Ziel der Wasserwirtschaft. Nach § 1 Abs. 1 AAEV wird daher Deponiesickerwasser mit Abwasser gleich gesetzt und erhält nach § 4 Abs. 2 AAEV eine eigene Spartenverordnung (Umweltbundesamt, 2010).

Die Verordnung über die Begrenzung von Sickerwasseremissionen aus Abfalldeponien (AEV Deponiesickerwasser, BGBl. II Nr. 263/2003 i.d.g.F.) legt für Deponien, in denen Abfälle mit mehr als 5 % organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) abgelagert werden, Emissionsbegrenzungen bei einer Einleitung von Sickerwasser in ein Fließgewässer oder in eine öffentliche Kanalisation fest. Diese Bestimmung umfasst neben Deponien für Kompost, Klärschlamm und Reststoffen aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung („Rottereststoff“ auf Massenabfalldeponien) auch die für diese Studie besonders relevanten Deponien, auf denen bis Ende 2003 (in einigen Bundesländern bis Ende 2008) Haus- oder Restmüll – meist unbehandelt – („gemischter Siedlungsabfall“ gemäß §1 Abs. 1 Z2 AEV Deponiesickerwasser) abgelagert wurde (siehe Kapitel 1.2).

Baurestmassendeponien, Reststoffdeponien oder Inertabfalldeponien sind somit durch die AEV Deponiesickerwasser nicht erfasst. Für diese Deponien ist die Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV; BGBl. Nr. 186/1996 i.d.g.F.) relevant, wobei jedoch für die Parameter Toxizität, Ammoniak und Gesamter gebundener Stickstoff (TNb) die Emissionsbegrenzungen gemäß Anhang A der AEV Deponiesickerwasser gelten.

Die AAEV legt wie die AEV Deponiesickerwasser Emissionsbegrenzungen bei einer Einleitung von Sickerwasser in ein Fließgewässer oder in eine öffentliche Kanalisation fest.

Bei Deponiesickerwassereinleitungen im Rahmen einer Verbandslösung sind die Regelungen der AAEV hinsichtlich Teilströmen und Abwasserherkunftsbereichen im Ablauf der kommunalen Kläranlage einzuhalten.

Bei Umschließung einer Deponie mittels Dichtwänden und innenliegender Wasserhaltung entspricht das abgepumpte Grundwasser einer Mischung aus Deponiesickerwasser und Grundwasser in unterschiedlichsten Mischungsverhältnissen. Für derartige Mischungen ist kein einheitlicher Stand der Behandlungstechnik und darauf aufbauend keine einheitliche Emissionsbegrenzung festgelegt. Derartige Wässer sind deshalb aus dem Geltungsbereich der AAEV und der AEV Deponiesickerwasser ausgenommen. Die Behörde muss individuelle Festlegungen treffen, wobei in manchen Fällen dabei in Anlehnung an die AEV Deponiesickerwasser vorgegangen wurde.

Tabelle 1 stellt ausgewählter Emissionsbegrenzungen der AEV Deponiesickerwasser sowie der AAEV bei Einleitung in eine öffentliche Kanalisation gegenüber.

TABELLE 1: AUSGEWÄHLTE EMISSIONSBEGRENZUNGEN NACH AEV DEPONIESICKERWASSER UND AAEV BEI EINLEITUNG IN EINE ÖFFENTLICHE KANALISATION.

Abwasserinhaltstoff	AEV Deponiesickerwasser	AAEV (für Deponien, die nicht der AEV Deponiesickerwasser unterliegen)
BSB₅	-	-
CSB	- biologischer Abbaugrad von zumindest 75% ¹ - 65% bei Sickerwasser aus Deponien gemäß § 1 Abs. 2 Z 2 oder 3 ² oder Vorreinigung, sodass danach TOC-Gehalt <120 mg/l und CSB-Gehalt <300 mg/l	-
NH₄-N	200 mg/l (50 bei ungeschützten zementgebundenen Werkstoffe im Bereich der öffentlichen Kanalisations- oder Abwasserreinigungsanlage)	Im Einzelfall bei Gefahr von Geruchsbelästigungen oder bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Kanalisations- und Kläranlagenbereich festlegen.

1 z.B. bei Massenabfalldeponien

2 § 1 Abs. 2 Z 2: Deponien für biochemisch stabilisierten Klärschlamm aus der Abwasserreinigung; § 1 Abs. 2 Z 3: Deponien für Kompost

Tabelle 2 stellt ausgewählte Emissionsbegrenzungen der AEV Deponiesickerwasser sowie der AAEV bei Einleitung in ein Fließgewässer gegenüber. Zusätzlich sind die Emissionsbegrenzungen für kommunales Abwasser nach der 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (1. AEVKA, BGBl. 210/1996 i.d.g.F.) angeführt.

TABELLE 2: AUSGEWÄHLTE EMISSIONSBEGRENZUNGEN [MG/L] NACH AEV DEPONIESICKERWASSER, AAEV UND 1. AEVKA BEI EINLEITUNG IN EIN FLIESSGEWÄSSER.

Parameter	AEV Dep. SiWa	AAEV	1. AEV kommunales Abwasser
BSB ₅	10	20	15-25*
CSB	50	75	75-90*
NH ₄ -N	10	10	5-10*

**in Abhängigkeit der Größenklasse der Kläranlage*

Für Ammonium sind die Vorgaben in den verschiedenen Verordnungen ähnlich, wohingegen für CSB unterschiedliche Vorgaben vorliegen. So ist für CSB die AEV Deponiesickerwasser strenger als die AAEV oder 1. AEVka. Die könnte auf den zu erwartenden größeren Umfang an Problem- oder Störstoffen im Deponiesickerwasser zurückzuführen sein. Der Emissionsgrenzwert von 50 mg/l ist durch entsprechende Verfahrenskombinationen erreichbar (siehe Abschnitt 1.3).

1.2 DEPONIE IN ÖSTERREICH

Für die vorliegende Studie sind insbesondere Deponien von Interesse, in denen Abfälle mit hohem Anteil biologisch abbaubarer Substanzen (z. B. Haus- oder Restmüll) abgelagert wurde, und die über technische Einrichtungen zur Erfassung des Sickerwassers verfügen. Wie in Kapitel 1.1.1 ausgeführt, sind gemäß der Deponieverordnung, deren erste Fassung aufgrund der Bestimmungen des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG) im Jahre 1996 verordnet wurde, für alle Deponien in Österreich mit Ausnahme der Bodenaushubdeponien die Sickerwässer zu erfassen und gegebenenfalls in weiterer Folge zu behandeln. Die Anzahl der davon betroffenen Deponien ist bekannt (siehe unten).

Daneben existieren aber auch im Altlastenregime Deponien, bei denen die Sickerwässer – zumindest teilweise – erfasst werden. Dabei handelt es sich um so genannte Altablagerungen (Ablagerungszeitraum vor 1990), die ohne ausreichende technische Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers, d. h. ohne Basisabdichtung und Sickerwassererfassung, und teilweise ohne wasserrechtlichen Konsens errichtet sowie aufgrund der von ihnen ausgehenden erheblichen Gefahr für Mensch oder Umwelt mittels technischer Maßnahmen gesichert wurden. Darunter fallen einerseits Umschließungen, d. h. eine Kombination von Dichtwandssystemen mit hydraulischen Maßnahmen und andererseits reine hydraulische Sicherungen (Absenk- oder Sperrbrunnen). Die Anzahl der Altablagerungen, die mittels derartiger Maßnahmen gesichert sind, ist nicht genau bekannt. Darüber hinaus befinden sich darunter auch aktuell noch betriebene Deponien, sodass eine Überschneidung der unterschiedlichen rechtlichen Regime zu berücksichtigen ist.

Zur Abschätzung der Größenordnung, wie viele Deponien in Österreich über Einrichtungen zur Erfassung des Sickerwassers verfügen und für diese Studie relevant sind, mögen folgende Überlegungen dienen:

Mit Stand 1.1.2014 sind in Österreich 5.061 Altablagerungen bekannt (Umweltbundesamt, 2014a). Davon wurde auf – grob geschätzt – rund 3.300 Hausmüll abgelagert bzw. vermutlich abgelagert. Die Anzahl der Altablagerungen, die mittels oben erwähnter Maßnahmen gesichert wurden, ist auf Grund der damit verbundenen hohen Kosten vergleichsweise gering. Ihre Anzahl kann österreichweit mit maximal 50 abgeschätzt werden.

Besser stellt sich der Wissensstand bezüglich noch in Betrieb befindlicher Deponien dar: 2013 waren rund 920 Deponien in Betrieb (Statusbericht 2014). Der Großteil davon waren Bodenaushubdeponien (ca. 720 Anlagen), gefolgt von Baurestmassendeponien (83 Anlagen), Reststoffdeponien (45 Anlagen), Inertabfalldeponien (36 Anlagen) und Massenabfalldeponien (31 Anlagen). In den als Reststoff- und Massenabfalldeponien geführten Anlagen sind solche Deponien enthalten, auf denen in der Vergangenheit (bis Ende 2003 bzw. in einigen Bundesländern bis Ende 2008) Haus- oder Restmüll – meist unbehandelt –

abgelagert wurde. Allerdings sind in diesen Zahlen wiederum jene Deponien nicht enthalten, auf denen die Ablagerungstätigkeit bereits eingestellt wurde und die sich bereits in der Nachsorgephase befinden. Grundsätzlich kann sich die Anlagenanzahl der in Betrieb befindlichen Anlagen sehr rasch ändern. Vor allem in den 1990er-Jahren wurden aufgrund der damals in Kraft getretenen neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen in der Abfallwirtschaft (AWG, Deponieverordnung) zahlreiche Deponien geschlossen. So waren z. B. im Jahr 1990 noch 160 „Hausmülldeponien“ in Betrieb. Bereits drei Jahre später waren es nur noch 121 Anlagen und 1996 nur noch 61 Anlagen. Von diesen verfügten zum damaligen Zeitpunkt 57 Deponien über eine Sickerwassererfassung (Umweltbundesamt, 1998).

Zusammenfassend kann auf Basis der dargelegten aktuellen und historischen Daten und unter Berücksichtigung der beschriebenen Überschneidungen die Anzahl von Deponien und Altablagerungen, in denen Haus- oder Restmüll oder ähnliche Abfälle mit hohem Anteil biologisch abbaubarer Substanzen abgelagert wurden und die über eine Sickerwassererfassung oder eine Umschließung bzw. hydraulische Sicherung verfügen und damit für die gegenständliche Studie relevant sind, grob mit 100 Deponien abgeschätzt werden. In Hinblick auf die folgenden Ausführungen ist zu beachten, dass derartige Deponien, sofern sie an den Stand der Technik gemäß Deponieverordnung 1996 angepasst wurden, als Massenabfall- oder Reststoffdeponie weitergeführt wurden und in dieser Studie den rechtlichen Vorgaben entsprechend auch als solche bezeichnet werden, obwohl sie auch Haus- oder Restmüll in zum Teil beträchtlichem Ausmaß enthalten.

1.3 BEHANDLUNG VON DEPONIESICKERWASSER

Es sind viele Verfahrensmöglichkeiten zur Behandlung von Deponiesickerwasser vorhanden. Die Behandlungsverfahren gliedern sich in physikalische (z.B. Strippung, Filtration), chemische (z.B. Oxidation, Neutralisation), chemisch-physikalische (z.B. Adsorption, Flockung/Fällung, Ionenaustausch), thermische (z.B. Eindampfung) und biologische Verfahren. Zumeist werden mehrere Verfahren miteinander kombiniert, um die erforderliche Reinigungsleistung zu erzielen.

Das ÖWAV Regelblatt Nr. 31 (ÖWAV, 2000) und Umweltbundesamt (2010) beschreiben unterschiedliche Anlagen mit den folgenden Verfahrenskombinationen;

- Physikalische Behandlung mit Umkehrosmose;
- Biologisch-physikalische Behandlung mittels Biologie (Nitrifikation und Denitrifikation), Neutralisation, Mikrofiltration und Umkehrosmose;
- Biologisch-chemisch-physikalische Behandlung mittels Biologie (Nitrifikation und Denitrifikation), Fällung/Flockung, Neutralisation und Aktivkohleabsorption.

Die beschriebenen Anlagen halten die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser für die Direkteinleitung in ein Oberflächengewässer ein. Diese Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser stellen die numerischen Mindestanforderungen nach dem Stand der Technik dar. Der Stand der Technik meint generell ein bestimmtes technologisches Niveau, dessen Verfahren sich in der praktischen Anwendung bewährt haben und deren wirtschaftliche Durchführbarkeit gewährleistet ist (Hermanns-Stengele und Moser, 2012).

Die angeführten Verfahrenskombinationen erlauben nachweislich die Einhaltung der numerischen Anforderungen der AEV Deponiesickerwasser und entsprechen somit dem Stand der Technik. Die erreichbaren Ablaufwerte sind den Anlagen zum ÖWAV Regelblatt Nr. 31 (ÖWAV, 2000) entnommen und in Tabelle 3 zusammengefasst.

TABELLE 3: ABLAUFWERTE VERSCHIEDENER VERFAHRENSKOMBINATIONEN ZUR BEHANDLUNG VON DEPONIESICKERWASSER AUS MASSENABFALLDEPONIEEN (VERFAHRENSKOMBINATIONEN: A...PHYSIKALISCHE BEHANDLUNG MIT UMKEHROSMOSE, B...BIOLOGISCH-PHYSIKALISCHE BEHANDLUNG MIT UMKEHROSMOSE UND C...BIOLOGISCH-CHEMISCH-PHYSIKALISCHE BEHANDLUNG).

	Verfahrenskombination		
	A	B	C*
Anlagenanzahl	3	2	2
CSB	<15	<15-29	<50-<200
BSB₅	<10	<3-3	<10
NH₄-N	1,4-6,2	<0,2-1,8	0,8-<10
NO₃-N	<0,2	-	-
AOX	<0,01	<0,01	<0,5
Summe KW	<0,05	-	-
Metalle (Cu, Cr, Ni, Pb, Zn)	<0,005	-	<0,5

* die Anlagen halten die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser ein, geben aber keine Messwerte für den Ablauf an. Eine der zwei Behandlungsanlagen leitet das gereinigte Abwasser in eine Kanalisation (Indirekteinleitung).

2 DEPONIEAUSWAHL

DIE DEPONIEAUSWAHL ERFOLGTE MITTELS EINER LITERATURSTUDIE.

Wesentliche Datengrundlage stellt dabei eine Studie des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2010) dar. In dieser Studie wurden von Deponiebetreibern Daten über die Sickerwassererfassung und -behandlung in den Jahren 2002 bis 2007 zur Verfügung gestellt. Im Wesentlichen wurden dabei die anfallenden Sickerwassermengen, die Konzentrationen an BSB₅, CSB, TOC, NH₄-N, pH und Leitfähigkeit, der Behandlungsort des anfallenden Sickerwassers (am Standort, Kläranlage) sowie die Behandlungstechnologie und Behandlungskosten erhoben.

Insgesamt wurden Datensätze von 35 Deponieanlagen, davon 29 Deponien mit Kompartiment(en) für Massenabfall, teilweise auch für Reststoffe (siehe dazu die begriffliche Erläuterung im letzten Absatz des Kapitels 1.2), drei reine Reststoffdeponien und drei Baurestmassendeponien ausgewertet.

Weiters wurden für die Deponieauswahl Studien berücksichtigt, die die Deponiegaserfassung in Österreich behandeln (Umweltbundesamt, 2008; Umweltbundesamt, 2014b; Laner, 2011).

Im Zuge der Erarbeitung der Auswahlkriterien wurden zudem Gespräche mit einem Experten an der TU Wien (Prof. Fellner) geführt, der seit mehreren Jahren Studien über das Langfristverhalten von Deponien durchführt.

Da auch die Betreiber von Baurestmassen- und Reststoffdeponien verpflichtet sind, die Sickerwässer zu erfassen und gegebenenfalls vor einer Einleitung in Fließgewässer oder in die Kanalisation zu reinigen, wurde zur Erweiterung der Datenbasis dieser Kategorien auch weitere Literatur herangezogen, um typische Belastungen von Sickerwässern dieser Deponieunterklassen zu erheben.

Die Auswahl der Deponien erfolgt anhand verschiedener Kriterien, die in den folgenden Kapiteln näher dargestellt werden.

2.1 KRITERIEN FÜR DIE DEPONIEAUSWAHL

Die Auswahl der Deponien erfolgte anhand mehrerer Kriterien:

- Gehalte an CSB, BSB₅ und NH₄-N im Sickerwasser,
- Verhältnis von BSB₅ zu CSB,
- Verhältnis von NH₄-N zu BSB₅,
- Verhältnis Sickerwassermenge zur behandelten Abwassermenge in der Kläranlage.

Die Daten wurden einer Studie des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2010) sowie den Betreibermeldungen in Emissionsregister Oberflächengewässer (EMREG-OW) entnommen. Zusätzlich sollte ein relativ ausgeglichenes Bundesländerverhältnis angestrebt werden. Es wurde auch versucht, den Deponiegasanfall bei der Anlagenauswahl zu berücksichtigen.

Das Ziel der Studie ist einen allgemeinen Überblick über die Auswirkung von Deponiesickerwassereinleitungen auf kommunale Kläranlagen sowie zur Zusammensetzung von Deponiesickerwässern zu erhalten. Um Rückschlüsse von Einzelergebnissen auf die beprobten Deponien zu vermeiden, sind die Deponien in den folgenden Abschnitten in anonymisierter Form dargestellt.

2.1.1 GEHALTE AN CSB, BSB5 UND NH4-N IM DEPONIESICKERWASSER

Wesentliches Kriterium für die Auswahl der Deponien sind die durchschnittlichen Konzentrationen insbesondere an CSB, da dieser Parameter in diesem Projekt im Vordergrund steht, aber auch die BSB5- und die NH4-N-Konzentration.

Als Auswahlkriterium für die Deponien werden möglichst hohe Konzentrationen herangezogen.

In Tabelle 4 sind die Deponien nach der Größe der CSB-Konzentration geordnet. Zusätzlich sind die jeweils drei höchsten Konzentrationen an BSB5 und NH4-N hervorgehoben.

TABELLE 4: BSB5, CSB UND NH4-N-KONZENTRATIONEN 2007 (UMWELTBUNDESAMT, 2010).

Deponie	Vertikale Umschließung	BSB ₅ [mg/l]	CSB [mg/l]	NH ₄ -N [mg/l]
Deponie A*	-	5.491	14.027	2.638
Deponie B*	-	1.800	6.786	86
Deponie C*	-	140	4.380	-
Deponie D*	x	1.850	3.995	701
Deponie E*	-	140	2.980	810
Deponie F	-	-	2.828	1.288
Deponie G	-	857	2.530	965
Deponie H*	-	89	2.181	2.047
Deponie I*	-	-	2.000	400
Deponie J	-	268	1.898	609
Deponie K*	-	285	1.790	631
Deponie L	-	-	1.505	278
Deponie M	x	90	1.150	608
Deponie N	-	55	945	259
Deponie O	-	132	891	392
Deponie P	-	80	860	380
Deponie Q	-	58	815	295
Deponie R	-	-	608	-
Deponie S	-	24	566	250
Deponie T	x	131	488	268
Deponie U	-	14	354	-
Deponie V	x	11	315	230
Deponie W	x	78	310	
Deponie X	-	29	231	25
Deponie Y*	-	-	215	38
Deponie Z	x	25	124	112
Deponie AA	-	33	115	84
Deponie AB	-	2	29	0,05
Deponie AC	-	2	15	-
Deponie AD	-	-	-	2,65
Deponie AE	-	-	-	0,97
Deponie AF	-	-	-	1,86

* Für die Beprobung ausgewählte Deponien.

Von den anderen Deponien liegen keine Daten vor.

Im Vergleich dazu, enthält Tabelle 5 die Ergebnisse aus zwei anderen Literaturquellen (LANUV, 2010; Laner, 2011). Die Konzentrationen von BSB5, CSB und NH4-N im Sickerwasser schwanken über einen weiten Bereich.

TABELLE 5: SICKERWASSERKONZENTRATIONEN [MG/L] IN MASSENABFALLDEPONIEEN.

Parameter	Laner (2011)			LANUV (2010)		
	min-max	Mittel	Anzahl	Median	75%Quantil	Anzahl
BSB₅	3-32.000	1.581	964	-	-	-
CSB gesamt	18-57.000	4.203	1.152	1.300	3.809	55
NH₄-N	1,1-6.200	1.045	1.284	615	1.149	55

2.1.2 VERHÄLTNIS VON BSB5 ZU CSB IM DEPONIESICKERWASSER

Als Auswahlkriterium für die Deponien werden sowohl geringe als auch hohe Verhältnisse zwischen BSB5 und CSB herangezogen. Hohe BSB5-Anteile zeigen i.A. an, dass die Abfälle, bzw. größere Teile davon noch vor relativ kurzer Zeit abgelagert wurden und der Abbau der organischen Substanz noch vergleichsweise gering fortgeschritten ist. Je älter die Ablagerung bzw. je weiter der Abbau der organischen Masse fortgeschritten ist, desto geringer sind die Konzentrationen im Vergleich zum CSB und desto kleiner das Verhältnis von BSB5 zu CSB.

Tabelle 6 zeigt diese BSB5 zu CSB Verhältnisse für die auswertbaren Deponien. Von den anderen Deponien lag entweder die BSB5-Konzentration oder die CSB-Konzentration nicht vor. Diese werden deshalb nicht angeführt.

TABELLE 6: VERHÄLTNIS BSB5 / CSB 2007 (UMWELTBUNDESAMT, 2010).

Name der Deponie	Vertikale Umschließung	BSB ₅ / CSB [%]
Deponie D*	x	46,3
Deponie A*		39,1
Deponie G	-	33,9
Deponie AA	-	28,7
Deponie T	x	26,8
Deponie B*	-	26,5
Deponie W	x	25,2
Deponie Z	x	20,2
Deponie K*	x	15,9
Deponie O	-	14,8
Deponie J	-	14,1
Deponie AC	-	13,3
Deponie W	-	12,6
Deponie P	-	9,3
Deponie M	x	7,8
Deponie Q	-	7,1
Deponie AB	-	6,9
Deponie N	-	5,8
Deponie E*	-	4,7
Deponie S	-	4,2
Deponie H*	-	4,1
Deponie U	-	4,0
Deponie V	x	3,5
Deponie C*	-	3,2

* Für die Beprobung ausgewählte Deponien.

2.1.3 VERHÄLTNIS VON NH4-N ZU BSB5 IM DEPONIESICKERWASSER

Das Verhältnis von NH₄-N zu BSB5 im Deponiesickerwasser unterscheidet sich sehr wesentlich vom Verhältnis in kommunalem Abwasser. Während im Normalfall bei kommunalem Abwasser die BSB5-

DEPONIEAUSWAHL

Konzentration 5- bis 6-fach höher liegt als die NH₄-N-Konzentration, ist bei Deponiesickerwässern die NH₄-N Konzentration wesentlich höher als die BSB₅-Konzentration.

Als Auswahlkriterium für die Deponien werden möglichst hohe Verhältnisse von NH₄-N zu BSB₅ herangezogen.

Bei großen Anteilen an Deponiesickerwässern im Zulauf kommunaler Kläranlagen könnten die hohen NH₄-N Konzentrationen in der Kläranlage zu einer Verringerung der Stickstoffentfernung führen, wenn nicht ausreichend organische Substanz für die Denitrifikation zur Verfügung steht. Bei stoßweisen größeren Deponiesickerwassereinträgen könnte außerdem die Nitrifikationskapazität kurzfristig nicht ausreichen.

Tabelle 7 enthält die Verhältnisse von NH₄-N zu BSB₅ für die bewerteten Deponien. Von den anderen Deponien fehlte entweder die BSB₅- oder die NH₄-N-Konzentration. Diese werden deshalb nicht angeführt.

TABELLE 7: VERHÄLTNIS NH₄-N / BSB₅ IN % 2007 (UMWELTBUNDESAMT, 2010).

Name der Deponie	Vertikale Umschließung	NH ₄ -N / BSB ₅ [%]
Deponie H*	-	2.300
Deponie V	x	2.091
Deponie S	-	1.042
Deponie M	x	676
Deponie E*	-	579
Deponie Q	-	509
Deponie P	-	475
Deponie N	-	471
Deponie Z	x	448
Deponie O	-	297
Deponie AA	-	255
Deponie J	-	227
Deponie K*	x	221
Deponie T	x	205
Deponie G	-	113
Deponie W	-	86
Deponie A*	-	48
Deponie D*	x	38
Deponie B*	-	5

* Für die Beprobung ausgewählte Deponien.

2.1.4 VERHÄLTNIS VON SICKERWASSERMENGE ZU ABWASSERMENGE

Je höher der Anteil an Sickerwasser am Gesamtzulauf zur Kläranlage ist, desto größer sind die möglichen Auswirkungen auf die Kläranlage in Hinblick auf eine Nitrifikationshemmung oder für die Stickstoffentfernung.

Als Kriterium wurde das Verhältnis zwischen dem Anfall an Deponiesickerwasser zur behandelten Abwassermenge im Jahr 2007 herangezogen. Dazu wurden die Deponien, die Deponiesickerwässer in eine öffentliche Kanalisation einleiten, den entsprechenden kommunalen Kläranlagen zugeordnet. Die behandelten Abwassermengen dieser kommunalen Kläranlagen wurden der Kläranlagendatenbank entnommen.

Der Anteil von Deponiesickerwasser am Gesamtabwasser im Zulauf der einzelnen Kläranlagen schwankt in einem sehr weiten Bereich (von ca. 0,01 % bis zu 3 %). Bei den meisten Deponien ist die behandelte Abwassermenge mehr als 100-mal größer als die zugeleitete Sickerwassermenge.

Tabelle 8 enthält den relativen Anteil des Deponiesickerwassers am Kläranlagenzulauf für die bewerteten Deponien.

TABELLE 8: VERHÄLTNIS SICKERWASSERMENGE / ABWASSERMENGE 2007 (UMWELTBUNDESAMT, 2010; KLÄRANLAGENDATENBANK).

Name der Deponie	Vertikale Umschließung	Verhältnis SiWa zu Abwassermenge [%]
Deponie F	-	3,12
Deponie P	-	2,12
Deponie C*	-	1,13
Deponie K*	x	0,65
Deponie T	x	0,59
Deponie N	-	0,58
Deponie A**; **	-	0,51
Deponie U	-	0,24
Deponie I*	-	0,15
Deponie D**; **	x	0,14
Deponie V	x	0,14
Deponie W	x	0,13
Deponie E*	-	0,05
Deponie H*	-	0,01

* Für die Beprobung ausgewählte Deponien.

** Sickerwasserbehandlung am Standort bzw. vor Zuleitung zur Kläranlage.

2.1.5 DEPONIEGASBILDUNG

Eine hohe spezifische Deponiegasbildung (m^3 Deponiegas pro Tonne abgelagerten Abfalles) lässt auf eine rege Abbautätigkeit in der Deponie schließen. Es gibt keine Literatur oder Datenbank, aus der die Masse der insgesamt abgelagerten Abfälle, oder gar der abgelagerten Abfallarten, auf einem Deponiestandort, aus dem Deponiegas abgesaugt wird, entnommen werden kann. In Umweltbundesamt (2014b) liegen für 37 Massenabfalldeponien Daten über die erfassten Deponiegasmengen vor, bzw. weisen eine erfasste Gasmenge von mehr als 0 m^3 aus. Von zwölf davon lagen unveröffentlichte, nicht geprüfte Werte über abgelagerte Abfallmengen vor. Aus den verfügbaren Daten wurde die spezifische Gasbildung berechnet. Dabei wurden mehrfach unplausibel hohe Werte bestimmt wurden. Aufgrund der lückenhaften Datenbasis und der Unsicherheiten in den verfügbaren Daten wurde die Deponiegasmenge nicht als Auswahlkriterium berücksichtigt.

2.2 RESTSTOFF- UND BAURESTMASSEDEPONIE

Auch Sickerwässer von Reststoff- und von Baurestmassendeponien müssen erfasst und gegebenenfalls vor Einleitung in eine öffentliche Kanalisation oder in einen Vorfluter behandelt werden (siehe Kapitel 1.1.1). In den beiden folgenden Kapiteln wird zur Erweiterung der Datenbasis eine kurze Literaturübersicht gegeben sowie ein Vorschlag gemacht, ob eine der beiden Deponieunterklassen in die Untersuchung einbezogen werden soll.

2.2.1 RESTSTOFFDEPONIE

Gemäss Deponieverordnung 2008 dürfen auf Reststoffdeponien nur Abfälle abgelagert werden, die einen TOC-Gehalt von fünf Massenprozent (M.-%) unterschreiten (z. B. Müllverbrennungsschlacken). Literaturwerte zeigen (siehe Tabelle 9 und Tabelle 10), dass trotz dieser TOC-Begrenzung auch im Sickerwasser von Reststoffdeponien hohe CSB-Gehalte auftreten können. Nichtsdestotrotz sind diese CSB-

Konzentrationen deutlich niedriger als bei Massenabfalldeponien und die BSB5-Konzentrationen sind erwartungsgemäß sehr niedrig.

Tabelle 9 und Tabelle 10 fassen Literaturwerte für BSB5, CSB und NH4-N in Sickerwässern aus Schlacken- und Reststoffdeponien zusammen (Daten aus Umweltbundesamt, 2010; Laner, 2011 und BAFU, 2012).

TABELLE 9: KONZENTRATIONEN [MG/L] FÜR BSB5, CSB UND NH4-N IN SICKERWÄSSERN AUS SCHLACKEN- UND RESTSTOFFDEPONIEEN.

Parameter [mg/l]	Umweltbundesamt 2010					
	Anlage 1		Anlage 2		Anlage 3	
	min-max	Mittel	min-max	Mittel	min-max	Mittel
BSB₅	2-53	19	-	-	-	-
CSB gesamt	15-98	51	30-109	63	158-280	204
NH₄-N	-	-	0,9-1,6	1,15	36-334	146

TABELLE 10: KONZENTRATIONEN [MG/L] FÜR BSB5, CSB UND NH4-N IN SICKERWÄSSERN AUS SCHLACKEN- UND RESTSTOFFDEPONIEEN.

Parameter [mg/l]	Laner 2011			BAFU 2012		
	min-max	Mittelwert	Anzahl	min-max	Median	Anzahl
Schlackedeponien						
BSB₅	-	-	-	5-120	19	23
CSB gesamt	67-1.830	397,4	45	84-373	114	14
NH₄-N	0,02-180	44,85	139	0,002-328	11,7	113
Reststoffdeponien						
BSB₅	-	-	-	7,8-7,8	7,8	1
CSB gesamt	-	-	-	24-222	88,5	40
NH₄-N	-	-	-	0,0077-47,6	0,35	88

Auf Grund der relativ hohen CSB-Belastung der Abwässer wird vorgeschlagen, eine Reststoffdeponie in die Untersuchungen im Rahmen des Projektes aufzunehmen.

2.2.2 BAURESTMASSENDAPONIEN

Im Jahr 2013 wurden rund 2,36 Mio. Tonnen Abfälle auf Baurestmassendeponien abgelagert. Dies ist mehr als auf den Reststoff- und Massenabfalldeponien zusammen (Statusbericht, 2014). Mengenmäßig kommt deshalb diesem Deponietyp Bedeutung zu. Bei vorgabengemäßer Entsorgung ist bei Baurestmassendeponien generell davon auszugehen, dass diese im Hinblick auf die Gefährdung von Mensch und Umwelt von geringerer Bedeutung als Massenabfalldeponien sind. Gemäß Deponieverordnung 2008 dürfen Abfälle, die auf Baurestmassendeponien gelangen, einen TOC-Gehalt von maximal 3 M.-% aufweisen. Analog zu Reststoffdeponien ist daher grundsätzlich mit geringen organischen Sickerwasserbelastungen zu rechnen.

Es gibt allerdings nur wenige internationale Studien, die Angaben über die Sickerwasserqualität von Baurestmassendeponien machen. Zusätzlich ist zu beachten, wann die Abfälle und in welchem Land sie abgelagert wurden, da sich die Rechtsvorschriften, z. B. welche Abfälle als „Baurestmassen“ gelten, je nach Ablagerungszeitraum und Land deutlich unterscheiden können.

So werden beispielsweise auf US-amerikanischen Baurestmassendeponien primär unsortierte Bauabfälle mit relevanten Anteilen an Holz, Vegetabilien und Kartonagen abgelagert (Townsend et al. 1999, zitiert in Laner, 2011), was eine Übertragung auf österreichische Baurestmassendeponien (nach Deponieverordnung 2008) nicht zulässt.

In Umweltbundesamt (2010) liegen nur Angaben von drei Anlagen vor, wobei nur zwei davon Angaben zur Zusammensetzung des Deponiesickerwassers machen (siehe Tabelle 11).

TABELLE 11: KONZENTRATIONEN [MG/L] FÜR BSB₅, CSB UND NH₄-N IN SICKERWÄSSERN AUS BAURESTMASSEDEPONIEEN.

Parameter [mg/l]	Stegmann et al. 2006		Umweltbundesamt 2010		
	min-max	min-max	Anlage 1 Mittel	Anlage 2 min-max	Anlage 2 Mittel
BSB ₅	-	2-5	3	-	-
CSB gesamt	100-250	16-41	25	18-57	33
NH ₄ -N	< 30	0,05-0,2	0,11	0,03-0,06	0,05

Die Konzentrationen der Parameter BSB₅, CSB und NH₄-N liegen unter denjenigen für Reststoffdeponien. In Hinblick auf die beschränkte Anzahl an Deponiesickerwässern, die in die Untersuchung aufgenommen werden können, wird daher keine Baurestmassendeponie in die Studie aufgenommen.

2.3 ERGEBNIS DER DEPONIEAUSWAHL UND AUSWAHL FÜR DAS UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Aufgrund der dargestellten Kriterien und der zusätzlichen Literaturrecherche wurden mehrere Vorschläge erarbeitet, an welchen Deponien Sickerwässer im Rahmen des Projektes beprobt, analysiert und entsprechende Versuche durchgeführt werden sollen. Insgesamt wurden vier sich großteils überlappende Vorschläge erarbeitet:

- Vorschlag 1: Untersuchung von zehn Massenabfalldeponien;
- Vorschlag 2: Untersuchung von neun Massenabfalldeponien und einer Reststoffdeponie;
- Vorschlag 3: Untersuchung von neun Massenabfalldeponien. Bei einer Massenabfalldeponie mit Deponiesickerwasserbehandlung am Standort sollen sowohl der Zulauf als auch der Ablauf dieser Behandlungsstufe beprobt werden, um Rückschlüsse auf die Abscheideleistung der Behandlungsanlage für die untersuchten Parameter zu ermöglichen;
- Vorschlag 4: Untersuchung von acht Massenabfalldeponien und einer Reststoffdeponie. Bei einer Massenabfalldeponie mit Deponiesickerwasserbehandlung am Standort werden sowohl der Zulauf als auch der Ablauf dieser Behandlungsstufe beprobt, um Rückschlüsse auf die Abscheideleistung der Behandlungsanlage für die untersuchten Parameter zu ermöglichen.

Diese Vorschläge wurden im Rahmen der 45. Sitzung des Bund-Bundesländer-Arbeitskreises „Emissionen und diesbezügliche Maßnahmen“ am 12. November 2014 vorgestellt und gemeinsam mit den Auftraggebern diskutiert. Um Anmerkungen bzw. Rückmeldungen zu den Vorschlägen durch die TeilnehmerInnen bzw. deren Dienststellen innerhalb einer definierten Frist wurde ersucht.

Auf Grund der eingegangenen Rückmeldungen wird für die Beprobung und die geplanten Analysen und Versuche „Vorschlag 4“ gewählt. Demnach wurden acht Deponien mit Kompartiment(en) für Massenabfall, teilweise auch für Reststoffe und eine Reststoffdeponie in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Eine der acht Deponien mit einem Massenabfallkompartiment führt eine Behandlung des Deponiesickerwassers am Standort mittels einer Biomembrananlage und einer Aktivkohlefiltration durch. Bei dieser Deponie wurden sowohl Zu- als auch Ablauf dieser Deponiesickerwasserbehandlung beprobt. Das behandelte Deponiesickerwasser wird in die öffentliche Kanalisation einleitet.

Die ausgewählten Deponien wurden bezüglich einer Teilnahme an dem Untersuchungsprogramm kontaktiert und mit einer Ausnahme haben alle Deponiebetreiber ihre Teilnahme zugesichert. Für die ausgefallene Deponie wurde unter Anwendung der zuvor genannten Kriterien ein Alternativvorschlag entwickelt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in anonymisierter Form dargestellt.

Tabelle 12 enthält eine Zusammenfassung der Auswahlkriterien für die Deponien, die beprobt und deren Sickerwässer weiter untersucht wurden. Die Deponien 2 und 8 verfügen über eine vertikale Umschließung.

TABELLE 12: ZUSAMMENFASSUNG DER AUSGEWÄHLTEN DEPONIEEN, DIE IM RAHMEN DES UNTERSUCHUNGSPROGRAMMES BEPROBT WURDEN (V.U. DEPONIE MIT VERTIKALER UMSCHLIESSUNG).

Deponie	Deponieklasse*	v.U.	Kriterien für Auswahl
Deponie 1	Massenabfalldeponie	-	NH ₄ -N/BSB ₅ , BSB ₅ /CSB, CSB
Deponie 2	Massenabfalldeponie	X	BSB ₅ , CSB, BSB ₅ /CSB
Deponie 3	Reststoffdeponie	-	CSB
Deponie 4	Massenabfalldeponie	-	BSB ₅ /CSB, CSB, SiWa/Gesamtzulauf ARA
Deponie 5	Massenabfalldeponie	-	NH ₄ -N, NH ₄ -N/BSB ₅ , BSB ₅ /CSB
Deponie 6	Massenabfalldeponie	-	CSB, NH ₄ -N
Deponie 7	Massenabfalldeponie	-	CSB, BSB ₅
Deponie 8	Massenabfalldeponie	X	NH ₄ -N, SiWa-Menge/ Gesamtzulauf ARA, CSB
Deponie 9	Massenabfalldeponie	-	BSB ₅ , CSB, NH ₄ -N, BSB ₅ /CSB

* zur Deponieklasse, siehe die begriffliche Erläuterung im letzten Absatz des Kapitels 1.2.

2.4 KURZBESCHREIBUNG DER BEPROBTEN DEPONIEEN

2.4.1 DEPONIE 1

Deponie 1 umfasst zwei Massenabfallkompartimente, von denen eines in Betrieb und eines außer Betrieb ist, sowie ein Baurestmassenkompartiment. Alle Bereiche der Deponie in denen Abfall abgelagert wurde/wird, verfügen über eine Basisabdichtung und eine Sickerwassererfassung. Die Sickerwässer der verschiedenen Kompartimente werden gemeinsam gespeichert. Die Sickerwasserprobe aus Deponie 1 ist somit eine Mischung von Sickerwässern aus den Massenabfallkompartimenten und dem Baurestmassenkompartiment.

Das unbehandelte Deponiesickerwasser wird teilweise zu betrieblichen Zwecken zur Förderung der biologischen Abbauprozesse im Deponiekörper verwendet. Das restliche Deponiesickerwasser wird einer kommunalen Kläranlage zugeführt.

Tabelle 13 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB₅, PO₄-P, NH₄-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt (siehe Datenerhebungsblatt in Anhang). Die meisten der untersuchten Parameter zeigen eine gute Übereinstimmung. Die gemessene BSB₅-Konzentration in der untersuchten Sickerwasserprobe liegt aber deutlich unter den Vergleichswerten. Anzumerken ist dazu aber auch, dass die durchschnittlichen Jahreskonzentrationen aus den Daten der Anlagenbetreiber sehr stark schwanken (145 bis 886 mg/l).

TABELLE 13: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 1 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	5.360-10.520
Q_{Sickerwasser}/Q_{ARA-ZU}	-	-	0,00047-0,00067

Temperatur	°C	-	Keine Messung verfügbar
pH-Wert	-	8,2	Keine Messung verfügbar
Leitfähigkeit	µS/cm	13.700	Keine Messung verfügbar
CSB	mg/l	1.849	2.052-3.587
TOC	mg/l	856	-
BSB₅	mg/l	31	145-886
PO₄-P	mg/l	3,8	-
NH₄-N	mg/l	532	445-935
NO_x-N	mg/l	3,1	-
NO₂-N	mg/l	0,4	-
N_{ges}	mg/l	666	-

2.4.2 DEPONIE 2

Deponie 2 umfasst drei Massenabfallkompartimente, von denen eines in Betrieb ist und zwei außer Betrieb sind sowie zwei Reststoffkompartimente, die beide noch in Betrieb sind. Alle Bereiche der Deponie in denen Abfall abgelagert wurde/wird, verfügen über eine Basisabdichtung und eine Sickerwassererfassung. Die Sickerwässer der verschiedenen Kompartimente werden gemeinsam gespeichert. Die Sickerwasserprobe aus Deponie 2 ist somit eine Mischung von Sickerwässern aus den Massenabfallkompartimenten und dem Reststoffkompartimenten, wobei rund 80 % der Sickerwassermenge aus den Massenabfallkompartimenten stammen. Das Deponiesickerwasser wird am Standort gemeinsam mit anderen hochbelasteten betrieblichen Abwässern vorbehandelt. Die Vorbehandlung erfolgt in einer biologischen Abwasserbehandlungsanlage mit Feststoffabtrennung und Stickstoffentfernung über Nitrifikation und Denitrifikation. Das vorbehandelte Sickerwasser wird in eine kommunale Kläranlage eingeleitet.

Tabelle 14 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB₅, PO₄-P, NH₄-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Die meisten der untersuchten Parameter zeigen eine gute Übereinstimmung. Die gemessene BSB₅-Konzentration in der untersuchten Sickerwasserprobe liegt aber deutlich unter den Vergleichswerten.

TABELLE 14: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 2 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	17.695-24.769
Q_{Sickerwasser}/Q_{ARA-ZU}	-	-	0,00057-0,00079
Temperatur	°C	11,8	-
pH-Wert	-	8,2	-
Leitfähigkeit	µS/cm	9870	-
CSB	mg/l	2.600	1.994-6.119
TOC	mg/l	1.235	-
BSB₅	mg/l	34	625-2.325
PO₄-P	mg/l	5,4	-
NH₄-N	mg/l	460	461-746
NO_x-N	mg/l	22	-
NO₂-N	mg/l	0,6	-
N_{ges}	mg/l	685	-

2.4.3 DEPONIE 3

Deponie 3 umfasst ein Reststoffkompartiment, das in Betrieb ist. Alle Bereiche der Deponie, in denen Abfall abgelagert wurde/wird, verfügen über eine Basisabdichtung und eine Sickerwassererfassung. Das Deponiesickerwasser wird teilweise zur Staubminderung verwendet und am Standort vorbehandelt. Die Vorbehandlung erfolgt in einer Abwasserbehandlungsanlage gemeinsam mit Abwässern aus der Rauchgasreinigung. Schwermetalle werden als Sulfide gefällt. Das vorbehandelte Sickerwasser wird in eine kommunale Kläranlage eingeleitet.

Tabelle 15 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB₅, PO₄-P, NH₄-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Der Parameter TOC zeigt eine gute Übereinstimmung. Anzumerken ist, dass die durchschnittlichen NH₄-N Jahreskonzentrationen aus den Daten des Deponiebetreibers sehr stark schwanken (1,5 bis 66 mg/l) und von den Werten aus den untersuchten Sickerwasserproben abweichen. Bei dem Maximalwert von 66 mg/l ist nicht auszuschließen, dass dieser Wert einen Ausreißer darstellt. Ansonsten sind die Werte rückläufig und lagen 2008 bei 22 mg/l und in den letzten Jahren bei 1,5 mg/l.

TABELLE 15: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 3 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	-
Q _{Sickerwasser} /Q _{ARA-ZU}	-	-	-
Temperatur	°C	12,5	-
pH-Wert	-	8,1	-
Leitfähigkeit	µS/cm	43.100	-
CSB	mg/l	90	-
TOC	mg/l	24,4	10-38
BSB ₅	mg/l	0,43	-
PO ₄ -P	mg/l	0,5	-
NH ₄ -N	mg/l	0,3	1,5-66
NO _x -N	mg/l	66,7	-
NO ₂ -N	mg/l	0	-
N _{ges}	mg/l	79,5	-

2.4.4 DEPONIE 4

Deponie 4 umfasst ein Massenabfallkompartiment, das in Betrieb ist. Alle Bereiche der Deponie in denen Abfall abgelagert wurde/wird, verfügen über eine Basisabdichtung und eine Sickerwassererfassung. Das nicht vorbehandelte Sickerwasser wird in eine kommunale Kläranlage eingeleitet.

Tabelle 16 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB₅, PO₄-P, NH₄-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Die untersuchten Parameter zeigen eine gute Übereinstimmung.

TABELLE 16: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 4 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
-----------	---------	------	------------------------------------

DEPONIEAUSWAHL

Sickerwassermenge	m ³ /a	-	10.857-21.140
Q_{Sickerwasser}/Q_{ARA-ZU}	-	-	0,013-0,020
Temperatur	°C	8,5	-
pH-Wert	-	8,1	-
Leitfähigkeit	µS/cm	9.200	-
CSB	mg/l	655	771-1.540
TOC	mg/l	288	-
BSB₅	mg/l	21,7	23-56
PO₄-P	mg/l	3,7	-
NH₄-N	mg/l	123	-
NO_x-N	mg/l	169	-
NO₂-N	mg/l	74	-
N_{ges}	mg/l	343	-

2.4.5 DEPONIE 5

Deponie 5 war eine Hausmülldeponie, die vor dem Jahr 2000 geschlossen wurde. Es wurden keine Angaben zu den vorhandenen und beprobten Kompartimenten gemacht und auch keine allgemeinen Daten zur Deponie vorgelegt. Das nicht vorbehandelte Sickerwasser wird in eine kommunale Kläranlage eingeleitet.

Tabelle 17 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB₅, PO₄-P, NH₄-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Die meisten der untersuchten Parameter zeigen eine gute Übereinstimmung. Die gemessene BSB₅-Konzentration in der untersuchten Sickerwasserprobe liegt deutlich unter den Vergleichswerten.

TABELLE 17: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 5 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	1.247-1.738
Q_{Sickerwasser}/Q_{ARA-ZU}	-	-	0,000095-0,00014
Temperatur	°C	6,7	-
pH-Wert	-	8,3	-
Leitfähigkeit	µS/cm	9.550	-
CSB	mg/l	1.603	1.512-1.775
TOC	mg/l	771	-
BSB₅	mg/l	55	250-460
PO₄-P	mg/l	5,2	-
NH₄-N	mg/l	1.270	1.139-1.281
NO_x-N	mg/l	0,4	-
NO₂-N	mg/l	0	-
N_{ges}	mg/l	1.334	-

2.4.6 DEPONIE 6

Deponie 6 umfasst Massenabfall- und Reststoffkompartimente. Alle Bereiche der Deponie, in denen Abfall abgelagert wurde/wird, verfügen über eine Basisabdichtung und eine Sickerwassererfassung. Die Sickerwässer der verschiedenen Kompartimente wurden bis zum 1. Quartal 2015 gemeinsam gespeichert. Die Sickerwasserprobe aus Deponie 6 ist eine Mischung von Sickerwässern aus den Massenabfallkompartimenten und den Reststoffkompartimenten, wobei der geschätzte Anteil aus den Massenabfallkompartimenten ca. 60% beträgt. Das nicht vorbehandelte Sickerwasser wird teilweise zur

Förderung biologischer Abbauprozesse im Deponiekörper weiter verwendet, und teilweise in eine kommunale Kläranlage eingeleitet.

Tabelle 18 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB₅, PO₄-P, NH₄-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Die meisten der untersuchten Parameter zeigen eine gute Übereinstimmung. Die gemessene NH₄-N-Konzentration in der untersuchten Sickerwasserprobe liegt deutlich über den Vergleichswerten.

TABELLE 18: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 6 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	6.858-18.579
Q _{Sickerwasser} /Q _{ARA-ZU}	-	-	Keine Angabe möglich
Temperatur	°C	11	-
pH-Wert	-	8,2	-
Leitfähigkeit	µS/cm	10.750	-
CSB	mg/l	1.261	1.220-1.965
TOC	mg/l	632	356-946
BSB ₅	mg/l	24	-
PO ₄ -P	mg/l	1,9	-
NH ₄ -N	mg/l	339,5	18,8-20,4
NO _x -N	mg/l	50,7	-
NO ₂ -N	mg/l	0,5	-
N _{ges}	mg/l	448	-

2.4.7 DEPONIE 7

Deponie 7 umfasst zwei Massenabfallkompartimente, von denen eines in Betrieb und eines außer Betrieb ist. Alle Bereiche der Deponie in denen Abfall abgelagert wurde/wird, verfügen über eine Basisabdichtung und eine Sickerwassererfassung. Tabelle 19 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB₅, PO₄-P, NH₄-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Die Werte aus den Sickerwasseruntersuchungen liegen unter den Vergleichswerten und die größten Abweichungen sind beim Parameter BSB₅ zu beobachten.

TABELLE 19: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 7 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	4.700-4.800
Q _{Sickerwasser} /Q _{ARA-ZU}	-	-	0,014-0,017-
Temperatur	°C	8,1	-
pH-Wert	-	8,68	-
Leitfähigkeit	µS/cm	11.850	-
CSB	mg/l	3.210	4.400-5.400
TOC	mg/l	1.486	-
BSB ₅	mg/l	9,4	950-1.360
PO ₄ -P	mg/l	4,8	-
NH ₄ -N	mg/l	0,04	1,0-7,7

NO_x-N	mg/l	109,5	-
NO₂-N	mg/l	7,8	-
N_{ges}	mg/l	242	-

2.4.8 DEPONIE 8

Deponie 8 umfasst ein Massenabfallkompartiment, ein Reststoffkompartiment und ein Baurestmassenkompartiment, von denen das Massenabfallkompartiment außer Betrieb ist und die anderen beiden Kompartimente in Betrieb sind. Alle Bereiche der Deponie, in denen Abfall abgelagert wurde/wird, verfügen über eine Sickerwassererfassung und eine Basisabdichtung, wobei die Basisabdichtung für das Massenabfallkompartiment nur teilweise besteht. Die Deponie ist vertikal umschlossen. Das nicht vorbehandelte Sickerwasser wird gemeinsam gespeichert und in eine kommunale Kläranlage eingeleitet.

Tabelle 17 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB5, PO4-P, NH4-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Die Werte aus den Sickerwasseruntersuchungen liegen tendenziell etwas unter den Vergleichswerten. Die relative Abweichung bei der BSB5-Konzentration ist groß.

TABELLE 20: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM SICKERWASSER DER DEPONIE 8 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert	Daten Deponiebetreiber (2008-2013)
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	43.997-70.936
Q_{Sickerwasser}/Q_{ARA-ZU}	-	-	0,0051-0,0079
Temperatur	°C	7,2	-
pH-Wert	-	7,46	-
Leitfähigkeit	µS/cm	5.520	-
CSB	mg/l	410	664-1.510
TOC	mg/l	215	-
BSB₅	mg/l	8,4	54-224
PO₄-P	mg/l	1,2	-
NH₄-N	mg/l	285	328-553
NO_x-N	mg/l	1,2	-
NO₂-N	mg/l	0,3	-
N_{ges}	mg/l	300	-

2.4.9 DEPONIE 9

Deponie 9 umfasst ein Massenabfallkompartiment, das 2007 stillgelegt wurde. Ein bis zwei Jahre vor der Schließung wurden nur mehr Baurestmassen und Aushubmaterial abgelagert. Alle Bereiche der Deponie in denen Abfall abgelagert wurde, verfügen über eine Sickerwassererfassung und eine Basisabdichtung. Das Sickerwasser wird am Standort vorbehandelt, wobei eine Vorbehandlung mittels Bioreaktor mit anschließender Ultrafiltration, Nanofiltration sowie Aktivkohlefiltration erfolgen. Das vorbehandelte Sickerwasser wird in eine kommunale Kläranlage eingeleitet. Bei Deponie 9 wurden sowohl Zu- als auch Ablauf der Vorreinigung untersucht.

Tabelle 21 enthält die gemessenen Konzentrationen für CSB, TOC, BSB5, PO4-P, NH4-N, NO_x-N, NO₂-N und Gesamtstickstoff (N_{ges}) in den untersuchten Sickerwasserproben, sowie die Gegenüberstellung von verfügbaren mittleren Konzentrationen für das unbehandelte Deponiesickerwasser für die Jahre 2008 bis 2013. Diese mittleren Vergleichskonzentrationen wurden vom Deponiebetreiber bereitgestellt. Die Werte

aus den Sickerwasseruntersuchungen liegen tendenziell etwas unter den Vergleichswerten. Die relative Abweichung bei der BSB5-Konzentration ist nennenswert.

TABELLE 21: GEMESSENE KONZENTRATIONEN VON SUMMENPARAMETERN IM UNBEHANDELTEN UND IM AUFBEREITETEN SICKERWASSER DER DEPONIE 9 UND VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN.

Parameter	Einheit	Wert		Daten Deponiebetreiber (2008-2013) (unbehandeltes Deponiesickerwasser)
		Zulauf	Ablauf	
Sickerwassermenge	m ³ /a	-	-	21.300-30.000
Q _{Sickerwasser} /Q _{ARA-ZU}	-	-	-	0,0037-0,0045
Temperatur	°C	23	37,1	-
pH-Wert	-	8,13	6,98	-
Leitfähigkeit	µS/cm	21.100	22,1	-
CSB	mg/l	4.268	211	5.000
TOC	mg/l	1.605	76	-
BSB ₅	mg/l	550	0,4	3.300
PO ₄ -P	mg/l	2,9	1,3	-
NH ₄ -N	mg/l	1.833	0,5	2.000
NO _x -N	mg/l	0,2	1.046	-
NO ₂ -N	mg/l	-	0,02	-
N _{ges}	mg/l	1.958	1.067	-

3 METHODEN

3.1 PROBENAHEME

DIE PROBENAHMEN ERFOLGTEN DURCH DIE DEPONIEBETREIBER. Den Deponiebetreibern wurden die Gebinde für die Probenahme zur Verfügung gestellt und gemeinsam mit den Gebinden eine Information zur Probenahme (Abschnitt 6.2 im Anhang) sowie ein Fragebogen / Datenerhebungsblatt (Abschnitt 6.3 im Anhang) übermittelt. Die Deponiesickerwasserprobe sollte jedenfalls jenem Sickerwasser (bzw. der Mischung aus Sickerwasser und Grundwasser) entsprechen, das über eine Kanalisation in eine Kläranlage eingeleitet bzw. mit einem Tankfahrzeug zu einer Kläranlage verbracht oder am Standort behandelt wird.

Die Sickerwasserprobe sollte die Konzentration des erfassten Sickerwassers bei Trockenwetter wieder geben. Da Niederschläge je nach Deponie unterschiedlich lange benötigen bis sie die Deponie durchströmt haben, ist die Vorgabe eines Probenahmezeitpunktes nicht sinnvoll. Dieser Zeitpunkt wurde daher individuell von den Betreibern auf Grund der Kenntnis der Deponiesickerwasserbildung gewählt. Erfolgt die Probenahme bei Trockenwetter, kann diese Deponiesickerwasserprobe als Stichprobe gezogen werden, weil davon auszugehen ist, dass kein ausgeprägter Tagesgang vorliegt. Die Parameter pH, Leitfähigkeit und Temperatur wurden nach Möglichkeit vor Ort bestimmt und in das Datenerhebungsblatt eingetragen.

3.2 ANALYTIK

3.2.1 REFERENZPARAMETER

Die für die analytische Bestimmung der klassischen Abwasserparameter (Referenzparameter) verwendeten DIN Vorschriften sind in Tabelle 22 zusammengefasst.

TABELLE 22: DIN VORSCHRIFT FÜR DIE ANALYTISCHE BESTIMMUNG RELEVANTER PARAMETER.

Parameter	DIN Vorschrift
CSB	DIN 38409-43 und DIN ISO 15705
TOC _{dir}	DIN EN 1484
BSB ₅	DIN EN 1899-1
NH ₄ -N	DIN EN ISO 11732
NO _x -N	DIN EN ISO 13395
NO ₂ -N	DIN EN ISO 13395
Gesamtstickstoff N _{Ges}	DIN EN ISO 11905-1
Trockenmasse / Trockensubstanz	DIN 38409-1

Schwierigkeiten bei der chemischen Analytik der Referenzparameter ergaben sich vor allem in der CSB-Bestimmung. Bei der CSB-Bestimmung werden organische Verbindungen durch die Zugabe von Kaliumdichromat oxidiert und als äquivalenter Sauerstoffverbrauch angegeben. Durch die Zugabe von Quecksilbersulfat werden hierbei Chlorid-Ionen bis zu Konzentrationen von 1 g/l maskiert, deren Oxidation sonst zu einem erhöhten CSB-Wert führen würde. Salzkonzentrationen größer 1 g/l verfälschen daher durch deren Oxidation von Chlorid zu Chlor das Messergebnis, sodass für eine korrekte CSB-Bestimmung in diesem Fall eine Verdünnung der Probe erforderlich wird. Neben Chlorid können bei der CSB-Bestimmung weitere Stoffe oxidiert werden, die in einen erhöhten Sauerstoffverbrauch resultieren. Dies sind vor allem Nitrite und Schwefelverbindungen sowie gegebenenfalls Bromide, Iodide und Metallionen.

3.2.2 SPURENSTOFFE

Die Deponiesickerwasserproben stellten die chemische Spurenstoffanalytik zum Teil vor große Herausforderungen. Manche Proben waren stark gefärbt und/oder getrübt und wiesen zum Teil hohe Partikelgehalte auf. Bei Aufschluss und Extraktion schäumten manche Proben sehr stark, so dass die Proben mit einem geringeren Volumen nochmals aufgearbeitet werden mussten, um eine für eine Lösungsmittelextraktion notwendige Phasentrennung zu erreichen. Auch durch die stark unterschiedliche Belastung der Proben mit den Analyten waren gegebenenfalls Wiederholungen notwendig, wenn diese Gehalte aufwiesen, die außerhalb des Arbeitsbereiches der Routinemethoden lagen.

Durch die Notwendigkeit des Einsatzes verschiedener Probevolumina ergeben sich bei manchen Parametern je Probe unterschiedliche Nachweis- und Bestimmungsgrenzen.

Nachfolgend werden die angewandten analytischen Methoden kurz beschrieben. Für die Auswertungen wurden eine Minimal- und eine Maximalbewertung durchgeführt, um die Unsicherheiten aufgrund nicht nachweisbarer Stoffe und aufgrund von Nachweisen kleiner Bestimmungsgrenze darzustellen. Für die Minimalbewertung wurden nicht nachweisbare Stoffe gleich null gesetzt und alle Nachweise kleiner Bestimmungsgrenze mit der Nachweisgrenze berücksichtigt. Für die Maximalbewertung wurden nicht nachweisbare Stoffe gleich der Nachweisgrenze und alle Nachweise kleiner Bestimmungsgrenze gleich der Bestimmungsgrenze gesetzt.

Nachstehend werden die angewandten Methoden kurz beschrieben. Abschnitt 6.4 im Anhang (Tabelle 39) fasst die Bestimmungs- und Nachweisgrenzen der untersuchten Spurenstoffe zusammen.

3.2.2.1 CHLORPARAFFINE

Es wurden C10-13 Chloralkane (SCCP, short chained chlorinated paraffines) untersucht. Nach Zugabe eines Injektionsstandards erfolgt eine Flüssig-Flüssig-Extraktion mit n-Heptan mit anschließender Säulenreinigung mittels Cu-Pulver/Florisil. Die Bestimmung wird gaschromatographisch mit CI GC-MS durchgeführt.

Die Bestimmungs- und Nachweisgrenzen lagen probenabhängig zwischen 0,4 und 2,0 µg/l bzw. zwischen 0,2 und 1,0 µg/l.

3.2.2.2 FLUORIDE

Die Bestimmung erfolgte mittels Ionenchromatographie und suppressierter Leitfähigkeitsdetektion (ÖNORM EN ISO 10304-1). Quantifiziert wurde mit externen Standards.

Die Bestimmungsgrenze lag bei 24 µg/l und die Nachweisgrenze bei 13 µg/l.

3.2.2.3 KOMPLEXBILDNER

Aus der Gruppe der Komplexbildner wurden die Stoffe Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) und Nitritotriessigsäure (NTA) analysiert.

Nach Zugabe eines Injektionsstandards erfolgt eine Flüssig-Flüssig-Extraktion mit n-Heptan mit anschließender Säulenreinigung mittels Kupferpulver/Florisil. Die Bestimmung wird gaschromatographisch mit CI GC-MS durchgeführt.

Die Bestimmungs- und Nachweisgrenzen lagen probenabhängig zwischen 0,4 und 2,0 µg/l bzw. zwischen 0,2 und 1,0 µg/l.

3.2.2.4 INDUSTRIECHEMIKALIEN

Aus der Gruppe der Industriechemikalien wurden die Stoffe Bisphenol-A, Nonylphenole und Octylphenole analysiert.

Nach Zugabe von deuterierten Surrogatstandards werden die Wasserproben angesäuert (pH < 3) und über eine Festphasenkartusche extrahiert. Die Elution erfolgt mit einem Methanol/Methyl-tert-butylether-Gemisch. Die Bestimmung erfolgte über Flüssigchromatographie-Tandemmassenspektrometrie (LC-MS/MS).

Die Bestimmungs- und Nachweisgrenzen für Bisphenol-A betragen 0,20 µg/l bzw. 0,10 µg/l. Die Bestimmungsgrenzen für Nonylphenole lagen bei 0,30 bzw. bei 1,0 µg/l und für Octylphenole zwischen 0,10 und 0,30 µg/l. Die Nachweisgrenzen für Nonylphenole lagen bei 0,15 und 0,50 µg/l und für Octylphenole zwischen 0,052 und 0,15 µg/l.

3.2.2.5 ORGANOCHLORVERBINDUNGEN

Aus der Gruppe der Organochlorverbindungen wurden Alachlor, Aldrin, Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos, p,p'-DDT, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Endrin, Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien, Hexachlorcyclohexan, Isodrin, Pentachlorbenzol, Trichlorbenzole, Trifluralin, Heptachlor, Heptachlorepoxyde, Benzylchlorid, Chlordane und Pentachlornitrobenzol analysiert.

Nach Zugabe von deuterierten Surrogatstandards erfolgt eine Flüssig-Flüssig Extraktion mit n-Hexan mit anschließender Säulenreinigung mit Florisil. Die Bestimmung wird gaschromatographisch mit APGC-MS/MS durchgeführt. Die Quantifizierung erfolgt nach der externen Standardmethode unter Zugabe eines Injektionsstandards und Wiederfindungskorrektur über die zugesetzten deuterierten Surrogatstandards.

Die jeweiligen Bestimmungs- und Nachweisgrenzen sind in Tabelle 23 zusammengestellt.

TABELLE 23: ZUSAMMENSTELLUNG DER BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN FÜR DIE ANALYSIERTEN ORGANOCHLORVERBINDUNGEN.

Substanz	Bestimmungsgrenze [µg/l]	Nachweisgrenze [µg/l]
Alachlor	0,01	0,005
Aldrin	0,005	0,0025
cis-Chlorfenvinphos	0,1	0,05
trans-Chlorfenvinphos	0,1	0,05
Chlorpyrifos	0,03	0,015
p,p'-DDT	0,01	0,005
o,p'-DDT	0,005	0,0025
p,p'-DDE	0,005	0,0025
p,p'-DDD	0,005	0,0025
Dieldrin	0,005	0,0025
α-Endosulfan	0,005	0,0025
β-Endosulfan	0,005	0,0025
Endrin	0,005	0,0025
Hexachlorbenzol	0,01	0,005
Hexachlorbutadien	0,1	0,05
α-Hexachlorcyclohexan	0,005	0,0025
β-Hexachlorcyclohexan	0,005	0,0025

γ-Hexachlorcyclohexan	0,005	0,0025
δ-Hexachlorcyclohexan	0,005	0,0025
Isodrin	0,005	0,0025
Pentachlorbenzol	0,007	0,0035
1,2,3-Trichlorbenzol	0,1	0,05
1,2,4-Trichlorbenzol	0,1	0,05
1,3,5-Trichlorbenzol	0,1	0,05
Trifluralin	0,03	0,015
Heptachlor	0,002	0,001
cis-Heptachlorepoxyde	0,001	0,0005
cis-Heptachlorepoxyde	0,001	0,0005
Benzylchlorid	0,1	0,05
cis-Chlordan	0,001	0,0005
trans-Chlordan	0,001	0,0005
Pentachlornitrobenzol	0,01	0,005

3.2.2.6 POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK)

Aus der Gruppe der PAK wurden Naphthalin, Fluoranthen, Anthracen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-c,d)pyren und Benzo(g,h,i)perylen analysiert.

Nach Zugabe von deuterierten Surrogatstandards erfolgt eine Flüssig-Flüssig-Extraktion mit n-Hexan mit anschließender Säulenreinigung mittels Aluminiumoxid. Die Bestimmung wird gaschromatographisch mit EI GC-MS durchgeführt. Die Quantifizierung erfolgt nach der externen Standardmethode unter Zugabe eines Injektionsstandards und Wiederfindungskorrektur über die zugesetzten deuterierten Surrogatstandards.

Die jeweiligen Bestimmungs- und Nachweisgrenzen sind in Tabelle 24 zusammengestellt.

TABELLE 24: ZUSAMMENSTELLUNG DER BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN FÜR DIE ANALYSIERTEN PAK.

Substanz	Bestimmungsgrenze [$\mu\text{g/l}$]	Nachweisgrenze [$\mu\text{g/l}$]
Naphthalin	0,0095	0,0026
Fluoranthen	0,0064	0,0017
Anthracen	0,0019	0,00042
Benzo(b)fluoranthen	0,011	0,0034
Benzo(k)fluoranthen	0,0085	0,0027
Benzo(a)pyren	0,0053	0,0015
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,0046	0,0013
Benzo(g,h,i)perylen	0,0063	0,0019

3.2.2.7 DI(ETHYLHEXYL)PHTHALAT (DEHP)

Nach Zugabe von deuterierten Surrogatstandards erfolgt eine Flüssig-Flüssig-Extraktion mit n-Hexan mit anschließender Säulenreinigung mittels Aluminiumoxid. Die Bestimmung wird gaschromatographisch mit EI GC-MS durchgeführt. Die Quantifizierung erfolgt nach der externen Standardmethode unter Zugabe eines Injektionsstandards und Wiederfindungskorrektur über die zugesetzten deuterierten Surrogatstandards.

Die Bestimmungsgrenze lag bei 1,3 $\mu\text{g/l}$ und die Nachweisgrenze bei 0,65 $\mu\text{g/l}$.

3.2.2.8 HEXABROMCYCLODODECAN (HBCDD)

Nach Dotation mit C13-HBCDD erfolgt eine Flüssig-Flüssig-Extraktion der Probe mit Toluol. Die Extrakte der Proben werden einer fünfstufigen säulenchromatographischen Reinigung unterzogen. Die Bestimmung erfolgt mittels Gaschromatographie/High Resolution Massenspektrometrie und die Quantifizierung nach der Isotopenverdünnungsmethode.

Die Bestimmungsgrenze lag bei 0,05 µg/l und die Nachweisgrenze bei 0,03 µg/l.

3.2.2.9 PERFLUOROKTANSULFONSÄURE (PFOS)

Nach Zugabe eines isotopenmarkierten Surrogatstandards wird die Probe auf pH 4 eingestellt. Die Proben werden mittels Flüssig-Flüssig-Extraktion mit Methyl-tert-butylether extrahiert. Die Extrakte werden eingengt und nach einem Lösungsmittelaustausch auf Methanol mittels LC-MS/MS analysiert.

Die Bestimmungsgrenze lag bei 0,002 µg/l und die Nachweisgrenze bei 0,001 µg/l.

3.2.2.10 BROMIERTE DIPHENYLETHER (BDE)

Aus der Gruppe der polybromierten Diphenylether wurden die sechs Kongenere BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153 und BDE 154 analysiert.

Nach Dotation mit C13-markierten polybromierten Diphenylether-Kongeneren erfolgt eine Flüssig-Flüssig-Extraktion der Probe mit Toluol. Die Extrakte der Proben werden einer fünfstufigen säulenchromatographischen Reinigung unterzogen. Die Bestimmung der BDE erfolgt mittels Gaschromatographie/High Resolution Massenspektrometrie. Die Quantifizierung erfolgt nach der Isotopenverdünnungsmethode.

Die jeweiligen Bestimmungs- und Nachweisgrenzen sind in Tabelle 25 zusammengestellt.

TABELLE 25: ZUSAMMENSTELLUNG DER BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN FÜR DIE ANALYSIERTEN BDE.

Substanz	Bestimmungsgrenze [µg/l]	Nachweisgrenze [µg/l]
BDE 28	0,000033-0,00012	0,00000037-0,0000025
BDE 47	0,0003-0,0011	0,00000026-0,0000058
BDE 99	0,00011-0,00038	0,00000035-0,0000054
BDE 100	0,000029-0,00011	0,00000031-0,000007
BDE 153	0,0000034-0,000012	0,00000037-0,0000056
BDE 154	0,000014-0,000052	0,00000058-0,0000082

3.2.2.11 PHENOLE

Aus der Gruppe der Phenole wurden Pentachlorphenol, 2,4-Dichlorphenol und 2,5-Dichlorphenol analysiert.

Nach Zugabe von deuterierten Surrogatstandards werden die Wasserproben derivatisiert und an Festphasensäulchen angereichert. Die Bestimmung erfolgt mittels Gaschromatographie mit massenselektivem Detektor (MSD) und Quantifizierung (mit internem Standard) und Isotopenverdünnung.

Die Bestimmungsgrenze für Pentachlorphenol betrug 0,4 µg/l und die Nachweisgrenze 0,2 µg/l. Für die Summe von 2,4- und 2,5-Dichlorphenol lag die Bestimmungsgrenze bei 2 µg/l und die Nachweisgrenze bei 1 µg/l.

3.2.2.12 PESTIZIDE

Aus der Gruppe der Pestizide wurden die Stoffe Atrazin, Bifenox, Diuron, Isoproturon, Simazin, Quinoxifen, Aclonifen, Cybutryn, Diclorvos, Mevinphos, Omethoat, Phosalon, Sebuthylazin, Trichlorfon und Terbutryn analysiert.

Die Proben werden mit einem isotonenmarkierten Surrogatstandardgemisch versetzt und mittels Direktinjektion in ein LC-MS/MS-System analysiert.

Die Bestimmungsgrenze lag für alle Pestizide bei 0,05 µg/l und die Nachweisgrenze bei 0,025 µg/l.

3.2.2.13 SCHWERMETALLE

Es wurden die Metalle Quecksilber, Cadmium, Selen, Silber, Blei, Nickel, Arsen, Chrom, Kupfer, Zink, Mangan und Eisen analysiert. Es wurden sowohl die Gesamtgehalte als auch die Konzentrationen in den filtrierten Proben bestimmt.

Die Bestimmung der gelösten Schwermetalle erfolgt in den filtrierten und mit Salpetersäure stabilisierten Proben (Ausnahme Quecksilber: zusätzliche Kaliumdichromat-Zugabe). Für die Bestimmung der Gesamtgehalte wird je 25 ml unfiltrierte Teilprobe mit einer Säurematrix aus konzentrierter Salpetersäure (subboiled) und Wasserstoffperoxid (30 %) versetzt und einem mikrowellenunterstützten Druckaufschluss unterzogen (Auffüllvolumen 40 ml).

Die Bestimmung von Silber, Chrom, Kupfer, Eisen, Mangan, Nickel, Blei und Zink erfolgt mit ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Massenspektrometrie) gemäß ÖNORM EN ISO 17294-2 (modifiziert).

Die Bestimmung von Arsen, Cadmium und Selen erfolgte mit Atomabsorptionsspektrometrie mit Graphitrohr-Verfahren (GR-AAS) gemäß DIN EN ISO 15586.

Die Bestimmung von Quecksilber erfolgte nach Reduktion mit Zinnchlorid in Salzsäure mittels Atomfluoreszenzspektrometrie gemäß ÖNORM EN ISO 17852.

Die jeweiligen Bestimmungs- und Nachweisgrenzen sind in Tabelle 26 zusammengestellt.

TABELLE 26: ZUSAMMENSTELLUNG DER BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN FÜR DIE ANALYSIERTEN METALLE.

Substanz	Bestimmungsgrenze [µg/l]		Nachweisgrenze [µg/l]	
	gesamt	filtriert	gesamt	filtriert
Quecksilber	0,05	0,05	0,025	0,025
Cadmium	0,08	0,05	0,04	0,025
Selen	5	2	2,5	1
Silber	0,08	0,06	0,011	0,008
Blei	0,8	0,6	0,0039	0,0029
Nickel	3,2	2,4	0,28	0,021
Arsen	3,2	2	1,6	1
Chrom	8	6	0,076	0,057
Kupfer	0,8	0,6	0,17	0,12
Zink	3,2	2,4	0,39	0,3
Mangan	8	1,2	0,0074	0,0055
Eisen	8	2,4	0,18	0,13

3.2.2.14 FLÜCHTIGE ORGANISCHE VERBINDUNGEN (VOC)

Aus der Gruppe der VOC wurden die Stoffe Benzol, 1,2-Dichlorethan, Dichlormethan, Tetrachlorethen, Tetrachlormethan, Trichlorethen, Trichlormethan, 1,2-Dichlorethen, Ethylbenzol, Isopropylbenzol, Xylol und Toluol analysiert.

Ein definiertes Volumen der unfiltrierten Wasserprobe wird nach Zugabe eines internen Standards in einem Headspace-Fläschchen erhitzt. Nach dem Equilibrieren, welches zur Stabilisierung der Temperatur im Headspace-Fläschchen und zur Einstellung des Verteilungsgleichgewichtes zwischen Gasphase und flüssiger Phase dient, wird ein aliquoter Teil des Dampftraumes entnommen und mittels Gaschromatographie und massenselektiver Detektion bestimmt.

Die jeweiligen Bestimmungs- und Nachweisgrenzen sind in Tabelle 27 zusammengestellt.

TABELLE 27: ZUSAMMENSTELLUNG DER BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN FÜR DIE ANALYSIERTEN VOC.

Substanz	Bestimmungsgrenze [$\mu\text{g/l}$]	Nachweisgrenze [$\mu\text{g/l}$]
Benzol	0,88	0,18
1,2-Dichlorethan	1,3	0,25
Dichlormethan	1,3	0,54
Tetrachlorethen	0,81	0,16
Tetrachlormethan	0,8	0,16
Trichlorethen	0,73	0,15
Trichlormethan	0,74	0,15
cis-1,2-Dichlorethen	0,64	0,13
trans-1,2-Dichlorethen	0,63	0,13
Ethylbenzol	0,87	0,17
Isopropylbenzol	0,86	0,17
o-Xylol	0,88	0,18
m-, p-Xylol	0,86	0,17
Toluol	0,86	0,17

3.2.2.15 ORGANOZINNVERBINDUNGEN

Aus der Gruppe der Organozinnverbindungen wurden die Tritutylzinn- und die Dibutylzinnverbindungen analysiert.

Nach Zugabe der internen Standards und eines Natriumacetat-Puffers erfolgte die Derivatisierung mit Natriumtetraethylborat. Die Derivate wurden mit n-Hexan extrahiert und über Kieselgel und Alox-Säulchen gereinigt. Die Bestimmung wird gaschromatographisch mit EI GC-MS/MS durchgeführt. Die Quantifizierung erfolgt nach der Methode des internen Standards.

Die Bestimmungsgrenze lag bei jeweils 0,002 $\mu\text{g/l}$ und die Nachweisgrenze bei jeweils 0,001 $\mu\text{g/l}$.

3.3 HEMMTESTS

Eine Hemmung biologischer Stoffwechselprozesse wird im Allgemeinen durch die Veränderung beteiligter Enzyme verursacht und kann in unterschiedlichen Formen, reversibel sowie nicht reversibel auftreten. Die Hemmung betrifft in der Regel Prozesse zur Regulation des Zellstoffwechsels und äußert sich in einer verminderten mikrobiologischen Aktivität. Die Einwirkung einer bestimmten Hemmsubstanz kann die Funktion eines Enzymes dabei derart beeinträchtigen, dass ein entsprechender Umsatz bzw. Abbau nicht mehr stattfindet. Für die biologische Abwasserreinigung kann dies zu einer verringerten Reinigungsleistung

mit Erhöhung der Ablaufwerte führen. Die am häufigsten auftretende Hemmung bei der biologischen Abwasserreinigung betrifft die Ammonium-Monooxygenase (AMO). Diese ist ein Schlüsselenzym nitrifizierender Organismen und für die Umwandlung von Ammonium erforderlich. Die Hemmung der AMO erfolgt überwiegend durch synthetische Stoffe. Hierbei überwiegt die nicht kompetitive Hemmung, wobei die Anlagerung eines Inhibitors an das Enzym, dessen Form so stark verändert (Konformation), dass eine Änderung des Enzym-Substrat-Komplexes in der Folge die Bildungs- oder Zerfallsgeschwindigkeit herabsetzt (Schweighofer, 1998).

Industrielle Abwässer bzw. Sickerwässer von Deponien können im ungünstigen Fall verschiedene Hemmsubstanzen enthalten. Bei der biologischen Abwasserreinigung kann somit eine Überlagerung verschiedener Hemmformen auf unterschiedliche Enzyme der an der Abwasserreinigung beteiligten Organismen auftreten. Da der Umsatz organischer Abwasserinhaltsstoffe (bspw. Ammonium) direkt an die Atmung der Organismen gekoppelt ist, deutet ein abnehmender Sauerstoffverbrauch auf eine Hemmung hin. Daher bieten Atmungsmessungen die Möglichkeit die Hemmwirkung eines Abwassers auf die biologische Aktivität der an der Abwasserreinigung beteiligten Organismen zu ermitteln. Mit Hilfe von Atmungsmessungen können bei unterschiedlicher Zugabe einer bestimmten Hemmsubstanz Diagramme erstellt werden, die die Korrelation der Hemmwirkung zur Konzentration der hemmenden Substanz bzw. des zugegebenen Abwassers wiedergeben. So genannte Hemmschwellendiagramme ermöglichen Aussagen, ab welcher Zugabemenge eine definierte Hemmwirkung zu erwarten ist. Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Erstellung dieser Diagramme erläutert.

In einem ersten Schritt wird die Stickstoffmaximalatmung eines Belebtschlammes ohne die Zugabe von Sickerwasser ermittelt. Für die Atmungsmessungen wurde Belebtschlamm einer nitrifizierenden Kläranlage verwendet. 500 ml Belebtschlamm wurden mit 500 ml Kläranlagenablauf gemischt und durch Zugabe von Ammoniumsulfat auf eine Konzentration von ca. 30 mg NH₄-N/l aufgestockt. Nach einer Belüftungszeit von 15 min erfolgte die Messung der maximalen Stickstoffatmung. Die Kohlenstoffatmung (OVC) wurde über die Zugabe von ATH zur Hemmung der Nitrifikanten bestimmt und bei der Berechnung berücksichtigt.

$$OVN_{max} = OV_{max} - OVC \left[\frac{mg}{l \cdot h} \right]$$

OVN _{max}	Stickstoffmaximalatmung
OV _{max}	Sauerstoffverbrauch der kohlenstoffabbauenden Bakterien und der Nitrifikanten
OVC	Sauerstoffverbrauch der kohlenstoffabbauenden Bakterien

$$OVN_{max(20^{\circ}C)} = OVN_{max(T)} \cdot f_T^{(20-T)} \left[\frac{mg}{l \cdot h} \right]$$

OVN _{max(20°C)}	Stickstoffmaximalatmung bei 20°C
OVN _{max(T)}	Stickstoffmaximalatmung bei Versuchstemperatur (T)
f _T	Aktivitätsänderung für Nitrifikation mit 1,103

Für die Erstellung der Hemmschwellendiagramme wurde die Messung der Stickstoffmaximalatmung für unterschiedliche Zugabemengen an Deponiesickerwasser wiederholt. Die jeweiligen Verdünnungsansätze umfassten Belebtschlamm (500 ml) mit Deponiesickerwasser (X) und Kläranlagenablauf (500 ml-X). Der Anteil an Sickerwasser zum Ablauf wurde dabei schrittweise erhöht, sodass bei jeder Atmungsmessung die gleiche Konzentration an Biomasse verwendet wurde. Die untersuchten Sickerwassermengen lagen im Bereich von 30-500 ml. Um eine Hemmwirkung durch bspw. Ammoniak ausschließen, wurde der pH-Wert in einem Bereich von 7,5 – 8,0 gehalten. Die ermittelte Stickstoffmaximalatmung (OVN_{max}) wurde auf den Trockensubstanzgehalt bezogen. Die Hemmwirkung wurde über die Abnahme der Stickstoffmaximalatmung

der mit Sickerwasser versetzten Proben in Relation zur Referenzatmung ohne Sickerwasserzugabe gesetzt und in einem Hemmschwellendiagramm aufgetragen.

$$H = \left(1 - \frac{P}{R}\right) \cdot 100 [\%]$$

H	Nitrifikationshemmende Wirkung der Sickerwasserprobe
R	OVN _{max(20°C)} der Referenzprobe ohne Sickerwasser
P	OVN _{max(20°C)} der mit Sickerwasser versetzten Probe

Eine Ausgleichskurve der Hemmereignisse wurde anhand einer von Nowak (1996) modifizierten Gleichung ermittelt, welche auf der mathematischen Beschreibungen von Kroiss et al. (1992) und Schweighofer et al. (1992) beruht.

$$INH = \frac{I^n}{k_I^n + I^n} \cdot 100 [\%]$$

INH	Hemmung
I	Substratkonzentration
n	Faktor für spezifische Hemmkinetik
k _I	Faktor für spezifische Hemmkinetik

Die Michaelis-Menten-Beziehung (vgl. Monod-Kinetik) gilt als Ausgangspunkt für die Beschreibung der enzymatischen Reaktionskinetik. Die Halbsättigungskonstante k_I beschreibt hierbei die Zugabemenge an Sickerwasser bei der eine 50 %-ige Hemmung festzustellen ist. Der Exponent n dient der Beschreibung der aufgetretenen Hemmkinetik. Die unzureichend bekannte chemische Zusammensetzung der einzelnen Sickerwässer schließt die durchgehende Anwendung einer Hemmkinetik aus, sodass die jeweiligen Parameter n und k_I über die minimale Fehlerquadratsumme ermittelt und zur Darstellung der Hemmkurve verwendet wurden. Anhand der Diagramme war es möglich, die Sickerwässer in ihrer hemmenden Wirkung zu vergleichen und Mischungsverhältnisse abzuleiten, bei denen eine 20 %-Hemmung der biologischen Aktivität bzw. Reinigung auf Kläranlagen zu erwarten ist.

3.4 ABBAUVERSUCHE

Ziel der biologischen Abwasserreinigung ist es, organische Verunreinigungen mit Hilfe von Mikroorganismen aus dem Abwasser zu entfernen. Besondere Bedeutung kommt hierbei der Entfernung von Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen zu. Der Abbau organischer Kohlenstoffverbindungen erfolgt unter aeroben Bedingungen durch chemo-organoheterotrophe Organismen und unter anoxischen Bedingungen durch fakultativ heterotrophe Organismen (Denitrifikation). Organische Kohlenstoffverbindungen werden hierbei von Organismen als Energiequelle für den Energie- und Baustoffwechsel verwendet. Diese Organismen bevorzugen Sauerstoff als Elektronenakzeptor, wobei organische Kohlenstoffverbindungen als Elektronendonatoren dienen. Für die aeroben Stoffwechselprozesse muss Sauerstoff bereitgestellt werden.

Neben der Mineralisierung organischer Stoffe (Atmung, Energiestoffwechsel) erfolgt der Aufbau von Zellsubstanz (Baustoffwechsel). Industrielle Abwässer enthalten häufig schwer abbaubare refraktäre Kohlenstoffverbindungen. Diese können während der Abwasserreinigung lediglich durch Adsorption bzw. Absorption an bzw. in die Belebtschlammflocken entfernt werden. Der Abbau der angelagerten bzw. aufgenommenen Stoffe kann hierbei verzögert einsetzen. Da zwischen Abbau bzw. Ad-/Absorption von Kohlenstoffverbindungen nicht unterschieden werden kann, wird im Nachfolgenden von Entfernung gesprochen. Findet keine Entfernung von refraktärem Kohlenstoff durch Adsorption oder Absorption statt, gelangt der CSB in den Kläranlagenablauf und führt zu erhöhten Ablaufkonzentrationen.

Die AEV Deponiesickerwasser fordert eine Abbaubarkeit von 75 % vor Einleitung von Deponiesickerwasser in eine öffentliche Kanalisation, wenn die CSB Konzentration größer als 300 mg/l und die TOC-Konzentration größer als 120 mg/l ist. Nachzuweisen ist diese Abbaubarkeit mittels des Zahn-Wellens Tests (OECD 302B, DIN EN ISO 9888) und der filtrierten Tagesmischprobe. Für den Testansatz soll die Biomasse aus Abwasserreinigungsanlage verwendet werden, in deren Kanalisation die Einleitung erfolgt. Dieser Schlamm wird gewaschen und mit einem Nährmedium versetzt und die Testsubstanz (Deponiesickerwasser) zugegeben. Die Biomassekonzentration im Testansatz liegt üblicherweise bei 0,2-1,0 g Trockenmasse. Die AEV Deponiesickerwasser fordert eine Trockensubstanz Konzentration von 1 g/l. Der Testansatz wird kontinuierlich belüftet und über die Testdauer von 28 Tagen werden in bestimmten Zeitabständen Proben gezogen. Die Abnahme der DOC und/oder CSB Konzentration wird bestimmt.

Die angewandte Methode orientiert sich an diesem Testkonzept, wurde aber leicht modifiziert. Abweichend von der Norm wird ein kontinuierlicher Testansatz gewählt und der Testansatz wird intermittierend belüftet, weil dies die Situation der Kläranlagen besser wiedergibt. Die kontinuierliche Zugabe von Deponiesickerwasser gewährleistet zudem die Versorgung der Biomasse mit Nähr- und Spurenstoffen, um eine Limitierung auszuschließen. Die Berechnung der Entfernung ist gegenüber dem Zahn-Wellens Test aufwändiger, weil diese Berechnung beim gewählten Testansatz auf einer Bilanzierung (CSB und TOC) beruht. Nachfolgend wird der gewählte Testansatz im Detail beschrieben.

Die biologische Abbaubarkeit der in den Sickerwässern enthaltenen Inhaltsstoffe wurde im Labormaßstab untersucht. Für jeden Abbauversuch wurde Belebtschlamm einer nitrifizierenden Kläranlage verwendet. Ein Startvolumen von zwei Liter Belebtschlamm wurde in einem Versuchsreaktor über einen Zeitraum von fünf Tagen kontinuierlich mittels Schlauchquetschpumpe mit Sickerwasser beschickt. Die Zugabemenge an Sickerwasser ergab sich entsprechend der CSB-Konzentration. Die tägliche Zugabefracht umfasste 100 bis 200 mg CSB. Die Beprobung des Reaktors erfolgte täglich. Nach dem Absetzen des Schlammes wurde dazu Überstand entfernt und auf die Parameter CSB sowie TOC (faltenfiltriert) beprobt. Das täglich entnommene Probevolumen betrug 50 ml. Verdunstungsverluste wurden vor jeder Probenahme mit destilliertem Wasser ausgeglichen. Für die aerobe biologische Reinigung ist eine Sauerstoffkonzentration von über 2,0 mg/l zu gewährleisten. Die Belüftung der Abbauversuche erfolgte intermittierend. Während nicht belüfteter Phasen (5 min) wurde der Schlamm mittels Magnetrührer und Rührplatte gemischt. Um eine Ammoniak-Hemmung bei höheren pH-Werten sowie eine Hemmung durch salpetrige Säure bei niedrigeren pH-Werten auszuschließen wurde der pH-Wert während der Versuche mit NaOH und HCl zwischen 7,0 und 8,0 eingestellt.

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf den CSB- und TOC-Abbau sowie die Ermittlung der dazugehörigen refraktären Fraktionen. Anhand der bekannten CSB- sowie TOC-Konzentrationen im Sickerwasser und den Zugabemengen war die Berechnung der Konzentrationen im Versuchsreaktor möglich, die sich ohne einen Abbau einstellen würden. Für die Darstellung der Entfernung wurden den theoretisch berechneten Konzentrationen die tatsächlich gemessenen Konzentrationen gegenüber gestellt. Die Differenz im Verlauf der Darstellung entsprach dabei der täglich entfernten TOC- bzw. CSB-Konzentration. Die insgesamt aus dem Sickerwasser entfernte CSB- sowie TOC-Fracht wurde mit den nachfolgend aufgeführten Gleichungen berechnet. Die zugeführten Frachten ergaben sich hierbei aus der Summe der über den Versuchszeitraum zugegebenen Sickerwassermengen und Konzentrationen. Als abgeführte Fracht wurde die insgesamt für die Beprobung entnommene Fracht berücksichtigt. Zudem fanden die zu Beginn im Schlammwasser enthaltenen CSB- sowie TOC-Konzentrationen für die Berechnung Berücksichtigung (faltenfiltrierte Probe des Belebtschlammes).

$$\eta_{\text{CSB}} = \frac{CSB_{ZU} - CSB_{AB} - CSB_{t0} - CSB_{tN}}{CSB_{ZU}} \cdot 100 [\%]$$

$$\eta_{\text{CSB}} \quad \text{CSB-Entfernung} \quad [\%]$$

METHODEN

CSB _{zu}	zugeführte CSB-Fracht	[mg]
CSB _{ab}	abgeführte CSB-Fracht	[mg]
CSB _{t0}	CSB-Fracht zum Beginn	[mg]
CSB _{tN}	CSB-Fracht zum Ende	[mg]

$$\eta \text{ TOC} = \frac{TOC_{ZU} - TOC_{AB} - TOC_{t0} - TOC_{tN}}{TOC_{ZU}} \cdot 100 [\%]$$

η TOC TOC-Entfernung [%]

TOC _{zu}	zugeführte TOC-Fracht	[mg]
TOC _{ab}	abgeführte TOC-Fracht	[mg]
TOC _{t0}	TOC-Fracht zum Beginn	[mg]
TOC _{tN}	TOC-Fracht zum Ende	[mg]

Weiters wurde davon ausgegangen, dass die im Ablauf enthaltene TOC- bzw. CSB-Fracht dem refraktären, sprich dem nicht abbaubaren CSB entspricht. Daher wurde der Anteil des refraktären zum gesamten CSB und TOC angegeben.

$$CSB_{ref} = 100\% - \eta CSB$$

CSB _{ref}	refraktärer CSB-Anteil	[mg]
η CSB	CSB-Entfernung	[%]

$$TOC_{ref} = 100\% - \eta TOC$$

TOC _{ref}	refraktärer TOC-Anteil	[mg]
η TOC	TOC-Entfernung	[%]

4 ERGEBNISSE

4.1 VERFÜGBARE DATEN AUS EMREG-OW UND E-PRTR

4.1.1 DEPONIEREN IN E-PRTR

E-PRTR ENTHÄLT FÜR DIE AKTIVITÄT 5.d DEPONIEREN für die Jahre 2007 bis 2012 704 Datensätze von 128 Anlagen aus 21 EU Mitgliedsstaaten zu 32 Schadstoffen, die per Direkteinleitung in Oberflächen-gewässer freigesetzt wurden. 80 % der Meldungen betreffen die elf Schadstoffe: Arsen, Nickel, Zink, Gesamtstickstoff, Chrom, TOC, Kupfer, Quecksilber, Gesamtphosphor, Blei und Cadmium. Die freigesetzten Schadstoffmengen wurden zu ca. 61 % gemessen, zu 29 % berechnet und zu 10 % geschätzt. In Abbildung 1 ist die Anzahl der in E-PRTR eingebrachten Meldungen je Schadstoff zu Direkteinleitungen dargestellt. Österreich hat insgesamt vier Meldungen in das E-PRTR Register eingebracht, die von zwei Anlagen aus den Jahren 2007 und 2008 stammen.

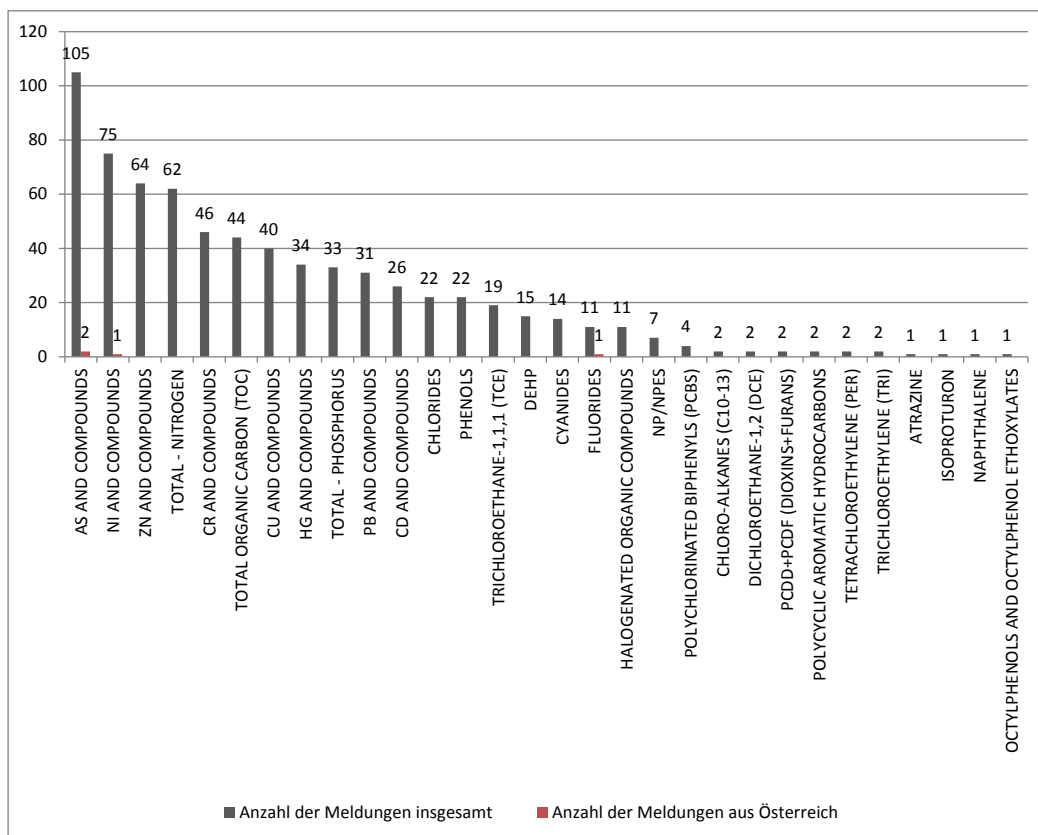


Abbildung 1: Anzahl der in E-PRTR eingebrachten Meldungen zu Direkteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.

In Abbildung 2 ist die jährliche Verteilung der Meldungen je Schadstoff für die elf am häufigsten gemeldeten Schadstoffe dargestellt. Die Anzahl der Meldungen je Schadstoff ist jedes Jahr ähnlich hoch, wobei 2010 eine höhere Meldeanzahl für die Schadstoffe Zink, Stickstoff, TOC, Kupfer und Phosphor zu beobachten ist.

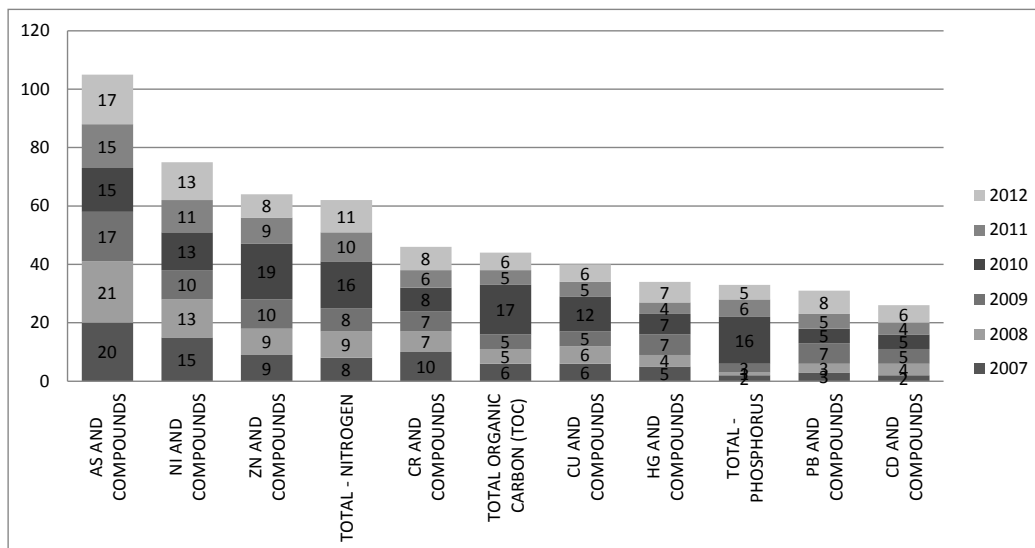


Abbildung 2: Anzahl der in E-PRTR eingebrachten Meldungen für Direkteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff und Jahr für die elf am häufigsten gemeldeten Schadstoffe.

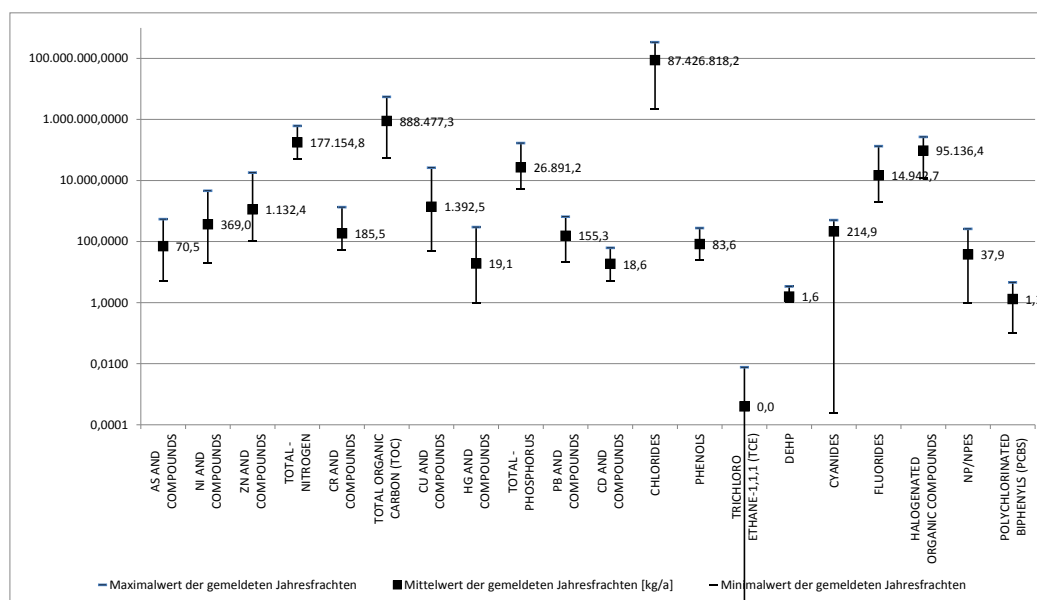


Abbildung 3: Mittelwerte und Minima/Maxima der in E-PRTR eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] für Direkteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.

In Abbildung 3 sind die Mittelwerte und Minima/Maxima der in E-PRTR eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Direkteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff dargestellt. Es werden nur jene Schadstoffe angeführt, für die mehr als zwei eingebrachte Meldungen vorliegen.

Die größten freigesetzten Mengen sind mit Abstand Chloride mit ca. 90.000 t/a je Meldung, wobei eine polnische Deponie mit 300.000 t/a etwa 93 % der Schadstoffmenge meldet und ohne diese Anlage im Schnitt nur 8.600 t/a je Meldung verbleiben. Insgesamt wurde Chlorid nur 22 Mal von sieben Anlagen gemeldet. TOC wird von 26 Anlagen aus neun Mitgliedsstaaten in 44 Meldungen berichtet. Bei TOC gibt es die mit Abstand größten Freisetzungsraten bei den Anlagen in Dänemark und Finnland mit bis zu rd. 5.000 t/a. Ohne diese Anlagen sinkt der Mittelwert von 890 t/a auf 147 t/a. Zu Stickstoff gab es 62 Meldungen von 26 Anlagen aus zehn Ländern. Bei Stickstoff ist eine bulgarische Anlage für ca. 520 t/a Freisetzung verantwortlich. Bei Ausschluss dieser Anlage sinkt der Mittelwert von 177 t/a auf 153 t/a. Zu AOX gibt es nur elf Meldungen von drei Anlagen aus drei Mitgliedsstaaten. Der Mittelwert liegt hier bei 95 t/a und ist

unauffällig in Bezug auf die Streuung der Werte. Zu Phosphor gibt es 33 Meldungen von 21 Anlagen aus acht Ländern. Auffällig hoch sind hier die Werte für je eine französische und eine dänische Deponie mit rd. 100 t/a Freisetzung. Bei Ausschluss dieser Anlagen sinkt der Mittelwert auf ca. 13 t/a. Zink als einer der meistgenannten Schadstoffe wird in 60 Meldungen von 34 Anlagen aus 14 Ländern berichtet. Hier sinkt der Mittelwert von 1,1 t/a auf 0,7 t/a, wenn eine norwegische Anlage mit einer Einzelmeldung von 18 t/a nicht berücksichtigt wird. Zu diesen Auswertungen ist anzumerken, dass alle verfügbaren Datensätze berücksichtigt wurden. Es erfolgte keine Plausibilisierung der berichteten Emissionsfrachten, weil die dafür erforderlichen Zusatzinformationen fehlen. Es ist somit nicht auszuschließen, dass diese Auswertungen von Ausreißerwerten erheblich beeinflusst sein könnten.

Für Indirekteinleitungen enthält das E-PRTR Register für die Jahre 2007-2012 1210 Datensätze von 223 Anlagen aus 19 EU Mitgliedsstaaten zu 43 Schadstoffen. 80 % der Meldungen betreffen 8 Schadstoffe: Gesamtstickstoff, Arsen, Phenole, TOC, Nickel, Chrom, Zink und Blei (vgl. Abbildung 4). Zu AOX gibt es insgesamt nur 15 Meldungen, zu Phosphor gerade einmal zwei. Aus Österreich wurden von zwei Anlagen insgesamt acht Meldungen zu drei Schadstoffen für die Jahre 2008-2012 eingebracht.

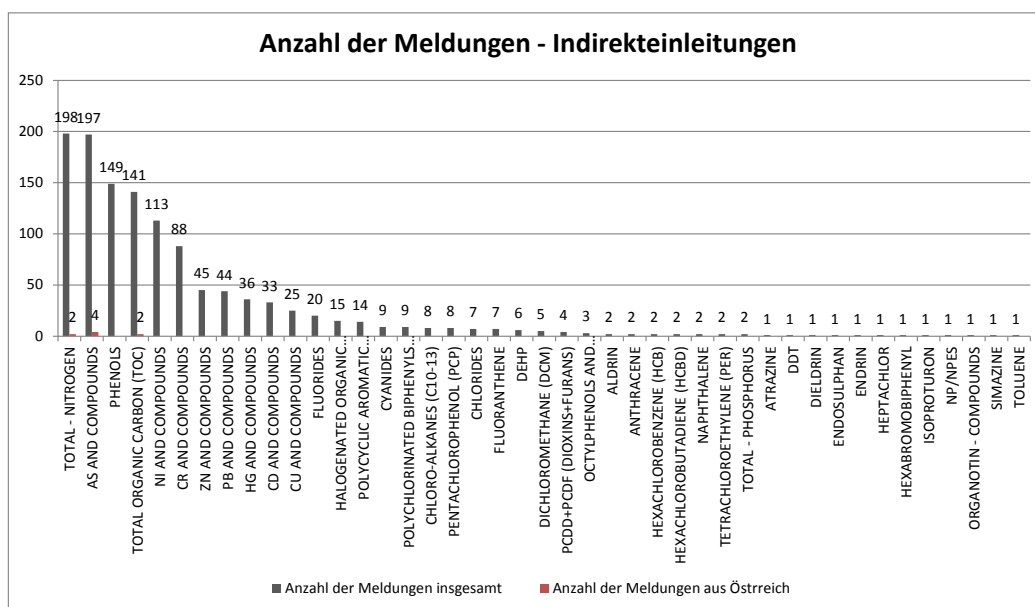


Abbildung 4: Anzahl der in E-PRTR eingebrachten Meldungen für Indirekteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.

In Abbildung 5 sind die Mittelwerte und Minima/Maxima der in E-PRTR eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Indirekteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff dargestellt. Es sind nur jene Schadstoffe angeführt, für die mehr als zwei eingebrachte Meldungen vorliegen.

Die größten freigesetzten Mengen wurden wiederum für Chloride berichtet, mit ca. 20.000 t/a je Meldung, wobei nur sieben Mal von zwei Anlagen aus Deutschland und Polen gemeldet wurde. TOC wird von 62 Anlagen aus 14 Mitgliedsstaaten in 141 Meldungen berichtet. Bei TOC liegt der Mittelwert über die Jahre 2007-2012 bei 153 t/a, wobei es 2010 einen Maximalwert von im Durchschnitt 189 t/a gab. Auch bei TOC fällt als oberer Ausreißer die polnische Anlage mit einem mittleren Wert von 715 t/a auf.

Zu Stickstoff gab es 198 Meldungen von 79 Anlagen aus 14 Ländern. Auch bei Stickstoff gab es 2010 einen Höchstwert mit 230 t/a im Vergleich zum Mittel über die Jahre von 135 t/a, wobei dieser Höchstwert durch die Meldung einer deutschen Deponie über 3.590 t/a zustande kommt.

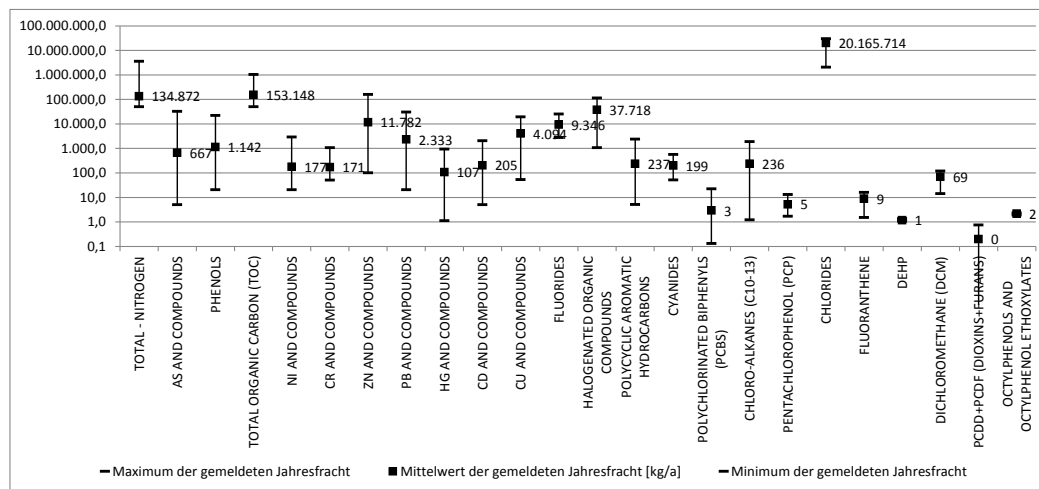


Abbildung 5: Mittelwerte und Minima/Maxima der in E-PRTR eingebrachten Jahresfrachten je Anlage in [kg/a] für Indirekteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.

Zu AOX gibt es nur 15 Meldungen von sechs Anlagen aus vier Mitgliedsstaaten. Der Mittelwert liegt bei 38 t/a, wobei die Einzelwerte eine Streuung von 1.100 bis 110.000 t/a aufweisen. Zu Phosphor gibt es zwei Meldungen von zwei Anlagen aus zwei Ländern. Der Mittelwert liegt bei 8,5 t/a. Zink wurde 45 Mal von 25 Anlagen gemeldet. Das Mittel liegt bei 12 t/a. Eine polnische Anlage trägt dazu im Schnitt 85 t/a bei. Wird diese nicht berücksichtigt, sinkt der Schnitt von 12 t/a auf 0,43 t/a. Bei Fluoriden basiert der mittlere Wert auf 20 Meldungen von fünf Anlagen aus fünf Mitgliedsstaaten, wobei die polnische Anlage mit 18 t/a den Schnitt von 6,3 t/a auf 9,3 t/a anhebt. Bei Kupfer gab es 24 Meldungen von 13 Anlagen aus zehn Mitgliedsstaaten. Auch hier ist die polnische Anlage mit 15 t/a dafür verantwortlich, dass der Schnitt von 0,56 t/a auf einen Wert von 4 t/a anwächst. Blei hat statt 2,3 t/a einen Mittelwert von 0,095 t/a, wenn die polnische Anlage mit ihren mittleren 16 t/a nicht berücksichtigt bei der Auswertung von 44 verfügbaren Meldungen von 24 Anlagen aus zehn Ländern wird. Auch für Phenole verändert die polnische Anlage mit einer mittleren gemeldeten Jahresfracht von 14 t/a den Mittelwert von 0,60 t/a, indem dieser Wert bis auf 1,1 t/a anwächst. Bei Arsen liegt der Mittelwert bei 22 kg/a, wenn die Extremwerte eliminiert sind und die Auswertung basiert immerhin noch auf 189 Frachtmeldungen aus 15 Ländern. Bei Nickel liegen die Werte der 106 Messungen bei einem Mittelwert von 71 kg/a, wenn die Extremwerte eliminiert werden. Bei Chrom sind es noch 148 kg/a bei 82 Messwerten aus elf Ländern.

Auch zu diesen Auswertungen ist anzumerken, dass alle verfügbaren Datensätze berücksichtigt wurden und keine Plausibilisierung bzw. Ausreißerbereinigung erfolgt ist. Vor allem der Einfluss der polnischen Anlage auf die berechneten Mittelwerte zeigt den Einfluss potentieller Ausreißer deutlich.

Beim Vergleich der direkten und indirekten Einleitungen ist für jene Parameter mit einer Häufigkeit von mehr als zehn Meldungen festzustellen, dass die Schadstoffe in vergleichbaren Größenordnungen emittiert werden. Ausnahmen sind Blei, Phenole, Arsen und Cadmium (siehe Abbildung 6).

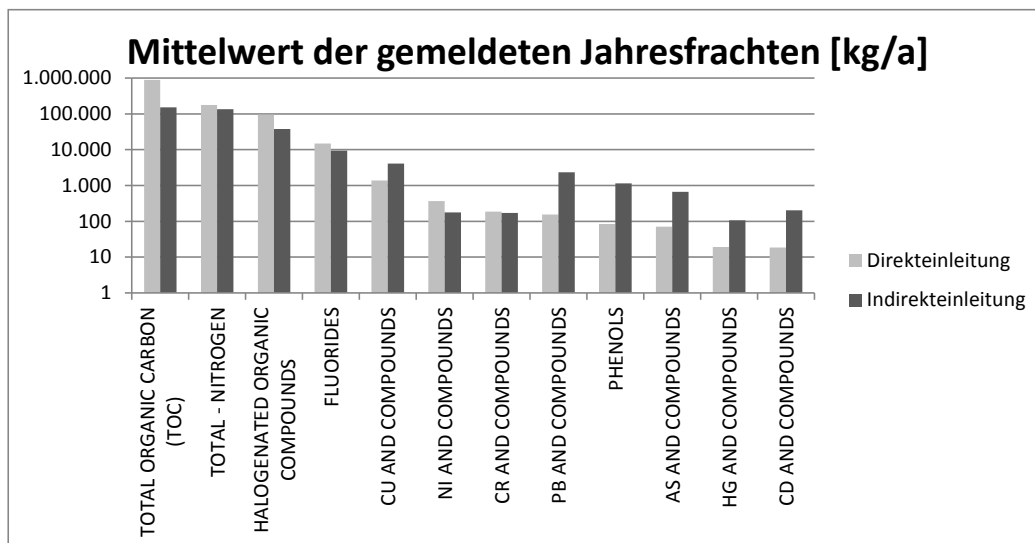


Abbildung 6: Mittelwerte der in E-PRTR eingebrachten Jahresfrachten in [kg/a] in den Jahren 2007-2012 für jene Schadstoffe, für die jeweils mindestens zehn Meldungen für Direkteinleiter und Indirekteinleiter vorliegen.

4.1.2 DEPONIEREN IN EMREG-OW

Ausgewählt wurden jene Berichtseinheiten, die als PRTR-Haupttätigkeit Deponieren (5.d) angegeben haben und/oder bei denen für einen oder mehrere Teilströme der Abwasserherkunftsbereich mit Sickerwasser aus Abfalldeponien angegeben wurde. Es wurden somit auch betriebliche Deponieren (z.B. Schlackendeponieren) in der Auswertung berücksichtigt, auch wenn die PRTR Haupttätigkeit nicht mit 5.d angegeben ist. Auffällig ist zudem, dass die Zahl der Berichtseinheiten über die Jahre deutlich steigt. Dies ist auf die Verbesserung und Vervollständigung der Datenbasis im EMREG-OW zurückzuführen. Die meisten Berichtseinheiten berichten hauptsächlich einen Teilstrom, nur sechs Berichtseinheiten melden mehr als einen Teilstrom ins EMREG-OW. Die Verteilung der Berichtseinheiten und Teilströme über die Jahre ist aus Tabelle 28 ersichtlich.

TABELLE 28: ANZAHL BERICHTSEINHEITEN / TEILSTRÖME.

	2010	2011	2012	2013	2014
Anzahl Berichtseinheiten Direkteinleitungen	6	10	10	9	14
Anzahl Teilströme Direkteinleitungen	6	10	11	9	14
Anzahl Berichtseinheiten Indirekteinleitungen	11	12	20	19	19
Anzahl Teilströme Indirekteinleitungen	11	15	23	22	22

Es wurden insgesamt 142 Frachtmeldungen ausgewertet, von denen 49 von Direkteinleitern und 93 von Indirekteinleitern eingebracht wurden.

Die Zahl der Meldungen pro Schadstoff ist aus Abbildung 7 bis Abbildung 9 ersichtlich. Abbildung 7 enthält die Auswertungen für prioritäre Stoffe, Abbildung 8 für sonstige Schadstoffe und Abbildung 9 für Summenparameter und andere Abwasserinhaltsstoffe, die häufig in Bescheiden begrenzt sind. Bei Direkteinleitungen wurden von den 126 im Register verfügbaren Stoffen insgesamt 88 Stoffe gemeldet, und für 49 Schadstoffe liegen Frachtmeldungen größer als Null vor. Bei den Indirekteinleitungen wurden 80 Stoffe gemeldet und bei 68 Stoffen gibt es Frachten größer Null. Insgesamt wurden 1.873 Meldungen zu Stoffen für Direkteinleitungen und 2.349 Meldungen zu Stoffen für Indirekteinleitungen eingebracht.

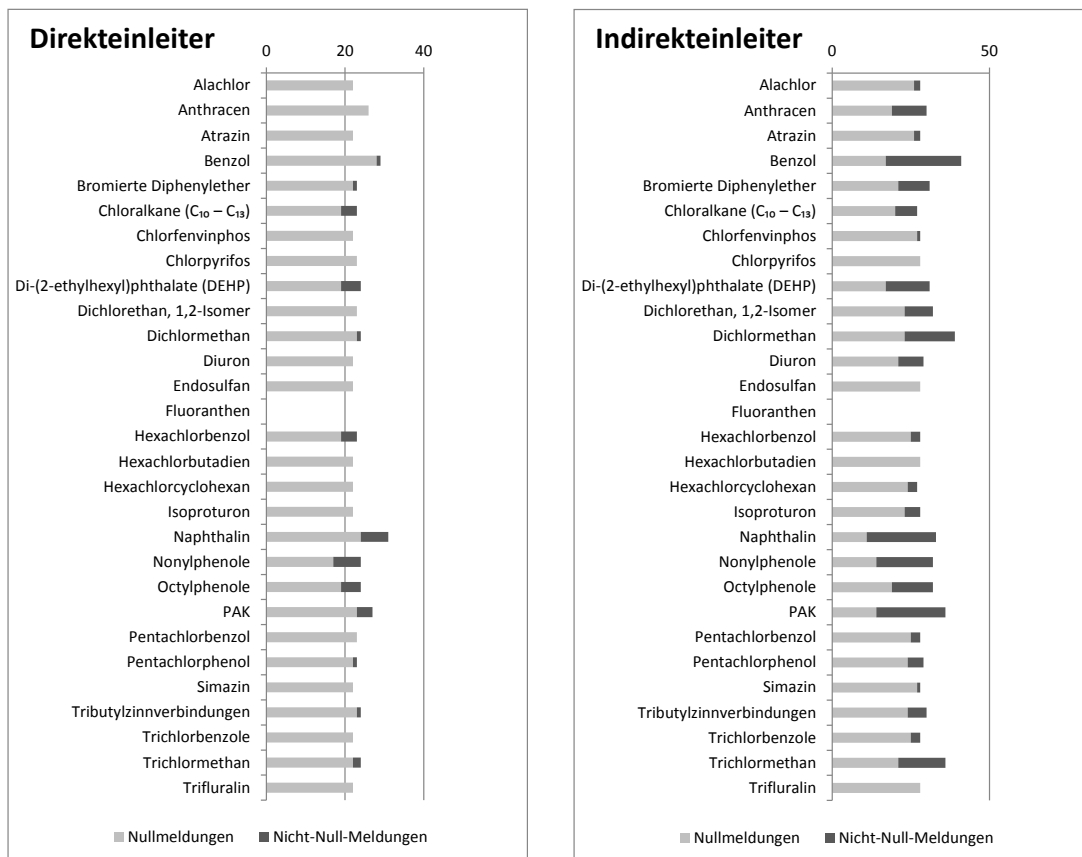


Abbildung 7: Prioritäre Stoffe für Deponien (5d): Anzahl der Meldungen je Stoff für Direkteinleitungen (links) und Indirekteinleitungen (rechts) im EMREG Register.

Bei den prioritären Stoffen wurden 28 von 29 Stoffen berichtet, wobei bei den Direkteinleitungen für 13 der gemeldeten Stoffe Werte größer Null gemeldet wurden (vgl. Abbildung 7 links), bei den Indirekteinleitungen für 24 Stoffe (vgl. Abbildung 7 rechts). Für Fluoranthen sind keine Meldungen verfügbar.

Bei den 27 sonstigen Abwasserinhaltsstoffen wurden für vier Stoffe Werte größer Null gemeldet bei Direkteinleitungen (vgl. Abbildung 8 links), und 18 Stoffe bei Indirekteinleitungen (vgl. Abbildung 8 rechts).

Die weiteren neun angeführten Abwasser-relevanten Parameter wurden alle gemeldet, mit Ausnahme von gelöstem Phosphor für Indirekteinleitungen. Für alle Parameter liegen Werte größer Null vor (vgl. Abbildung 9).

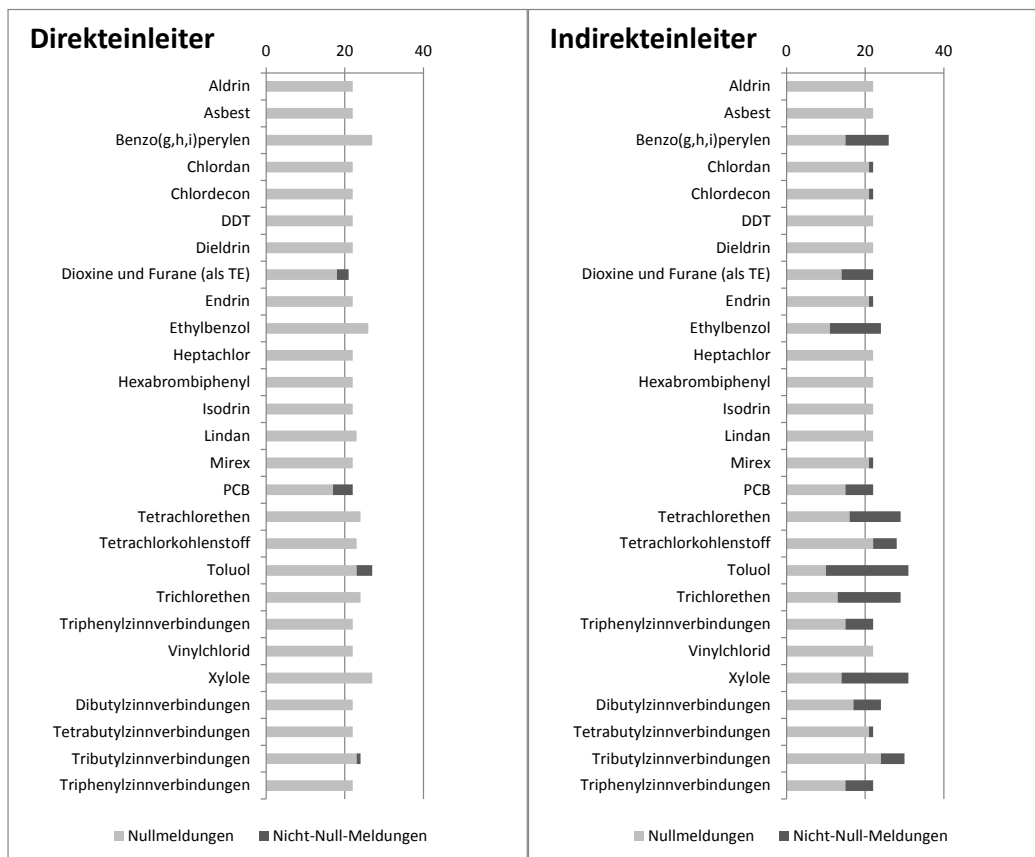


Abbildung 8: Sonstige Abwasserinhaltsstoffe für Deponien (5d): Anzahl der Meldungen je Stoff für Direkteinleitungen (links) und Indirekteinleitungen (rechts) im EMREG Register.

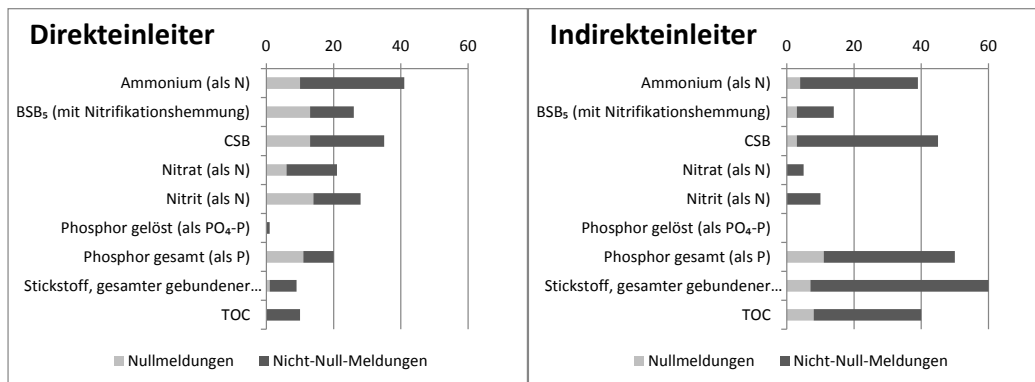


Abbildung 9: Weitere Abwasserrelevante Parameter für Deponien: Anzahl der Meldungen je Parameter für Direkteinleitungen (links) und Indirekteinleitungen (rechts) im EMREG Register.

Für die Stoffe mit mindestens drei Werten größer Null und mindestens 40 % der Werte größer Null ergibt sich das in Abbildung 10 und Abbildung 11 dargestellte Bild zu den Fracht-Mittelwerten und Minima/Maxima je Stoff, wobei zu beachten ist, dass hier auch die gemeldeten Null-Werte in die Berechnung einbezogen wurden. Im E-PRTR Register wurden nur Meldungen mit Werten größer Null für die Auswertung verwendet.

Für die Abbildung sind Minimum-Werte gleich Null wegen der logarithmischen Skalierung zu $1,0 \cdot 10^{-5}$ gesetzt worden.

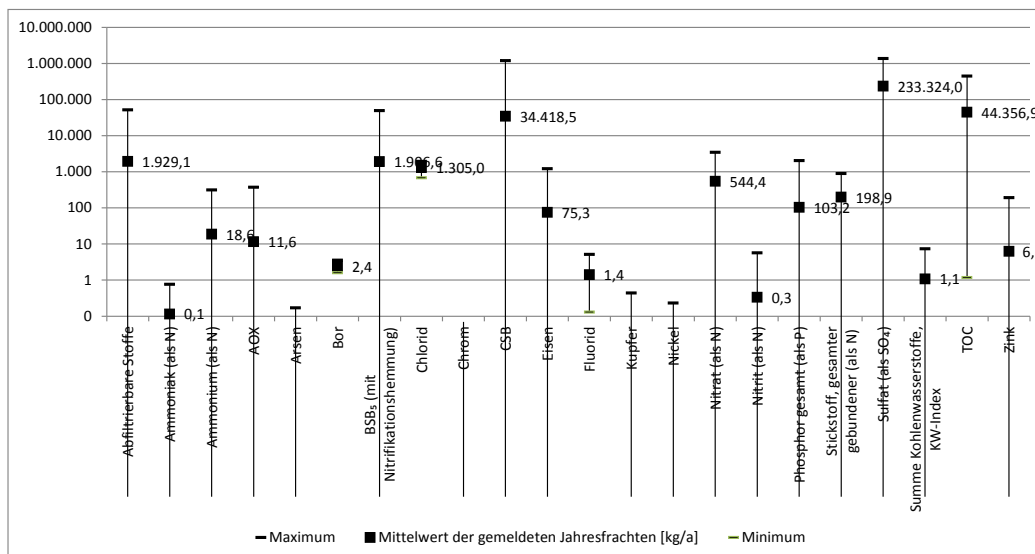


Abbildung 10: Mittelwerte und Minima/Maxima der in EMREG-OW eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Direkteinleitungen in den Jahren 2010-2014 je Schadstoff. Es werden nur jene Schadstoffe angeführt, für die mehr als drei eingebrachte Meldungen vorliegen und bei denen mindestens 40% der Meldungen Werte größer Null aufweisen.

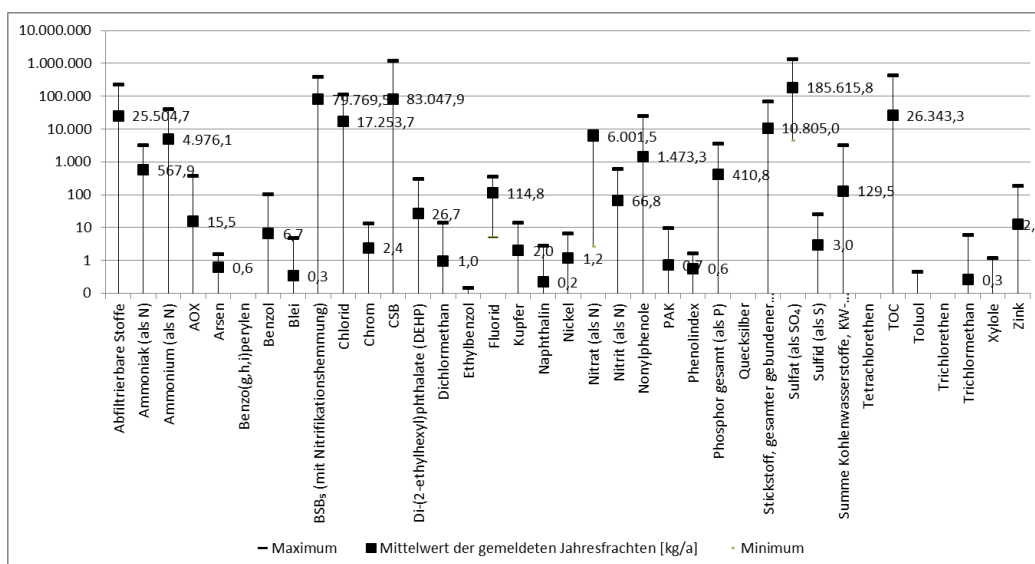


Abbildung 11: Mittelwerte und Minima/Maxima der in EMREG-OW eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Indirekteinleitungen in den Jahren 2010-2014 je Schadstoff. Es werden nur jene Schadstoffe angeführt, für die mehr als drei eingebrachte Meldungen vorliegen und bei denen mindestens 40 % der Meldungen Werte größer Null aufweisen.

Der Vergleich der Frachten aus E-PRTR und EMREG ist in der Abbildung 12 dargestellt. Für die Direkteinleiter liegen bei den meisten – 10 von 14 – Schadstoffen die Frachten im EMREG-OW Register deutlich mit bis zu mehreren Zehnerpotenzen (drei und mehr) unterhalb der im E-PRTR gemeldeten Frachten (s. Abbildung 12 links). Die Ausnahmen sind Phosphor mit 0,4 % des PRTR-Wertes, Zink (0,6 %), TOC (5,0 %) und DEHP, bei dem der Mittelwert im EMREG (6,3 kg/a) sogar um 400 % höher liegt als der im PRTR (1,6 kg/a).

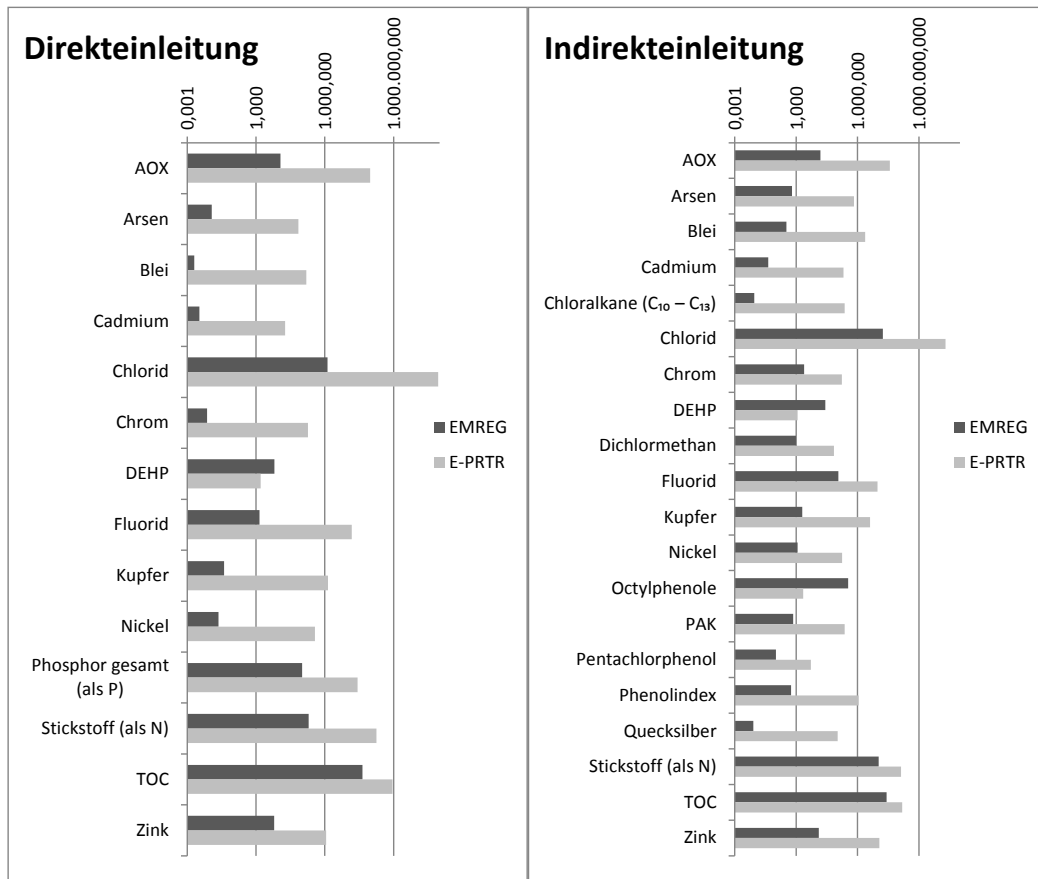


Abbildung 12: Mittelwerte der in E-PRTR und EMREG-OW eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Direkteinleitungen und Indirekteinleitungen je Schadstoff. Es werden nur jene Schadstoffe angeführt, für die mindestens drei eingebrachte Meldungen vorliegen und bei denen beide Werte auf der dargestellten Skala ersichtlich sind.

Für die Indirekteinleitungen ergibt der Vergleich ein ähnliches Bild, wobei hier die Mittelwerte von zehn der 20 dargestellten Schadstoffe mit drei und mehr Zehnerpotenzen unterhalb der im E-PRTR gemeldeten Werte liegen (vgl. Abbildung 12 rechts). Die Werte für Nickel und PAK bewegen sich im Zehntelprozentbereich, während die Werte für Chrom, Dichlormethan, Fluorid, Pentachlorphenol, und Stickstoff (als N) sich im einstelligen Prozentbereich bewegen. TOC hat ca. 17 % des E-PRTR-Wertes, und DEHP liegt mit 26 kg/a um das Zwanzigfache über dem E-PRTR-Wert von 1,2 kg/a. Octylphenole liegen mit 351 kg/a im EMREG sogar um 2 Zehnerpotenzen über dem E-PRTR Wert von 2,2 kg/a, wobei letzterer auf nur drei Meldungen beruht.

Im Folgenden werden die mittleren Konzentrationen je Meldung betrachtet.

Das Bild für die prioritären Stoffe und die mittleren Konzentrationen für Direkt- und Indirekteinleitungen ist in Abbildung 13 gegeben. Es ist dazu zu sagen, dass bei den Direkteinleitungen nur für sieben Stoffe bzw. Stoffgruppen drei oder mehr Frachtmeldungen größer Null verfügbar waren. Dies sind Chloralkane (C₁₀ – C₁₃), Di-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), Hexachlorbenzol, Naphthalin, Nonylphenole, Octylphenole und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Für die Indirekteinleitungen trifft dies auf 20 Stoffe bzw. Stoffgruppen zu (Anthracen, Benzol, Bromierte Diphenylether, Chloralkane (C₁₀ – C₁₃), Di-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), Dichlorethan, 1,2-Isomer, Dichlormethan, Diuron, Hexachlorbenzol, Hexachlorcyclohexan, Isoproturon, Naphthalin, Nonylphenole, Octylphenole, PAK, Pentachlorbenzol, Pentachlorphenol, Tributylzinnverbindungen, Trichlorbenzole, Trichlormethan). Weiters ist festzuhalten, dass nur bei acht der prioritären Stoffe (Indirekteinleitung) der Anteil der Frachtmeldungen größer Null 40 % der Gesamtmeldungen überschreitet.

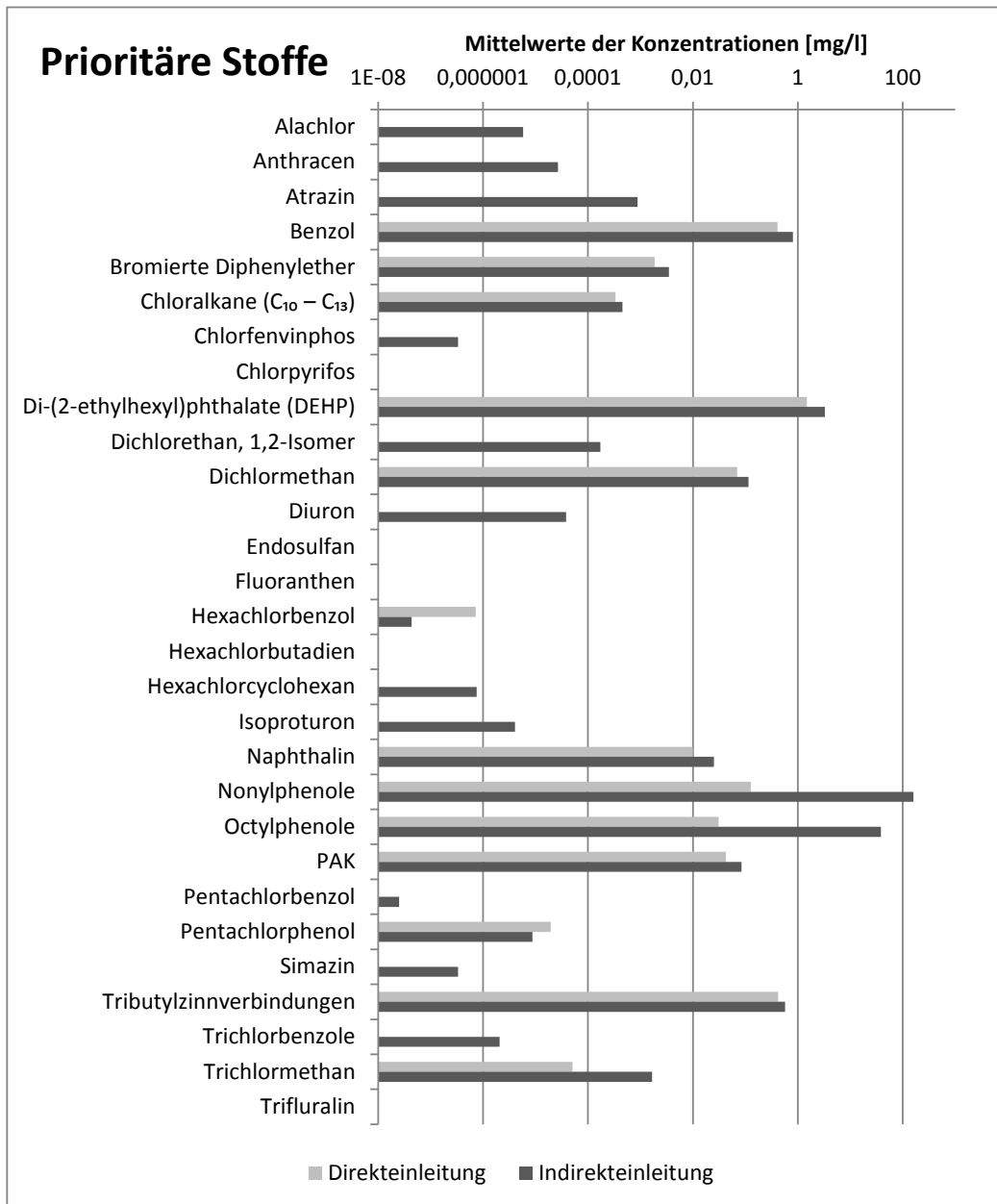


Abbildung 13: Prioritäre Stoffe: Mittelwerte der in EMREG-OW eingebrachten Konzentrationen in [mg/l] zu Direkt- und Indirekteinleitungen je Schadstoff.

Bei den sonstigen Wasserinhaltsstoffen (vgl. Abbildung 14) gibt es für die Direkteinleitungen nur drei Stoffe mit drei oder mehr Meldungen, und bei den Indirekteinleitungen immerhin 13 der 27 Stoffe. Das Kriterium der mindestens 40 % Nicht-Null-Meldungen wird nur für 6 sonstige Stoffe bei den Indirekteinleitungen erfüllt.

Für die weiteren Parameter, dargestellt in Abbildung 15, ist der Anteil der Nicht-Null-Meldungen durchgehend größer 50 %, mit der Ausnahme von gelöstem Phosphor, wofür es nur eine Meldung überhaupt gibt. Im Schnitt gibt es ca. elf Meldungen pro Parameter und Einleitart, und ca. 18 Nicht-Null-Meldungen pro Parameter und Art der Abwasserableitung.

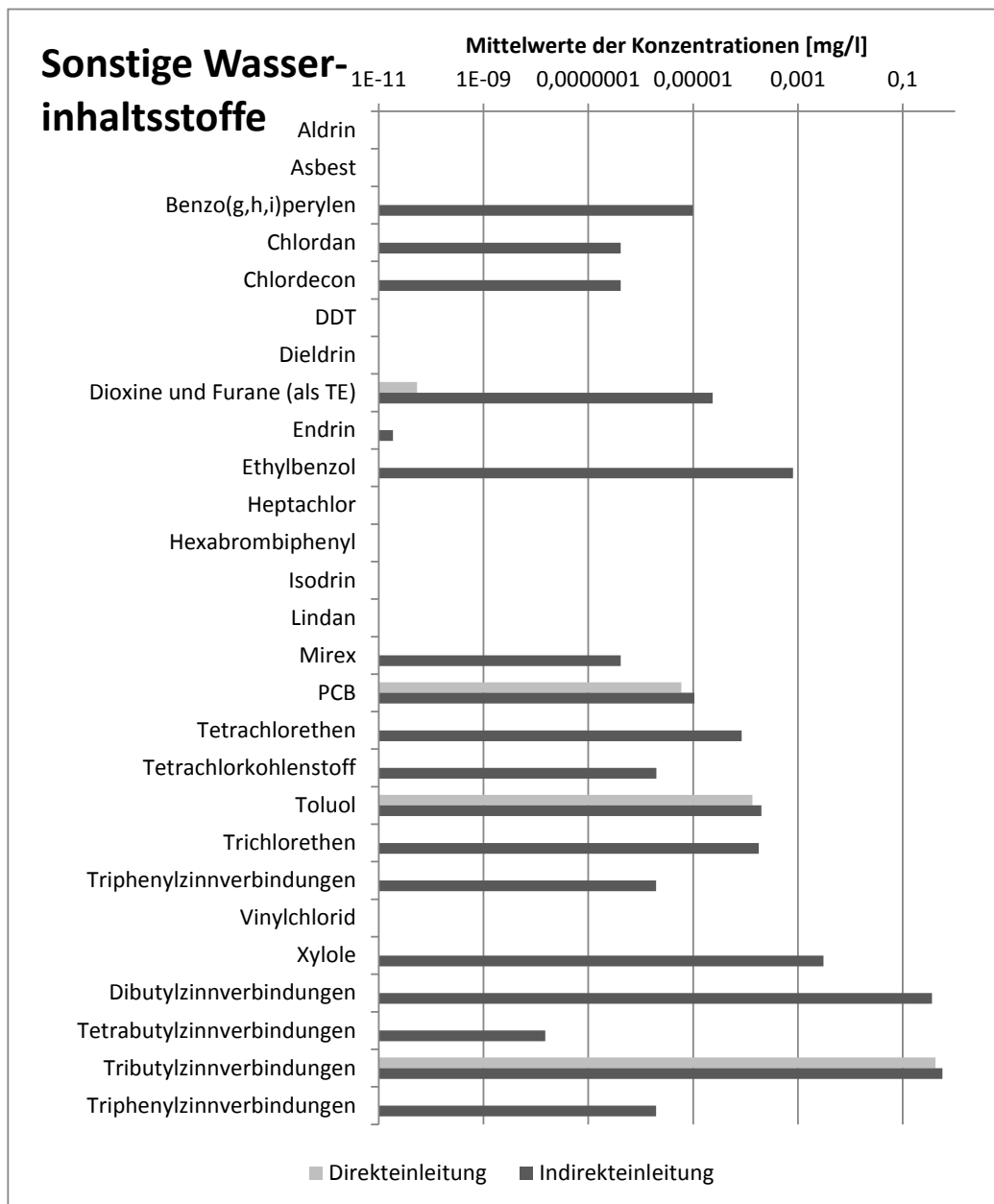


Abbildung 14: Sonstige Wasserinhaltsstoffe: Mittelwerte der in EMREG-OW eingebrachten Konzentrationen in [mg/l] zu Direkt- und Indirekteinleitungen je Schadstoff.

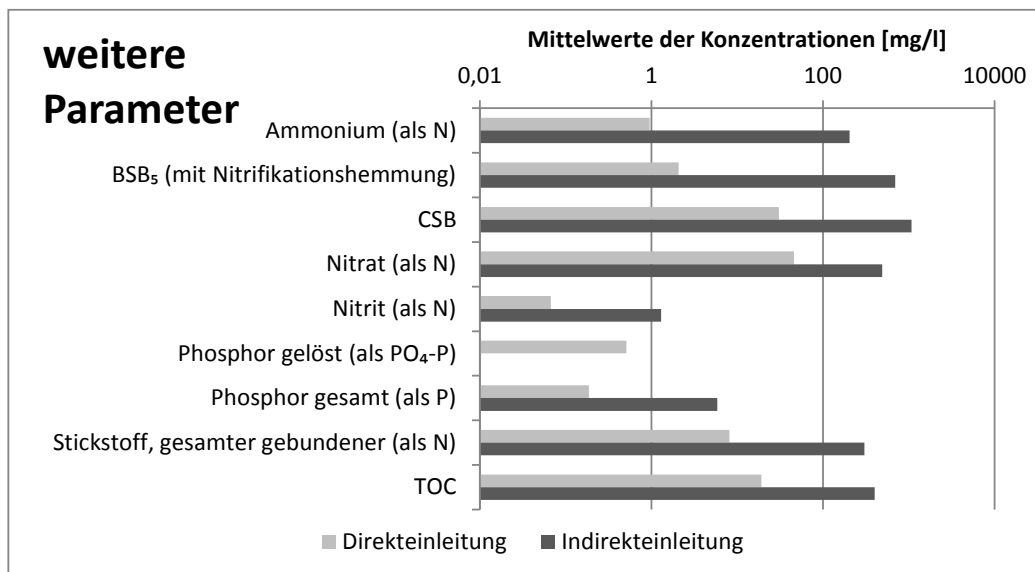


Abbildung 15: Weitere Parameter: Mittelwerte der in EMREG-OW eingebrachten Konzentrationen in [mg/l] zu Direkt- und Indirekteinleitungen je Parameter.

4.2 BSB5 IM DEPONIESICKERWASSER

Tabelle 29 zeigt eine Gegenüberstellung der BSB5 Konzentrationen in den untersuchten Deponiesickerwasserproben. Die Werte stammen aus den Angaben der Deponiebetreiber sowie aus den BSB5 Messungen der gezogenen Proben. Bei den meisten Deponien fällt auf, dass die BSB5-Konzentrationen in den Rückmeldungen der Anlagenbetreiber erheblich höher sind, als die BSB5-Konzentrationen, die in den Projektproben gemessen wurden. Auch bei anderen Parametern fallen Unterschiede auf, jedoch sind die Konzentrationen für CSB oder NH₄-N zumeist ähnlich. Zur Abklärung dieser Unsicherheit wurden daher die Rückstellproben nochmals untersucht.

Die Untersuchung der Rückstellproben zeigt ähnliche Ergebnisse wie die Messungen der untersuchten Deponiesickerwasserproben und bestätigt die starken Abweichungen. Bei den Rückstellproben ist aber sicherlich von einer Abnahme der BSB5-Konzentration auszugehen, weil auch bei gekühlter Lagerung oder beim Einfrieren ein Abbau nicht ausgeschlossen werden kann.

TABELLE 29: GEGENÜBERSTELLUNG DER VERFÜGBAREN BSB5 MESSWERTE.

Deponie	Daten Anlagenbetreiber (2008-2013)	Labor 1 (März 2015)	Labor 2 (Juli 2015, Rückstellproben)
Deponie 1	145-886	31	5,8
Deponie 2	625-2.325	34	10
Deponie 3	-	0,43	<3
Deponie 4	23-56	22	4,4
Deponie 5	250-460	55	11
Deponie 6	-	24	21
Deponie 7	950-1.360	9,4	3,7
Deponie 8	54-224	8,4	9,2
Deponie 9-ZU	3.300	550	280
Deponie 9-AB	-	0,4	3,6

In der folgenden Abbildung 16 sind die CSB und BSB5 Konzentrationen in den Deponiesickerwasserproben gegenübergestellt. Der linke Balken gibt die Angaben der Deponiebetreiber wieder, die von den Anlagenbetreibern mittels des Informationsblattes übermittelt wurden. Der rechte Balken gibt die Messergebnisse in den zehn Proben an. Unter Beachtung des logarithmischen Maßstabs sind auch bei dieser

Darstellung erhebliche Unterschiede zu erkennen. Während die CSB Konzentrationen zumeist ähnlich sind, weichen die BSB5-Anteile deutlich ab.

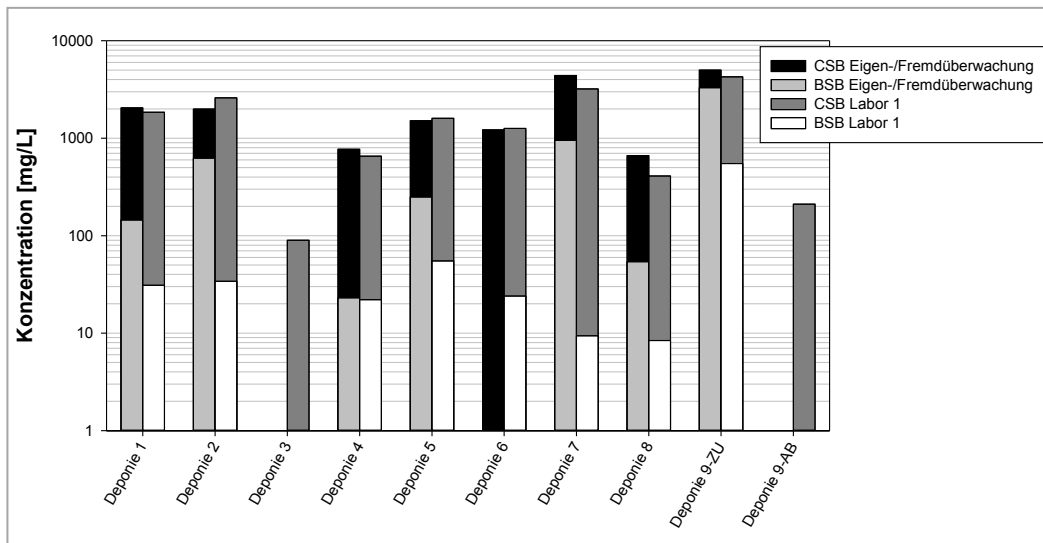


Abbildung 16: Gegenüberstellung der BSB5 und der CSB Messungen in den zehn Deponiesickerwasserproben.

Zur Verdeutlichung des Unterschiedes sind in Abbildung 17 die BSB zu CSB Verhältnisse unter Verwendung der Daten Deponiebetreiber bzw. der Untersuchungsergebnisse von Labor 1 dargestellt.

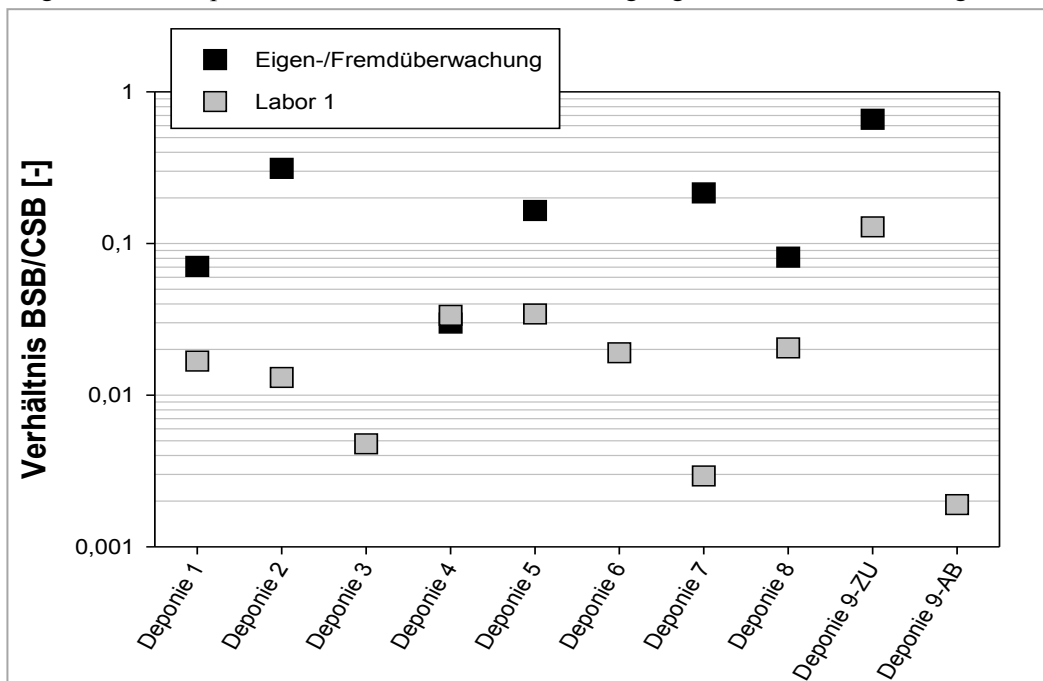


Abbildung 17: Gegenüberstellung der BSB/CSB-Verhältnisse in den zehn Deponiesickerwasserproben unter Verwendung der Daten aus der Eigen-/Fremdüberwachung bzw. der Untersuchungsergebnisse von Labor 1.

Zur weiteren Abklärung wurden im Oktober nochmals von drei ausgewählten Deponien Proben gezogen und die Parameter BSB und CSB von drei Labors gemessen. Die Ergebnisse dieser Wiederholungsmessungen für BSB5 zeigt Tabelle 30 und für CSB sind diese Ergebnisse in Tabelle 31 zusammengefasst.

TABELLE 30: ERGEBNISSE DER WIEDERHOLUNGSMESSUNGEN FÜR BSB5 IN DREI AUSGEWÄHLTEN DEPONIESICKERWÄSSERN.

				BSB [mg/l]
	Methode	Deponie 2	Deponie 7	Deponie 8
Daten Anlagenbetreiber	-	625-2325	950-1360	54-224
Labor 1	DIN EN 1899-1	34	9,4	8,4
Labor 2	DIN EN 1899 T1	10	3,7	9,2
Wiederholungsmessungen				
Labor 1	DIN EN 1899-1	410	8	64
Labor 2	DIN EN 1899 T1	100±10	11±1	22±2
Labor 3	Voith-Sapromat	290	15	69

TABELLE 31: ERGEBNISSE DER WIEDERHOLUNGSMESSUNGEN FÜR CSB IN DREI AUSGEWÄHLTEN DEPONIESICKERWÄSSERN.

				CSB [mg/l]
	Methode	Deponie 2	Deponie 7	Deponie 8
Daten Anlagenbetreiber	-	1994-6119	4400-5400	664-1510
Labor 1	DIN ISO 15705	2600	3210	410
Wiederholungsmessungen				
Labor 1	DIN ISO 15705	5595	1112	2360
Labor 2	DIN ISO 15705	5540±831	2350±353	1120±169
Labor 3	DIN 38409-H41	4900	870	2400

Auch die Wiederholungsmessungen schwanken zum Teil sehr. Während Labor 1 und Labor 3 ähnliche Ergebnisse erzielen, misst Labor 2 zumeist abweichende Konzentrationen, wobei diese beim BSB5 zumeist niedriger sind.

Die gemessenen Werte liegen mit Ausnahme der Deponie 7 aber nunmehr im Bereich der Bandbreite aus der Eigen-/Fremdüberwachung. Beim Sickerwasser aus der Deponie 7 ergaben sich in Hinblick auf die BSB-Konzentrationen Unterschiede um einen Faktor von rund 100.

Auffällig ist weiters, dass die BSB-Konzentrationen bei Deponie 2 und Deponie 8 erheblich höher sind als bei der ersten Messung. Dies trifft auch auf den CSB zu, jedoch nicht im selben Ausmaß, sodass sich das BSB/CSB-Verhältnis zwischen der ursprünglichen Messung und der Wiederholungsmessung stark unterscheidet (Deponie 2: Faktor 7; Deponie 8: Faktor 3). Wären die höheren Konzentrationen bei der Wiederholungsmessung hauptsächlich auf eine geringere Verdünnung des Sickerwassers zurückzuführen – wie dies grundsätzlich anzunehmen wäre – müsste das BSB/CSB-Verhältnis aber in etwa konstant bleiben.

Zur Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse bzw. der Ergebnisse aus der Eigen-/Fremdüberwachung wurden entsprechende Werte aus der Literatur herangezogen. In Tabelle 32 sind Literaturwerte für BSB5-Konzentrationen und BSB/CSB-Verhältnisse, die bei Deponien in der Methanbildungsphase bzw. nach Abschluss der Ablagerung gemessen wurden, zusammengestellt.

Aus Tabelle 32 ist die große Bandbreite gemessener BSB5-Konzentrationen ersichtlich. Diese ist hauptsächlich eine Folge signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Deponien vor allem in Hinblick auf die Art und das Alter der Abfälle, den Sickerwasseranfall (Niederschlagsmenge und Oberflächenabdeckung), die Heterogenität der abgelagerten Abfälle und die Heterogenität des Strömungsfeldes (Anteil präferentiellen Abflusses).

TABELLE 32: LITERATURWERTE FÜR BSB5 UND BSB/CSB-VERHÄLTNIS (WERTE IN KLAMMER: MITTELWERTE).

Referenz		BSB ₅ [mg O ₂ /l]	BSB ₅ /CSB
Ehrig (1989)	Methanphase	20-550 (180)	0,06 (-)
Reinhart & Townsend (1997)	„Alterungsphase“	4-120 (-)	0,02-0,13 (-)
Döberl et al. (2005) *	Deponie Breitenau Feld I	9-31 (17)	0,052-0,093 (0,073)
	Deponie Breitenau Feld II	40-77 (56)	0,047-0,096 (0,066)
	Deponie Breitenau Feld III	62-130 (94)	0,059-0,128 (0,086)
Laner et al. (2011) **	0-5 Jahre nach Ablagerungsende	19-4.200 (570)	0,01-0,58 (0,18)
	5-10 Jahre nach Ablagerungsende	3-1.700 (250)	0,004-0,86 (0,17)
	10-20 Jahre nach Ablagerungsende	3-890 (140)	0,006-0,58 (0,17)
	>20 Jahre nach Ablagerungsende	25-240 (93)	0,03-0,7 (0,24)

* Deponie Breitenau: 16 Einzelmessungen in den Jahren 2003 bis 2005. Die drei Felder wurden mit denselben Abfällen befüllt und unterscheiden sich in der hydraulischen Wirksamkeit ihrer Oberflächenabdeckungen, was dazu geführt hat, dass die zum damaligen Zeitpunkt ca. 15 Jahre alten Abfälle unterschiedliche Abbaugrade aufwiesen.

** bei diesen Datensätzen ist zu beachten, dass sie Werte aus der Eigen-/Fremdüberwachung derselben Deponien wie im gegenständlichen Projekt enthalten und daher für eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt geeignet sind.

Aus den Literaturwerten lässt sich ableiten, dass die im gegenständlichen Projekt ursprünglich, sowie bei der Analyse der Rückstellproben, gemessenen BSB5-Konzentrationen vergleichsweise niedrig sind. Die bei den Wiederholungsmessungen gemessenen Werte liegen innerhalb der Bandbreite der Literaturwerte und sind damit jedenfalls plausibel. Einige der Werte aus der Eigen-/Fremdüberwachung liegen im obersten Bereich der Bandbreite der Literaturwerte. BSB5-Konzentrationen im Bereich von 1.000 mg/l oder darüber, wie bei einigen Deponien als Maximalwert der Eigen-/Fremdüberwachung angegeben, sind zwar nicht gänzlich unplausibel, erscheinen aber zumindest hinterfragenswert.

Insgesamt erscheint in Hinblick auf den Parameter BSB5 die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse, selbst bei gleicher Messmethode, nur eingeschränkt gegeben zu sein.

4.3 HEMMTESTS

Die Ergebnisse der Hemmversuche der untersuchten Sickerwässer sind in Tabelle 33 zusammen gefasst. In den Spalten Hemmung sind die Deponiesickerwasseranteile angegeben, bei denen eine Hemmung von 20 bzw. von 50 % der Stickstoffmaximalatmung beobachtet wurde. In den Spalten Verdünnung sind die Hemmungen der Stickstoffmaximalatmung angeführt, die bei einer Zugabe von 200 ml (20 Volumsprozent) bzw. 500 ml (50 Volumsprozent) Deponiesickerwasser erreicht werden. Die Sickerwässer sind absteigend nach der ermittelten Hemmwirkung sortiert. Die graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse zeigt Abbildung 18.

Eine Hemmung der Stickstoffmaximalatmung von mehr als 20 % wird in dieser Studie als relevant bewertet. Die Hemmung der Stickstoffmaximalatmung bedeutet, dass für die Erhaltung der erforderlichen Nitrifikationskapazität die Masse der Nitrifikanten entsprechend zu erhöhen bzw. bei einer bestimmten Biomassekonzentration ein höheres aerobes Volumen erforderlich ist. Bei Auftreten einer Hemmung der Stickstoffatmung ist somit ein höheres aerobes Belebungsbeckenvolumen erforderlich, um die Anforderungen an die Nitrifikation einzuhalten.

TABELLE 33: ZUSAMMENFASSUNG DER HEMMWIRKUNG DER UNTERSUCHTEN SICKERWÄSSER (VD...VOLUMEN DEPONIESICKERWASSER).

Deponie	Hemmung I		Verdünnung		Beschaffenheit		
	20%	50%	200 ml/l	500 ml/l	BSB ₅ /CS B	TOC/CS B	NH ₄ - N/BSB ₅
	VD [ml/l]	VD [ml/l]	[%]	[%]	%	%	[-]
Deponie 9-ZU	33	99	71	89	0,18	36,02	1,18
Deponie 1	79	167	58	89	12,89	37,61	3,33
Deponie 6	86	242	44	73	0,29	46,29	-
Deponie 4	103	344	35	61	1,31	47,50	13,52
Deponie 3	106	211	47	85	3,31	43,97	5,69
Deponie 2	126	279	36	74	0,20	11,51	0,72
Deponie 5	154	323	29	69	1,68	46,30	17,17
Deponie 7	193	487	21	51	1,90	50,12	14,15
Deponie 9-AB	276	455	9	57	3,43	48,10	23,08
Deponie 8	n.n.	n.n.	13	18	2,05	52,44	33,94

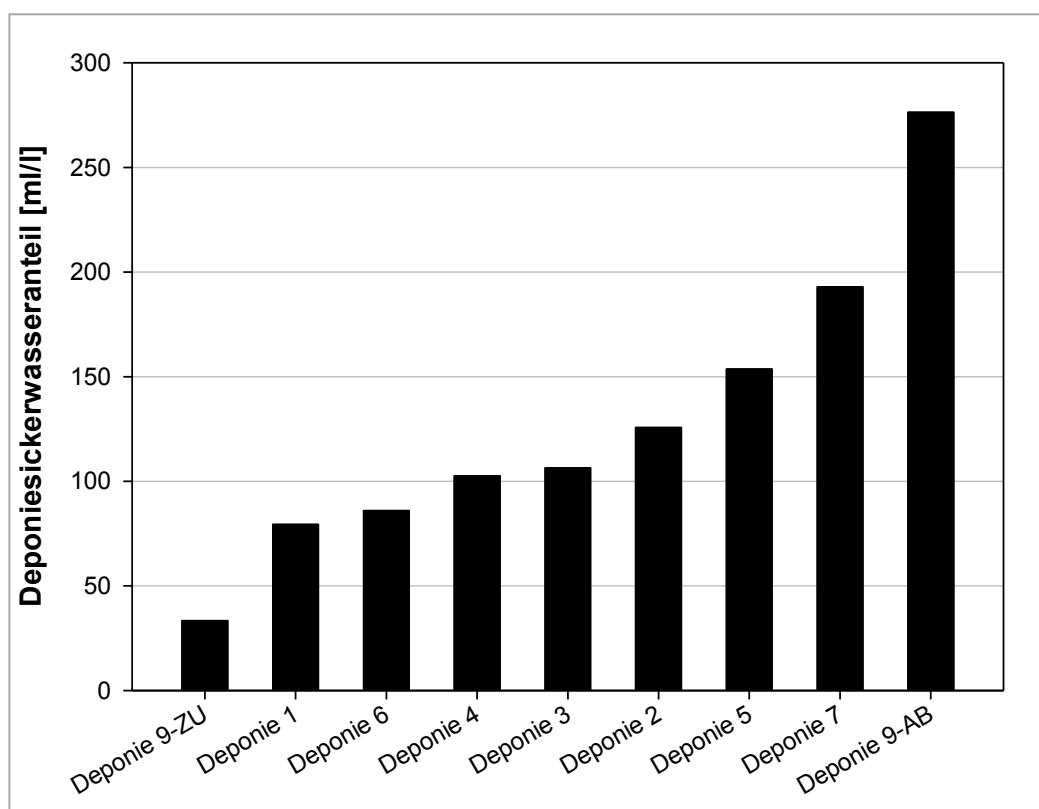


Abbildung 18: Anteil an Deponiesickerwasser im Testansatz, bei dem eine 20%-ige Hemmung zu beobachten ist.

Die höchste Hemmung wurde für das unbehandelte Sickerwasser aus Deponie 9 bestimmt. Bei rund 3 % Deponiesickerwasseranteil (33 ml Deponiesickerwasser auf einen Testansatz von 1 Liter) wurde eine Hemmung von 20 % beobachtet. Bei Deponie 9 wurde auch das vorbehandelte Deponiesickerwasser untersucht und ein deutlicher Rückgang der Hemmwirkung beobachtet. Eine Hemmung von 20 % wurde ab einem Deponiesickerwasseranteil von rund 28 % bestimmt.

Bei den meisten untersuchten Deponiesickerwässern wurde eine Hemmung von 20 % der Stickstoffmaximalatmung ab einem Deponiesickerwasseranteil von 8 bis 12 % beobachtet. Anzumerken ist zu diesen Ergebnissen, dass bei kontinuierlicher Deponiesickerwassereinleitung in eine Belebung eine

Adaptierung der Biomasse anzunehmen ist. Diese würde in einer Abnahme der zu beobachtenden Hemmwirkung resultieren. Die Untersuchungen wurden mit nicht adaptiertem Belebtschlamm durchgeführt.

Bei Deponie 8 wurde bei keinem Versuchsansatz eine Hemmung von 20 % erreicht. Bei einem Sickerwasseranteil von 50 % im Testansatz (500 ml/l) betrug die beobachtete Hemmung der Stickstoffmaximalatmung rund 18 %.

Eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse der Hemmtests für die untersuchten Deponiesickerwasserproben enthält Abschnitt 6.5 im Anhang.

4.4 ABBAUVERSUCHE

Die Ergebnisse der CSB- und TOC-Entfernung aus den Abbauversuchen der unterschiedlichen Sickerwässer sind in Abbildung 19 und zusammenfassend dargestellt. Die detaillierten Anlagenergebnisse je Deponiesickerwasserprobe sind im Anhang in Abschnitt 6.6 beschrieben.

Insgesamt ist zu beobachten, dass bei der biologischen Behandlung der unbehandelten Deponiesickerwässern eine teilweise Entfernung erzielt wird. Die CSB- und TOC-Entfernung lag in einem Bereich von knapp 10 % (Deponie 4) bis rund 70 % (Deponie 7). Für das Sickerwasser der Deponie 9 liegen Messungen vor und nach der Deponiesickerwasserbehandlung vor (siehe Tabelle 21) und diese zeigen eine höhere CSB Entfernung (>90 %). Dazu ist anzumerken, dass die Abbauversuche ausschließlich die Entfernung im biologischen Reaktor untersucht haben. Die Deponiesickerwasserbehandlung der Deponie 9 umfasst zusätzliche Behandlungsschritte (Adsorptionsstufe, Fällung/Flockung und Filtration), die zu einer weiteren CSB Entfernung beitragen. Somit zeigen die Abbauversuche und die Zu- und Ablaufmessungen keine widersprüchlichen Ergebnisse.

Beim vorbehandelten Deponiesickerwasser aus Deponie 9 ist in den Abbauversuchen kein weiterer Abbau festzustellen.

Für Deponie 3 ist eine Auswertung nicht möglich, weil die theoretisch möglichen Konzentrationen unter den gemessenen Konzentrationen lagen. Diese Beobachtung wird auf die hohe Salz- bzw. Chloridfracht zurückgeführt. Bei der CSB-Bestimmung mit Kaliumdichromat fällt Chlorid aus und führt zu einer Fehlbestimmung. Die CSB-Bestimmung kann daher nur bei ausreichender Verdünnung erfolgen, wodurch sich gleichzeitig die zu messende CSB-Konzentration verdünnt und keine korrekte Bestimmung mehr möglich ist. Weiters können erhöhte Chlorid-Konzentrationen durch Potentialdifferenzen eine Auflösung der Bakterienzellen verursachen, sodass es zu einer Erhöhung der CSB-Konzentration kommt. Daher sind in den Abbildungen für Deponie 3 keine Ergebnisse angeführt.

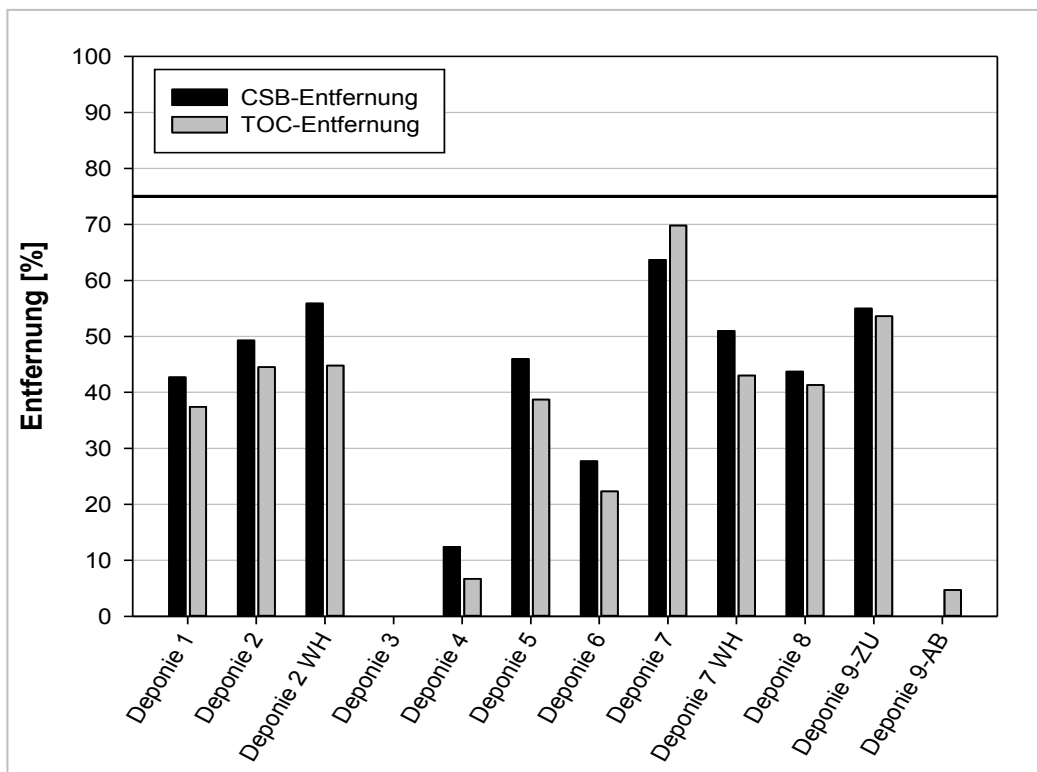


Abbildung 19: CSB- und TOC-Entfernung für Sickerwässer der Deponien 1 bis 9 und der Wiederholungsmessungen.

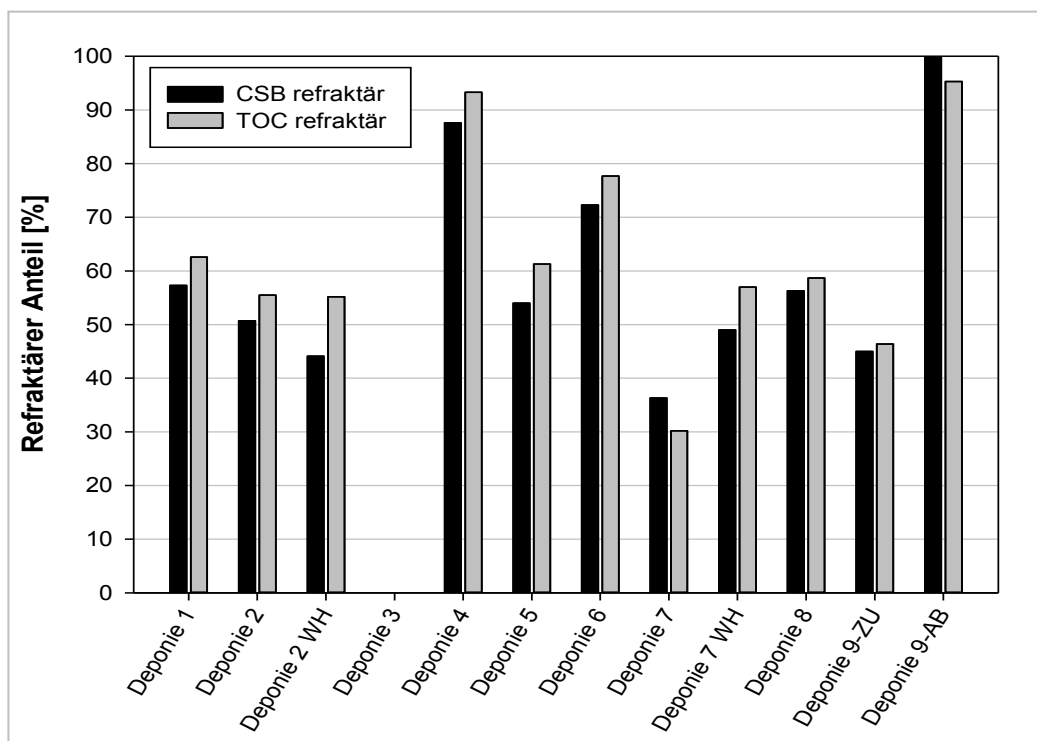


Abbildung 20: Refraktärer CSB- und TOC-Anteil in den Sickerwässern der Deponien 1 bis 9 und der Wiederholungsmessungen.

Mit Ausnahme des unbehandelten Deponiesickerwassers aus Deponie 9 und des Sickerwassers aus Deponie 7 wurde bei den untersuchten Abwässern eine Entfernung von rund 50 % oder weniger beobachtet. Bei den Wiederholungsmessungen zur Abbaubarkeit wurde auch für Deponie 7 eine geringere Entfernung

beobachtet. Die Ergebnisse für CSB und TOC zeigen eine gute Übereinstimmung. Generell ist aber zu beobachten, dass zumeist für den CSB geringfügig höhere Entfernungen berechnet werden.

Die höchsten Anteile an refraktärem CSB bzw. TOC werden für das behandelte Deponiesickerwasser aus Deponie 9 bestimmt und auch für Deponie 4 beträgt dieser Anteil rund 90 %. Bei Deponie 6 wird ein refraktärer Anteil zwischen 70 und 80 % beobachtet. Bei den anderen untersuchten Deponiesickerwässern schwanken diese Anteile zwischen 40 und 60 %. Im Deponiesickerwasser ist der refraktäre Anteil mit rund 30 % am geringsten.

Neben den Konzentrationsmessungen wurden auch die Abbauprobversuche für zwei Deponiesickerwässer wiederholt. Die Proben wurden im Jänner 2015 gezogen und bis zum Beginn der Abbauprobversuche gekühlt gelagert. In dieser Zeit ist ein BSB-Abbau nicht auszuschließen. Dieser Abbau würde das BSB/CSB Verhältnis verringern, aber auch zu entsprechend geringeren CSB-Werten führen. Auch die Abbauprobversuche würden in geringeren Entfernungen resultieren. Demgegenüber stehen die Konzentrationsmessungen, die ähnliche Ergebnisse für den CSB, aber sehr unterschiedliche Ergebnisse für den BSB5 ergeben haben. Zur Bewertung dieser Unsicherheiten, wurden die Abbauprobversuche für zwei Deponiesickerwässer wiederholt und die Ergebnisse der zwei Untersuchungen sind ähnlich. Tabelle 34 stellt die Ergebnisse der Abbauprobversuche mit Sickerwässern der Deponien 2 und 7 aus den Monaten Februar und November gegenüber. Für die Sickerwässer der Deponie 2 liegt die CSB- sowie TOC-Entfernung ca. 6,6 % bzw. 0,4 % auseinander. Die absolute Differenz im CSB- und TOC-Abbau für das Sickerwasser der Deponie 7 beträgt 12,7 und 10,1 %. Die Ergebnisse der Wiederholungsmessungen bestätigen die Ergebnisse der Abbauprobversuche.

TABELLE 34: VERGLEICH DER ERGEBNISSE DER ABBAUPROBVERSUCHE FÜR DIE DEPONIE 2 UND 7.

Probe	Datum	CSB-Konz. [mg/l]	CSB-Abbau [%]	TOC-Abbau [%]
Deponie 2	Feb. 2015	2.600	49,3	44,5
	Nov. 2015	5.595	55,9	44,1
Deponie 7	Feb. 2015	3.210	63,7	38,9
	Nov. 2015	2.360	51,0	49,0

4.5 SPURENSTOFFE IN DEPONIESICKERWÄSSERN

4.5.1 VORKOMMEN

Es wurden 117 Parameter (Einzelstoffe und Summenparameter) untersucht. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in Abschnitt 6.7 im Anhang für die untersuchten Deponiesickerwasserproben zusammengestellt. Einen Überblick über die Nachweishäufigkeit der untersuchten Spurenstoffe zeigt Abbildung 21.

Von den 117 analysierten Parametern waren 44 Stoffe in keiner der zehn Deponiesickerwasserproben nachweisbar. Diese Stoffe, die in keiner der analysierten n Deponiesickerwasserproben nachweisbar waren, sind in Tabelle 35 zusammengefasst.

Alle anderen Stoffe wurden zumindest in einer Probe nachgewiesen.

TABELLE 35: STOFFE, DIE IN KEINER DER ZEHN UNTERSUCHTEN DEPONIESICKERWASSERPROBEN NACHGEWIESEN WURDEN.

Parameter	Parameter	Parameter
α-Hexachlorcyclohexan	cis-Chlorfenvinphos	Tetrachlorethen
β-Hexachlorcyclohexan	trans-Chlorfenvinphos	Quecksilber (filtriert)
δ-Hexachlorcyclohexan	Chlorpyriphos	2,4-Dichlorphenol
Alachlor	Trifluralin	2,5-Dichlorphenol
o,p'-DDT	Hexachlorbutadien	Aclonifen
Heptachlor	Pentachlornitrobenzol	Dichlorvos
cis-Heptachlorepoxyd	1,2,3-Trichlorbenzol	Quinoxifen
trans-Heptachlorepoxyd	Pentachlorbenzol	Bifenox
Dieldrin	Hexachlorbenzol	Omethoat
Endrin	Benzylchlorid	Mevinphos
Isodrin	Dichlormethan	Phosalon
cis-Chlordan	1,2-Dichlorethan	Trichlorfon
trans-Chlordan	trans-1,2-Dichlorethen	Simazin
α-Endosulfan	Trichlorethen	Sebuthylazin
β-Endosulfan	Tetrachlormethan	

Alle Stoffe, die in zumindest einer Probe nachweisbar waren, wurden nach einer Minimalbewertung und einer Maximalbewertung ausgewertet. Für die Minimalbewertung wurden nicht nachweisbare Stoffe gleich null gesetzt und alle Nachweise kleiner Bestimmungsgrenze mit der Nachweisgrenze berücksichtigt. Für die Maximalbewertung wurden nicht nachweisbare Stoffe gleich der Nachweisgrenze und alle Nachweise kleiner Bestimmungsgrenze gleich der Bestimmungsgrenze gesetzt.

In Tabelle 36 sind die Ergebnisse der Deponiesickerwasserproben zusammengefasst. Die Auswertungen berücksichtigen die neun unbehandelten Deponiesickerwasserproben. Die behandelte Deponiesickerwasserprobe aus Deponie 9 ist mit den anderen Proben nicht vergleichbar und würde die berechneten Mittelwerte für jene Stoffe abmindern, die bei der Behandlung zurückgehalten werden. Wird beim Mittelwert ein Bereich angegeben, gibt dieser die Mittelwerte der Minimal- und der Maximalbewertung wieder. Zudem sind das Minimum aus der Minimalbewertung und das Maximum aus der Maximalbewertung angeführt.

Bei den Metallen sind die Ergebnisse der Analysen der Gesamtpuben angegeben. Die Konzentrationen in den filtrierten Proben liegen geringfügig unter den Gesamtkonzentrationen.

Die Darstellung dieser Ergebnisse enthält Abbildung 22.

In allen oder fast allen Proben nachweisbar waren Fluoride, Metalle, EDTA, PFOS, Bisphenol-A, Nonylphenole, bromierte Diphenylether und Dibutylzinnverbindungen. Für diese Stoffe (Metalle, EDTA, Fluoride, Bisphenol-A) wurden auch die höchsten Konzentrationen gemessen. Auffällig ist der häufig sehr hohe Schwankungsbereich (z.B. Bisphenol-A) über mehrere Größenordnungen.

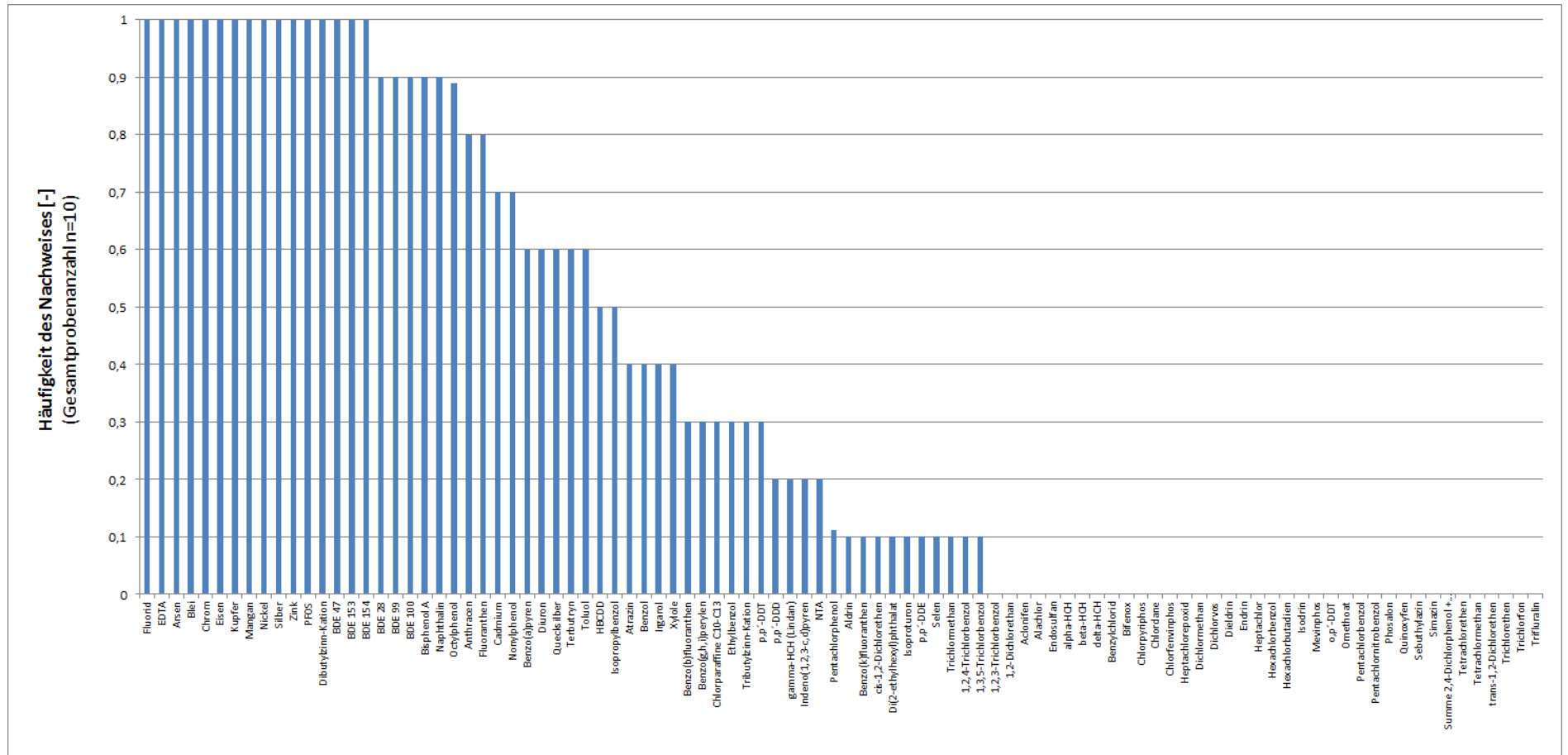


Abbildung 21: Nachweishäufigkeit der untersuchten Spurenstoffe (ausgedrückt als Quotient der positiven Nachweise bezogen auf die Gesamtprobenzahl n=10)

TABELLE 36: ZUSAMMENFASSUNG DER MESSERGEBNISSE [$\mu\text{g/L}$] FÜR STOFFE, DIE IN MINDESTENS EINER PROBE NACHGEWIESEN WURDEN.

Parametergruppe	Parameter	Anzahl (n=9)			Mittelwert	Minimum	Maximum
		n.n.	<BG	Messwerte	[$\mu\text{g/l}$]	[$\mu\text{g/l}$]	[$\mu\text{g/l}$]
Referenzparameter	AOX	-	1	8	140-190	25	480
Referenzparameter	Cyanid	-	5	4	3,8-15	2,5	50
Referenzparameter	Sulfid	-	6	3	140-200	50	640
Referenzparameter	KW-Index	-	-	9	1.600-2.000	1.200	2.200
Bromierte Diphenylether	BDE 153	-	-	9	0,00071	0,000009	0,0031
Fluoride	Fluoride	-	-	9	3.200	560	8500
Komplexbildner	EDTA	-	-	9	830	190	1600
Metalle	Arsen (gesamt)	-	-	9	53	11	200
Metalle	Chrom (gesamt)	-	-	9	560	26	1200
Metalle	Kupfer (gesamt)	-	-	9	520	5,5	3000
Metalle	Eisen (gesamt)	-	-	9	3.900	100	10000
Metalle	Mangan (gesamt)	-	-	9	280	43	690
Metalle	Nickel (gesamt)	-	-	9	210	42	620
Metalle	Blei (gesamt)	-	-	9	23	1,5	74
Metalle	Zink (gesamt)	-	-	9	400	20	1800
Organozinnverbindungen	Dibutylzinn	-	-	9	0,022	0,0059	0,059
Perfluorierte Tenside	Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	-	-	9	0,45	0,019	0,84
Bromierte Diphenylether	BDE 100	1	-	8	0,00062	0	0,0023
Bromierte Diphenylether	BDE 154	-	1	8	0,00061	0,00000064	0,0017
Bromierte Diphenylether	BDE 47	-	1	8	0,0034-0,0035	0,00000026	0,011
Bromierte Diphenylether	BDE 99	1	-	8	0,0032	0	0,012
Metalle	Silber (gesamt)	-	1	8	0,96-0,97	0,011	2,1
Bromierte Diphenylether	BDE 28	1	1	7	0,00014	0	0,00065
Industriechemikalien	Bisphenol-A	1	1	7	2.000	0	9500
Industriechemikalien	Nonylphenole	2	-	7	3,5	0	12
PAK	Anthracen	1	1	7	0,11	0	0,56
PAK	Fluoranthren	1	1	7	0,057-0,058	0	0,25
PAK	Naphthalin	1	1	7	2,2	0	17
Industriechemikalien	Octylphenole	1	1	6	2,0-2,1	0	8,9
Metalle	Cadmium (gesamt)	2	1	6	41	0	360
Metalle	Quecksilber (gesamt)	3	-	6	0,44-0,45	0	2,7

ERGEBNISSE

Pestizide	Terbutryn	3	-	6	0,079-0,088	0	0,19
Pestizide	Atrazin	5	-	4	0,060-0,074	0	0,22
Pestizide	Cybutryn	5	-	4	0,042-0,055	0	0,15
VOC	Isopropylbenzol	4	1	4	0,72-0,87	0	2,2
VOC	m-, p-Xylol	5	-	4	1,7-1,8	0	6,8
VOC	o-Xylol	5	-	4	1,4-1,5	0	7,4
Pestizide	Diuron	3	3	3	0,063-0,079	0	0,27
VOC	Toluol	3	3	3	0,90-1,2	0	4,7
Hexabromcyclododecan	Hexabromcyclododecan (HBCDD)	5	2	2	0,036-0,057	0	0,2
Organozinnverbindungen	Tributylzinn (TBT)	6	1	2	0,0013-0,0021	0	0,0057
PAK	Benzo(a)pyren	3	4	2	0,010-0,012	0	0,08
PAK	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	7	-	2	0,035-0,036	0	0,31
Metalle	Selen (gesamt)	8	-	1	51-53	0	460
Organochlorverbindungen	1,2,4-Trichlorbenzol	8	-	1	0,012-0,057	0	0,11
Organochlorverbindungen	g-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	7	1	1	0,00416-0,0063	0	0,034
Organochlorverbindungen	p,p'-DDT	6	2	1	0,0026-0,0070	0	0,013
Pestizide	Isoproturon	8	-	1	0,014-0,037	0	0,13
VOC	Benzol	5	3	1	1, 1-1,4	0	9,1
VOC	Ethylbenzol	6	2	1	0,46-0,73	0	3,8
Chlorparaffine	C ₁₀₋₁₃ Chloralkane	6	3	-	0,067-0,62	0	1
Komplexbildner	NTA	7	2	-	5, 6-31	0	50
Organochlorverbindungen	1,3,5-Trichlorbenzol	8	1	-	0,0056-0,056	0	0,1
Organochlorverbindungen	Aldrin	8	1	-	0,00028-0,0028	0	0,005
Organochlorverbindungen	p,p'-DDD	7	2	-	0,00056-0,0031	0	0,005
Organochlorverbindungen	p,p'-DDE	8	1	-	0,00028-0,0028	0	0,005
PAK	Benzo(b)fluoranthen	6	3	-	0,0011-0,0059	0	0,011
PAK	Benzo(g,h,i)perylen	6	3	-	0,00063-0,0034	0	0,0063
PAK	Benzo(k)fluoranthen	8	1	-	0,00030-0,0033	0	0,0085
Phenole	Pentachlorphenol	7	1	-	0,022-0,20	0	0,4
Phthalate	DEHP	8	1	-	0,072-0,72	0	1,3
VOC	1,2-Dichlorethen	8	1	-	0,014-0,19	0	0,64
VOC	Trichlormethan	8	1	-	0,017-0,22	0	0,74

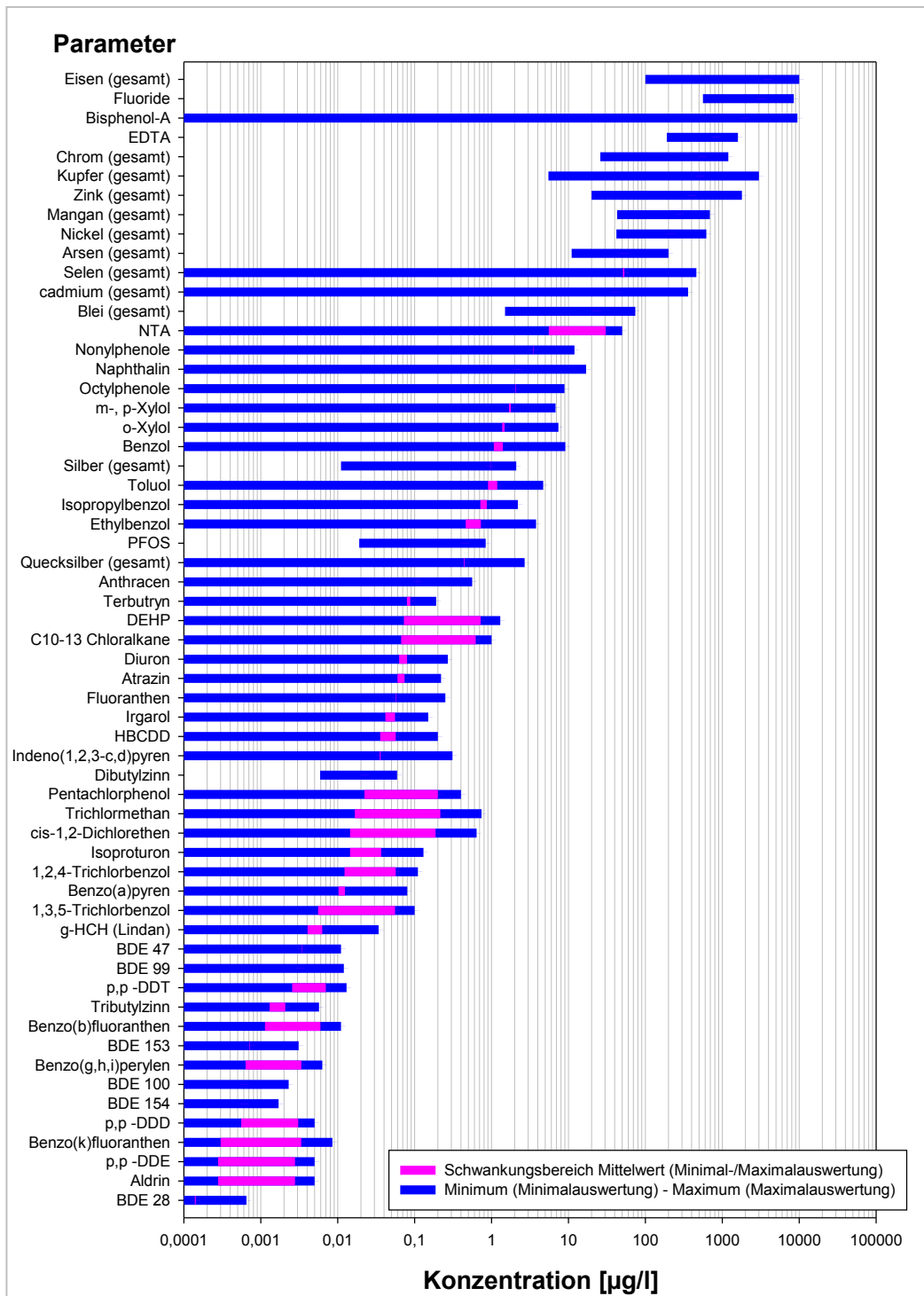


Abbildung 22: Zusammenfassung der Analysenergebnisse der untersuchten Deponiesickerwasserproben (Mittelwerte, Minima und Maxima).

4.5.2 RÜCKHALT BEI DER VORBEHANDLUNG

Bei Deponie 9 wird das Sickerwasser am Standort vorbehandelt. Diese Vorbehandlung erfolgt mittels Bioreaktor und anschließender Ultrafiltration und Nanofiltration sowie einer Aktivkohlefiltration. Diese Vorbehandlung führt zu einer deutlichen Verringerung der Konzentration der untersuchten Stoffe im Ablauf der Vorbehandlungsanlage. Eine Gegenüberstellung der Zulauf- und der Ablaufkonzentrationen sowie die daraus errechneten Entfernungen sind in Abbildung 23 dargestellt.

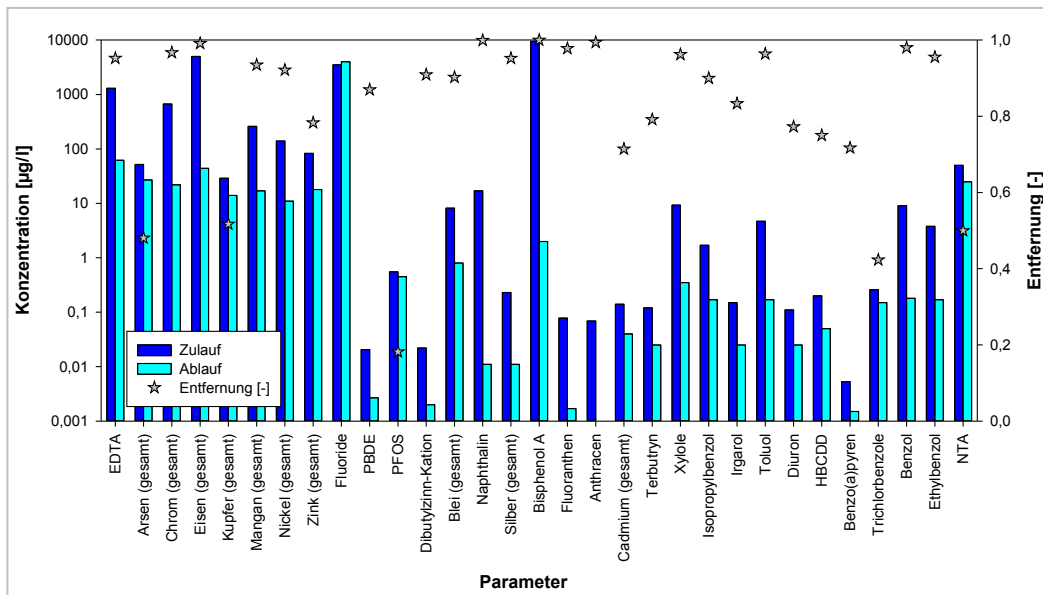


Abbildung 23: Gegenüberstellung der Zu- und Ablaufkonzentrationen der Vorbehandlungsanlage der Deponie 9 sowie die daraus berechneten Entfernungen für die untersuchten Stoffe.

Bei den meisten Stoffen ist ein sehr hoher Rückhalt in der Vorbehandlungsanlage zu beobachten. Geringer ist der Rückhalt z.B. für Trichlorbenzole. Die Konzentrationen der Trichlorbenzole sind jedoch bereits im Zulauf zumeist unterhalb der Bestimmungsgrenze, womit im Zulauf sehr geringe Konzentrationen vorliegen.

Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) wird in der Vorbehandlung nur marginal zurückgehalten und die berechnete Entfernung beträgt rund 20 %. Dies bestätigt Untersuchungen in kommunalen Kläranlagen, die ähnlich geringe Rückhaltewirkungen dokumentieren. Auch die Filtrationsstufen (Nanofiltration) und die Adsorptionsstufe (Aktivkohlefiltration) scheinen keine Verbesserung des Rückhalts zu bewirken.

Vergleich mit den Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser

Die AEV Deponiesickerwasser gibt für 23 Parameter Emissionsbegrenzungen vor, wobei zwischen Direkt- und Indirekteinleitern unterschieden wird. Die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser sind in Tabelle 37 zusammengefasst. Baurestmassendeponien, Reststoffdeponien oder Inertabfalldeponien sind nicht durch die AEV Deponiesickerwasser erfasst. Für diese Deponien ist die Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV) relevant, wobei jedoch für die Parameter Toxizität, Ammoniak und Gesamter gebundener Stickstoff (TNb) die Emissionsbegrenzungen gemäß Anhang A der AEV Deponiesickerwasser gelten (siehe auch Abschnitt 1.1.2).

Somit fallen alle beprobten Deponien außer Deponie 3 (Reststoffdeponie) in den Geltungsbereich der AEV Deponiesickerwasser.

TABELLE 37: EMISSIONSBEGRENZUNGEN FÜR DIREKT- UND INDIKTEINLEITER NACH AEV DEPONIESICKERWASSER.

Parameter	Anforderungen an Einleitungen in Fließgewässer	Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation
Abfiltrierbare Stoffe	20	100
pH-Wert	6,5-8,5	6,5-9,5
Arsen	0,1	0,1
Blei	0,5	0,5
Cadmium	0,1	0,1
Chrom-Gesamt	0,5	0,5

ERGEBNISSE

Kupfer	0,5	0,5
Nickel	0,5	0,5
Quecksilber	0,01	0,01
Zink	0,5	0,5
Ammonium	10	200 (bei Korrosionsgefahr und Einsatz von ungeschützten zementgebundenen Werkstoffen gilt 50)
Ammoniak	0,5	20 (bei Korrosionsgefahr und Einsatz von ungeschützten zementgebundenen Werkstoffen gilt 5)
Gesamter gebundener Stickstoff	50	-
Nitrit	2	10
Sulfid	0,5	2
TOC	20	120 oder Abbaubarkeit von 75% (65%) im Zahn-Wellens-Test
CSB	50	300 oder Abbaubarkeit von 75% (65%) im Zahn-Wellens-Test
BSB	10	-
AOX	0,5	0,5
Summe KW	5	15
BTXE	0,1	0,5

Alle beprobten Deponien sind Indirekteinleiter, womit die Emissionsbegrenzungen der Spalte II der Anlage A der AEV Deponiesickerwasser anzuwenden sind (ausgenommen Deponie 3). Die Messwerte der acht unbehandelten Deponiesickerwasserproben und die jeweilige Konzentration im Ablauf der Vorbehandlungsanlage bei Deponie 9 werden mit diesen Emissionsbegrenzungen verglichen (siehe Abbildung 24).

Es sind die Konzentrationen in den unbehandelten Deponiesickerwasserproben (ausgenommen die Ergebnisse für Deponie 3) und die Konzentrationen nach der Vorbehandlungsanlage auf Deponie 9 relativ zu den Vorgaben nach AEV Deponiesickerwasser dargestellt.

Für die Parameter Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber, Sulfid, AOX, Summe KW und BTXE (Benzol, Toluol, Xylol und Ethylbenzol) werden die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser für die Indirekteinleitung in eine öffentliche Kanalisation bereits in den unbehandelten Deponiesickerwasserproben eingehalten.

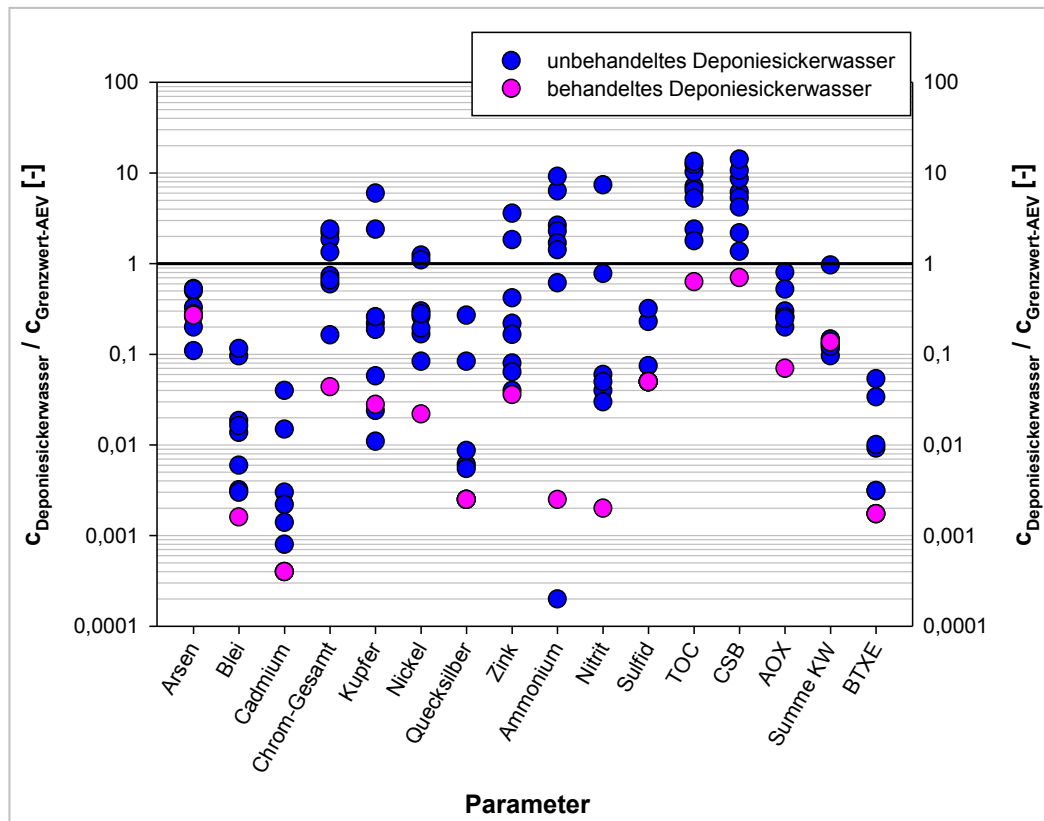


Abbildung 24: Vergleich der Konzentrationen im Deponiesickerwasser mit den Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser für Indirekteinleiter (relative Werte).

Bei den Parametern Chrom-Gesamt, Kupfer, Nickel, Zink, Ammonium, Nitrit, TOC und CSB werden die Emissionsbegrenzungen der AEV Deponiesickerwasser für die Einleitung in eine öffentliche Kanalisation in zumindest einer Probe nicht eingehalten. Im Ablauf der Vorbehandlung bei Deponie 9 werden auch die Emissionsbegrenzungen jener Parameter eingehalten, die im unbehandelten Deponiesickerwasser überschritten sind.

Aber auch das aufwändig behandelte Sickerwasser der Deponie 9 hält die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser für Direkteinleiter nicht ein. Die Konzentrationen der Parameter Gesamtstickstoff, Ammonium, TOC und CSB liegen deutlich über den jeweiligen Emissionsbegrenzungen. Vor allem der Parameter Gesamtstickstoff mit einer Konzentration von rund 1 g/l überschreitet die Vorgaben deutlich. Dazu ist aber zu erwähnen, dass das behandelte Deponiesickerwasser aus Deponie 9 indirekt in eine kommunale Kläranlage eingeleitet wird und somit die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser für die Direkteinleitung nicht gelten.

In allen unbehandelten Deponiesickerwasserproben (ausgenommen Deponie 3) werden die Vorgaben für TOC und CSB nicht erfüllt. Die AEV Deponiesickerwasser gibt vor, dass eine Einleitung von Deponiesickerwasser in eine öffentliche Kanalisation nur zulässig ist, wenn der biologische Abbaugrad zumindest 75 % beträgt, ausgenommen die CSB- bzw. TOC-Konzentrationen sind nicht größer als 300 bzw. 120 mg/l.

In den untersuchten Deponiesickerwasserproben werden diese geforderten Abbaugrade in den Abbaueversuchen (siehe Kapitel 4.4) nicht erreicht. So liegen die Anteile des refraktären CSB zwischen rund 30 und über 90 % und die Entfernung zwischen 10 und 70 %. Anzumerken ist dazu, dass die durchgeführten Abbaueversuche im Detail nicht dem geforderten Zahn-Wellens-Test entsprechen. Nichtsdestotrotz kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse vergleichbar sein sollten. Bei beiden Tests erfolgt die

Bestimmung der Abbaubarkeit über den CSB und keiner der zwei Tests erlaubt eine Abgrenzung von Abbau und Adsorption. Die Kurven der theoretischen und der gemessenen CSB Konzentration zeigen jeweils eine einheitliche Steigung und es scheint keine Adaptation der Biomasse zu geben. Es ist daher zu schließen, dass die Vorgabe einer Abbaubarkeit von zumindest 75 % in den untersuchten Deponiesickerwasserproben nicht erreicht wird.

Die CSB Konzentrationen schwanken zwischen 410 und 4.300 mg/l und liegen deutlich über den Anforderungen der AEV Deponiesickerwasser. Eine Vorbehandlung der Abwässer ist somit erforderlich. Die Messungen bei Deponie 9 zeigen, dass nach der Vorbehandlung über eine biologische Stufe, eine Filtrations- und eine Adsorptionsstufe die Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser für die Indirekteinleitung eingehalten werden können. Nach dieser Vorreinigung liegen die CSB und TOC Konzentrationen unter den Grenzwerten nach der AEV Deponiesickerwasser für die Indirekteinleitung. In diesem Fall sind die Anforderungen an den Abbaugrad nicht einzuhalten.

4.5.3 VERGLEICH DER SPURENSTOFFKONZENTRATION IM DEPONIESICKERWASSER UND IM KLÄRANLAGENZULAUF

Die Konzentrationen der beprobten Deponiesickerwässer wurden mit den in Umweltbundesamt (2009) dokumentierten Zulaufkonzentrationen von 15 Kläranlagen verglichen. Insgesamt liegen für 45 Stoffe bzw. Stoffgruppen Messergebnisse vor. Wie in der Tabelle 38 dargestellt, liegen für knapp die Hälfte der Stoffe bzw. Stoffgruppen, für die Messungen vorliegen, die Konzentrationen im Deponiesickerwasser unter den Konzentrationen in den Kläranlagenzulaufen (Verhältnis 0-1). Für etwa ein Drittel der Stoffe und Stoffgruppen, für die Messungen verfügbar sind, liegen die Konzentrationen im Deponiesickerwasser bis zu einem Faktor 5 über den Konzentrationen im Kläranlagenzulauf. Für rund ein Viertel der Parameter wurden in den Deponiesickerwasserproben deutlich höhere Konzentrationen gemessen als in Kläranlagenzulaufen. Einen detaillierten Vergleich für die untersuchten Parameter enthält Tabelle 62 in Abschnitt 6.8 im Anhang.

TABELLE 38: VERHÄLTNISS VON KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER ZU KLÄRANLAGENZULÄUFEN.

Verhältnis Konzentration Deponiesickerwasser zu Konzentration kommunales Abwasser	Anzahl Parameter	
	Minimalbewertung	Maximalbewertung
0-1	21	17
1-5	14	18
5-10	3	1
10-20	3	4
> 20	4	5

Bei Kupfer (filtriert), Cyanid und Isopropylbenzol liegt das Verhältnis zwischen 5 und 10, bei Nickel (filtriert), EDTA und Octylphenol zwischen 10 und 20 und bei Arsen (filtriert), Chrom (filtriert), Cadmium (filtriert) und Bisphenol A über 20. Das höchste Verhältnis wird für Bisphenol A mit rund 620 errechnet. Bei Bisphenol A ist jedoch die enorme Spannweite der Messwerte im Deponiesickerwasser zu berücksichtigen (6 Messwerte unter 3,4 µg/l und 3 Messwerte über 1.400 µg/l mit einem Spitzenwert von 9.500 µg/l) (siehe hierzu Abbildung 22).

Auch bei Cadmium (filtriert) ist die hohe Durchschnittskonzentration im Sickerwasser im Wesentlichen auf eine Probe zurückzuführen. Ohne diese Anlage läge die Durchschnittskonzentration nicht bei rund 36 µg/l sondern nur bei 0,60 µg/l, wodurch sich das Verhältnis auf unter 1 verschieben würde.

Vor allem für diese Stoffe mit hohen Verhältnissen, kann das Deponiesickerwasser einen relevanten Beitrag zur Gesamtfracht im Zulauf einer Kläranlage darstellen.

Für Stoffe, die im Deponiesickerwasser in höheren Konzentrationen nachgewiesen wurden als im kommunalen Abwasser, wurde daher eine Frachtabschätzung durchgeführt. Dabei wurde zwei Szenarien unterschieden:

- Szenario 1: theoretischer Sickerwasseranteil im Kläranlagenzulauf beträgt 1 %,
- Szenario 2: theoretischer Sickerwasseranteil im Kläranlagenzulauf beträgt 5 %.

Für die Frachtabschätzung wurden für die Metalle die Gesamtkonzentrationen verwendet und nicht die im Filtrat bestimmten Konzentrationen, weil auch im Kläranlagenzulauf Gesamtkonzentrationen vorliegen. Bei den polybromierten Diphenylethern wurde nicht mit den einzelnen Kongeneren, sondern mit der Summe der Kongenere BDE 28, BDE, 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153 und BDE 154 gerechnet. Zudem wurden CSB, BSB5 und Gesamtstickstoff betrachtet. Zur Berechnung des Frachtanteils des Deponiesickerwassers wurden der Mittelwert und der Maximalwert der gemessenen Konzentrationen der unbehandelten Deponiesickerwässer der beprobten Deponien mit Massenabfallkompartimenten verwendet. D.h. nicht berücksichtigt wurden die Messergebnisse aus Deponie 3 (Reststoffdeponie) und das behandelte Deponiesickerwasser aus Deponie 9. Als Referenzfracht für den Kläranlagenzulauf wurden die Konzentrationen aus den Kläranlagenuntersuchungen verwendet die in Umweltbundesamt (2009) dokumentiert sind. Die Ergebnisse zeigen Abbildung 25 und Abbildung 26. Der Wert 1 entspricht der Zulauffracht der Kläranlage und der Balken gibt den Anteil der Fracht des Deponiesickerwassers an dieser Gesamtzulauffracht an. Erreicht der blaue Balken 1,0, so stammt die jeweilige Stofffracht zur Gänze aus dem Deponiesickerwasser. Die Berechnung enthält Tabelle 63 in Abschnitt 6.8 im Anhang.

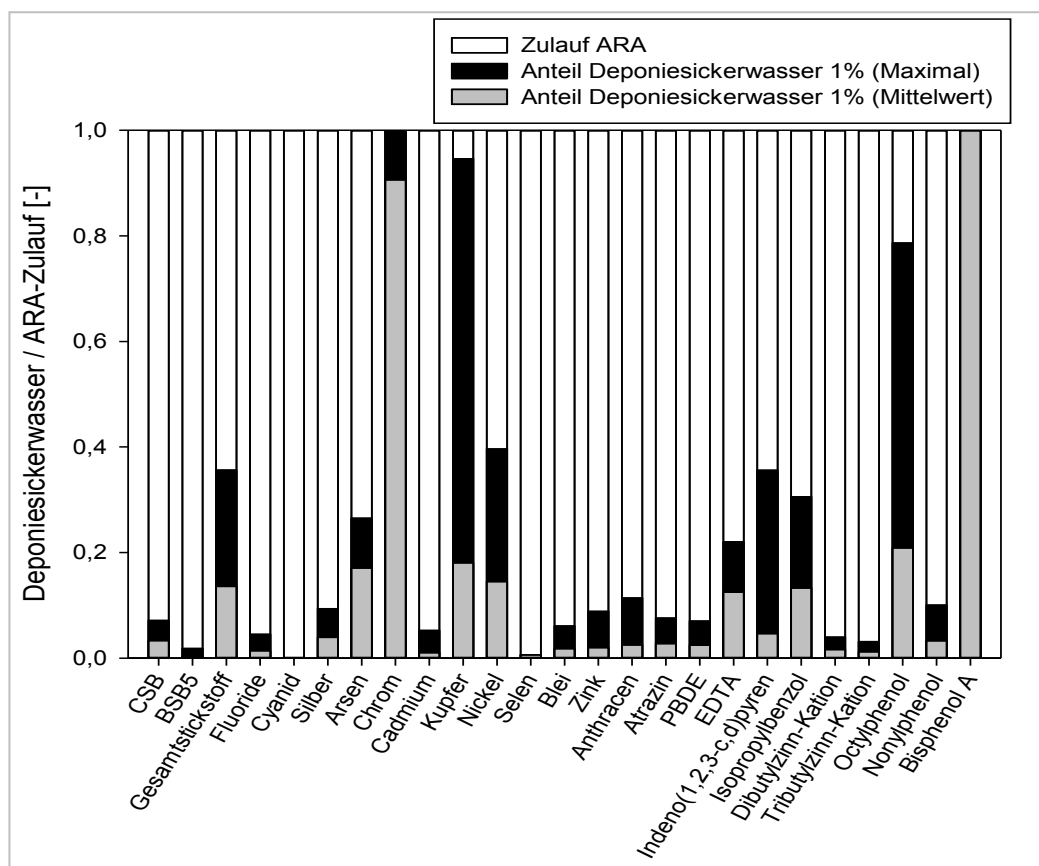


Abbildung 25: Relativer Frachtanteil des Deponiesickerwassers im Kläranlagenzulauf für ausgewählte Stoffe für einen Deponiesickerwasseranteil von 1 % am Gesamtzulauf der Kläranlage.

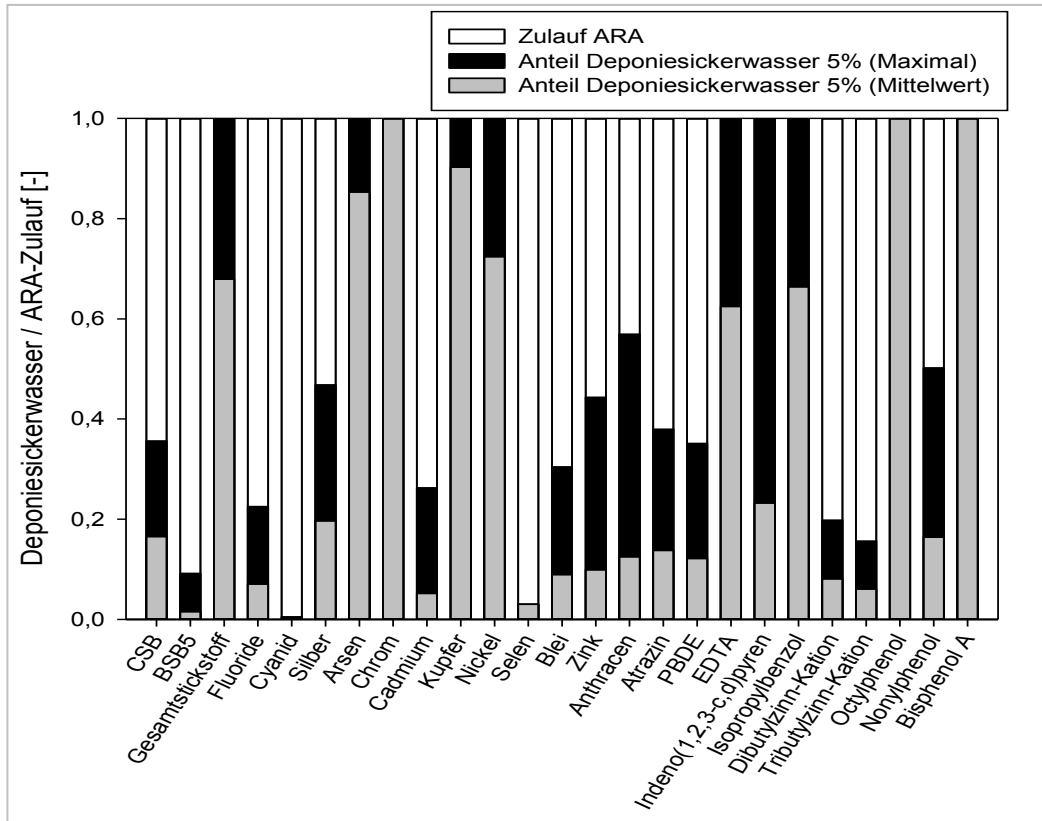


Abbildung 26: Relativer Frachtanteil des Deponiesickerwassers im Kläranlagenzulauf für ausgewählte Stoffe für einen Deponiesickerwasseranteil von 5 % am Gesamtzulauf der Kläranlage.

Vor allem bei Chrom und Bisphenol-A kann das Deponiesickerwasser bereits bei Abwasseranteilen von 1 % am Gesamtzulauf wesentlich zur Gesamtbelastung einer kommunalen Kläranlage beitragen. Würden beim Deponiesickerwasser die Maximalkonzentrationen berücksichtigt, wäre dies zudem für Kupfer und Octylphenole der Fall. Mit steigendem Anteil des Deponiesickerwassers nimmt dieser Einfluss zu und bei einem theoretischen Sickerwasseranteil von 5 % am Gesamtzulauf stellt das Deponiesickerwasser für zahlreiche Stoffe eine wesentliche Quelle dar. Diese Ergebnisse stellen aber nur grobe Abschätzungen dar und sind mit Unsicherheiten behaftet. So ist der Ausgangsdatensatz begrenzt und beruht auf 15 Messungen im Kläranlagenzulauf und auf acht Messungen in Deponiesickerwässern. Da diese Messungen z.T. erhebliche Schwankungen aufweisen (z.B. für Bisphenol-A), sind auch die Ergebnisse anlagenspezifisch sehr unterschiedlich. Der Vergleich der Zulauffrachten zu kommunalen Kläranlagen beruhend auf mittleren Zulaufkonzentrationen mit den Maximalwerten im Deponiesickerwasser erlaubt aber eine grobe „worst-case“ Abschätzung.

Einen Vergleich der gemessenen Konzentrationen im Deponiesickerwasser mit Referenzkriterien enthält Abschnitt 6.9 im Anhang. Dabei erfolgte eine Gegenüberstellung mit den Umweltqualitätsnormen aus der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 i.d.g.F.) und aus RL 2013/39/EU in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. Zu diesem Vergleich ist anzumerken, dass Emissionen des unbehandelten Deponiesickerwassers (Rohabwasser) mit Immissionskriterien verglichen werden. Ein solcher Vergleich kann daher nur als grober Indikator für eine Stoffeingrenzung dienen. Eine Relevanzbewertung sollte weitere Faktoren berücksichtigen wie z.B. die Abbaubarkeit bzw. das Entfernungspotential, weil nach einer (Vor-)Behandlung für einige Stoffe geringere Konzentrationen / Emissionen zu erwarten sind. Da eine solche Bewertung im Rahmen der Studie nicht durchgeführt wurde, werden keine potentiell relevanten Abwasserinhaltsstoffe benannt.

5 REFERENZEN

AEV für kommunales Abwasser (BGBl. Nr. 210/1996). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser).

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

AEV Deponiesickerwasser (BGBl. II Nr. 263/2003). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung von Sickerwasseremissionen aus Abfalldeponien (AEV Deponiesickerwasser).

BAFU, 2012. Anforderungen an die Einleitung von Deponiesickerwasser - Empfehlungen für die Beurteilung, Behandlung und Einleitung von Deponiesickerwasser.

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

Döberl, G., Fellner, J., Allgaier, G., Brunner, P.H., Stegmann, R., 2005. Eine neue Methode zur Charakterisierung des Stabilitätsgrades großer Altablagerungen. Endbericht. Technische Universität Wien und Technische Universität Hamburg-Harburg.

Ehrig, H.-J., 1989. Water and Element Balances of Landfills. In: Baccini, P. (ed.): The Landfill – Reactor and Final Storage. Lecture Notes in Earth Sciences, 20, 82-115.

Hermanns-Stengele, R., Moser, R., 2012. Anforderungen an die Einleitung von Deponiesickerwasser. Empfehlungen für die Beurteilung, Behandlung und Einleitung von Deponiesickerwasser. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1223.

Kroiss, H., Schweighofer, P., Frey, W., Matsche, N., 1992. Nitrification inhibition – a source identification method for combined municipal and/or industrial wastewater treatment plants, Wat. Sci. Tech., 26 (5-6), 1135-114.

Laner, D., Fellner, J., Brunner, P.H., 2011. Standortbezogene Kriterien zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Deponieemissionen unter dem Aspekt der Nachsorgedauer; Technische Universität Wien.

LANUV, 2010. Beschaffenheit von Deponiesickerwasser in Nordrhein-Westfalen; LANUV-Fachbericht 24.

Nowak, O., 1996. Nitrifikation im Belebungsverfahren bei maßgeblichem Industrieabwassereinfluss, Dissertation, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien Schweighofer, P., (1992) Nitrifikationshemmstoffe und Abwasserreinigung, Wiener Mitteilungen, 108, T1-T27.

ÖWAV, 2000. Deponiesickerwasser. Regelblatt 31. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband. Wien.

Statusbericht, 2014. Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich, Statusbericht 2014 (in Vorbereitung).

REFERENZEN

Reinhart, D. R. & Townsend, T.G., 1997. Landfill Bioreactor Design & Operation. Boca Raton - London - New York - Washington, D.C.: CRC Press LLC.

Schweighofer, P., 1998. Nitrifikationshemmung bei kommunaler Abwasserreinigung. Wiener Mitteilungen, Band 138. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft. Technische Universität Wien. Wien.

Stegmann, R., Heyer, K.-U., Hupe, K., Willand, A., 2006. Deponienachsorge - Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge. 20434327. Dessau: Umweltbundesamt.

Umweltbundesamt, 1998. Lunzer, H., Domenig, M., Rosian, J., Mostbauer, P., Häusler, H.: Hausmülldeponien in Österreich. Berichte BE-130, Umweltbundesamt, Wien.

Umweltbundesamt, 2008. Schachermayer, E., Lampert, C.: Deponiegaserfassung auf österreichischen Deponien; Reports Bd. REP-0100. Umweltbundesamt, Wien.

Umweltbundesamt, 2009. Clara, M., Denner, M., Gans, O., Scharf, S., Windhofer, G., Zessner, M.: Emissionen aus kommunalen Kläranlagen; Reports Bd. REP-0247. Umweltbundesamt, Wien

Umweltbundesamt, 2010. Schachermayer, E., Lampert, C.: Aufkommen und Behandlung von Deponiesickerwasser; Reports Bd. REP 0249. Umweltbundesamt, Wien.

Umweltbundesamt, 2014a. Granzin, S., Valtl M.: Verdachtsflächenkataster und Altlastenatlas. Stand: 1. Jänner 2014. Reports Bd. 0471. Umweltbundesamt. Wien.

Umweltbundesamt, 2014b. Lampert, C.: Stand der temporären Abdeckung von Deponien und Deponiegaserfassung; Reports Bd. REP-0484. Umweltbundesamt, Wien.

6 ANHANG

6.1 AUSGEWÄHLTE BESTIMMUNGEN DER DEPONIEVERORDNUNG (BGBl. II NR. 39/2008 I.D.G.F.)

§ 24. (1) Bei jeder Deponie, ausgenommen einer Bodenaushubdeponie, ist eine freie Deponiesickerwasservorflut zu gewährleisten.

(2) Ist bei einer Inertabfall-, Baurestmassen-, Reststoff- oder Massenabfalldeponie eine natürliche Vorflut nicht vorhanden, müssen gesammelte Deponiesickerwässer jedenfalls in außerhalb des Deponiekörpers liegende, frei zugängliche Speichereinrichtungen in freiem Gefälle abfließen können.

§ 27. (1) Für jede Deponie, ausgenommen eine Bodenaushubdeponie, ist auf dem Deponierohplanum der Sohl- und Böschungflächen eine Deponiebasisdichtung zu errichten, die in Verbindung mit einem Basisentwässerungssystem ein Austreten von Deponiesickerwasser in den Untergrund verhindert.

§ 28. (1) Für jede Deponie, ausgenommen eine Bodenaushubdeponie, ist ein Basisentwässerungssystem, bestehend aus einem Flächenfilter und darin verlegten Sickerwasserleitungen, zu errichten. Durch das Basisentwässerungssystem ist die dauerhafte Erfassung und Ableitung des anfallenden Deponiesickerwassers zu gewährleisten.

(2) Für das aus dem Deponiekörper abgeleitete Deponiesickerwasser ist außerhalb des Deponiekörpers, jedoch innerhalb des Deponiebereiches, ein ausreichend dimensioniertes Speicherbecken zu errichten. Die Baumaterialien müssen gegenüber dem zu erwartenden Sickerwasser chemisch beständig sein. Für geruchsintensives Sickerwasser ist ein geschlossenes Speicherbecken zu errichten. Kann das Auftreten einer Explosionsgefahr nicht ausgeschlossen werden, sind Einrichtungen für einen Explosionsschutz vorzusehen. Offene Speicherbecken sind durch Umzäunungen oder adäquate Maßnahmen zu sichern.

Die Anforderungen an das Basisentwässerungssystem (Flächenfilter und Sickerwasserleitungen) sind in Anhang 3 Kapitel 3.1 und Kapitel 3.2 der Deponieverordnung näher ausgeführt.

§ 30. (2) Bei jeder Deponie, ausgenommen einer Bodenaushubdeponie, ist sicherzustellen, dass Deponiesickerwasser, verunreinigtes Oberflächenwasser des Deponiekörpers und Kondensat aus dem Deponiegas getrennt von den sonstigen im Deponiebereich anfallenden, nicht verunreinigten Wässern erfasst werden.

(3) Aus Kompartimenten verschiedener Deponie(unter)klassen getrennt gesammelte Deponiesickerwässer, verunreinigtes Oberflächenwasser und wässriges Deponiegaskondensat sind getrennt zu speichern und getrennt zu behandeln. Eine Vermischung zur gemeinsamen Speicherung und Behandlung ist nur dann zulässig, wenn dadurch die Behandlung nicht erschwert wird und bei gemeinsamer Behandlung der gleiche Reinigungseffekt bezogen auf die Schmutzfrachtfremdung erzielt wird wie bei getrennter Behandlung.

(4) Für eine ordnungsgemäße Behandlung der anfallenden Deponiesickerwässer ist Sorge zu tragen. Die Verwendung von Deponiesickerwasser zu betrieblichen Zwecken kann unter Anwendung des Anhangs 3 Kapitel 6.3. genehmigt werden. Im Falle der Einleitung in ein Gewässer oder in eine Kanalisation sind die Anforderungen des WRG 1959 zu erfüllen.

§ 38. (5) Gesammelte Deponiesickerwässer sind mengenmäßig zu erfassen, regelmäßig zu beproben und zu analysieren. Die Häufigkeit und die Zeitpunkte der Beprobungen und die zu analysierenden Parameter sind entsprechend der Art der abgelagerten Abfälle und der vorgesehenen Behandlung des Deponiesickerwassers unter Anwendung des Anhangs 3 Kapitel 6.4. bei der Genehmigung festzulegen.

Anhang 3 Kapitel 6.1. Besondere Bestimmungen für Deponien mit biologisch abbaubaren Abfällen

Für die Verwendung von Deponiesickerwasser zur Förderung biologischer Abbauprozesse sind zusätzlich folgende Bedingungen einzuhalten (Konzentrate aus der Deponiesickerwasserbehandlung sind nicht als Deponiesickerwasser anzusehen und dürfen nicht zu Bewässerungszwecken eingesetzt werden):

- Das Deponiesickerwasser weist, erforderlichenfalls nach einer Vorbehandlung (z.B. Absetzen, Belüften), eine Qualität auf, die nicht zu Verkrustungen und Stoffausfällungen in Sickerwasserleitungen oder im Flächenfilter führt.
- Sonstige negative Wechselwirkungen zwischen dem eingesetzten Deponiesickerwasser und den abgelagerten Abfällen können ausgeschlossen werden (z.B. aufgrund hoher Sulfatgehalte des Deponiesickerwassers).

Anhang 3 Kapitel 6.3. Verwendung von Deponiesickerwasser

Die Verwendung von Deponiesickerwasser ist nur zu betrieblichen Zwecken im jeweiligen Kompartiment in folgenden Fällen gestattet:

- a) Zur Förderung biologischer Abbauprozesse im Deponiekörper gemäß Kapitel 6.1.
- b) Zur Staubminimierung unter folgenden Voraussetzungen:
 - Die Verwendung von Deponiesickerwasser erfolgt nur im unbedingt nötigen Ausmaß.
 - Die Qualität des Deponiesickerwassers muss, erforderlichenfalls nach Vorbehandlung (z.B. Absetzen, Belüften), den Einleitbedingungen in ein Fließgewässer genügen. Dazu abweichend kann der Abdampfrückstand des Sickerwassers gemessen und die jährlich durch das verwendete Deponiesickerwasser in den Deponiekörper rückgeführte Salzfracht berechnet werden. Die rückgeführte Salzfracht darf nicht mehr als 10% der geschätzten, jährlichen mit den deponierten Abfällen eingebrachten Salzfracht betragen. Diese Abschätzung ist den Ergebnissen des Mess- und Überwachungsprogramms (§ 37 Abs. 2) anzuschließen.
 - Negative Wechselwirkungen zwischen dem eingesetzten Deponiesickerwasser und den abgelagerten Abfällen können ausgeschlossen werden (z.B. aufgrund hoher Sulfatgehalte des Deponiesickerwassers).

Die Verwendung von Konzentraten aus der Sickerwasserbehandlung ist jedenfalls unzulässig.

6.4. Kontrolle der Emissionen und der Immissionen und Kontrolle des Deponiekörpers

- a) Maßnahmen während der Betriebsphase

	Häufigkeit
Deponiesickerwasservolumen	monatlich ^{1) 2)}
Zusammensetzung des Deponiesickerwassers ³⁾	vierteljährlich ¹⁾

¹⁾ Ergibt die Auswertung der Daten, dass längere Zeitabstände ebenso angemessen sind, so können sie angepasst werden. Bei Deponiesickerwasser ist die Leitfähigkeit mindestens einmal jährlich zu messen.

²⁾ Die Häufigkeit kann entsprechend der Besonderheiten der Deponie angepasst werden und ist bei der Genehmigung festzulegen.

³⁾ Die zu untersuchenden Parameter sind in der Genehmigung festzulegen.

b) Maßnahmen während der Nachsorgephase

	Häufigkeit
Deponiesickerwasservolumen	halbjährlich ¹⁾
Zusammensetzung des Deponiesickerwassers ²⁾	halbjährlich ¹⁾

¹⁾ Ergibt die Auswertung der Daten, dass längere Zeitabstände ebenso angemessen sind, so können sie angepasst werden. Bei Deponiesickerwasser ist die Leitfähigkeit mindestens einmal jährlich zu messen.

²⁾ Die Häufigkeit kann entsprechend der Besonderheiten der Deponie angepasst werden und ist bei der Genehmigung festzulegen.

6.2 INFORMATIONSBLETT PROBENAHME

Informationsblatt Probenahme

Die Sendung enthält einen 25 Liter Kanister für die telefonisch besprochene Beprobungskampagne im Jänner/Februar 2015.

Probenahme:

Die Deponiesickerwasserprobe soll jenem Sickerwasser (bzw. der Mischung aus Sickerwasser und Grundwasser) entsprechen, das über eine Kanalisation in eine Kläranlage eingeleitet wird/mit einem Tankfahrzeug zu einer Kläranlage verbracht wird oder am Standort behandelt wird.

Der Kanister soll vollständig (25 L) mit dem Sickerwasser (bzw. der Mischung aus Sickerwasser und Grundwasser) gefüllt werden. Bitte den Kanister vor der Befüllung mit dem Abwasser kurz ausspülen.

Die Sickerwasserprobe soll die Konzentration des erfassten Sickerwassers bei **Trockenwetter** abbilden. Da Niederschläge je nach Deponie unterschiedlich lang benötigen bis sie die Deponie durchströmt haben kann kein fixer Probenahmezeitpunkt vorgegeben werden. Dieser Zeitpunkt ist individuell vom Betreiber auf Grund seiner Kenntnis der Deponiesickerwasserbildung zu wählen. Dies gilt analog im Falle einer Schneedecke und einer entsprechenden Schneeschmelze.

Die Probe soll ehestmöglich jedoch bis spätestens **Mitte Februar** (wenn möglich) gezogen werden um Verzögerungen im Projekt zu vermeiden.

Wird die Probe bei Trockenwetter gezogen, kann diese Deponiesickerwasserprobe als **Stichprobe** gezogen werden, da angenommen wird, dass kein ausgeprägter Tagesgang vorliegt.

Die Parameter pH, Leitfähigkeit und Temperatur sollen nach Möglichkeit vor Ort bestimmt werden und in den beiliegenden Fragebogen unter Punkt 2. eingetragen werden.

Probenversand

Der abgefüllte Kanister soll ehestmöglich mit **BahnExpress** an folgende Adresse übermittelt werden:

Umweltbundesamt GmbH
z.Hd. Dr. Stefan Weiß
Spittelauer Lände 5
1090 Wien

Die anfallenden Kosten für den Probentransport übernimmt der Empfänger (Umweltbundesamt GmbH). Den **Abholauftrag** für die BahnExpress-Sendung geben Sie bitte telefonisch, per Fax oder Mail bei Ihrem zuständigen ÖBB Logistik-Center bekannt. Der Kanister wird bei Ihnen abgeholt und innerhalb 24 Stunden ans Umweltbundesamt geliefert. Ihr zuständiges ÖBB Logistik-Center finden Sie auf Seite 2 oder unter: <http://www.ec-logistics.net/de/Leistungen/Stueckgutlogistik/BahnExpress/index.jsp>.

Bei Rückfragen wenden Sie sich an:


Christoph Lampert 01/31304 5523; christoph.lampert@umweltbundesamt.at
Manfred Clara 01/31304 5612; manfred.clara@umweltbundesamt.at

Vielen Dank für die Zusammenarbeit!

Mit besten Grüßen

Christoph Lampert und Manfred Clara

6.3 FRAGEBOGEN / DATENERHEBUNGSBLATT



Spittelauer Lände 5, 1090 Wien
Tel: +43-1-31304 Fax: +43-1-31304-5400

Datenerhebungsblatt zum Projekt

Deponiesickerwasser

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:

Dr. Christoph Lampert	01 31304-5523	christoph.lampert@umweltbundesamt.at
Dr. Manfred Clara	01 31304-5612	manfred.clara@umweltbundesamt.at

1. Allgemeine Daten zum Betreiber der Deponie

Name und Anschrift des Betreibers

Ansprechperson für Rückfragen	Name	Telefonnummer	email

2. Probenahmeprotokoll

Name der Deponie	
Datum der Probenahme	
Probenehmer	
Messtellenbezeichnung	
Probenahmestelle (nach Mglkt Photo beilegen/mitsenden)	

2.1 Probenbeschaffenheit

Färbung		1 farblos, 2 weiß, 3 grau, 4 schwarz, 5 gelb, 6 orange, 7 rot, 8 grün, 9 braun, 10 blau
Trübung		1 keine Trübung, 2 schwach, 3 mittel, 4 stark
Bodensatz		1 kein Bodensatz, 2 schwach, 3 mäßig, 4 stark
Geruch		1 geruchlos, 2 aromatisch, 3 modrig, 4 faulig, 5 jauchig, 6 chemisch, 7 Chlor, 8 Mineralöl, 9 Teer

2.2 Vor-Ort-Parameter

elektr. Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	
pH-Wert	
Wassertemperatur $^{\circ}\text{C}$	

2.3 Angaben zum beprobten Sickerwasser (nur bei Deponien mit ausschließlich Basisabdichtung)

Die Sickerwasserprobe enthält

- ausschließlich Sickerwasser aus Massenabfallkompartimenten
- eine Mischung aus Massenabfallkompartimenten und Sickerwässern des/r anderen Deponiekompiments/e

geschätzter Anteil der Menge an Sickerwasser aus dem/den Massenabfallkompartiment/en %

- andere, nicht genannte Zusammensetzung

Das beprobte Sickerwasser stammt aus folgenden Kompartimenten:

Massenabfallkompartiment(e) Anzahl

	Kompartiment 1	Kompartiment 2	Kompartiment 3
Anlagen GLN			
in Betrieb seit			
außer Betrieb seit			
Basisabdichtung (ja/nein)			

Reststoffkompartiment(e) Anzahl

	Kompartiment 1	Kompartiment 2	Kompartiment 3
Anlagen GLN			
in Betrieb seit			
außer Betrieb seit			
Basisabdichtung (ja/nein)			

andere Deponie(unter)klasse Anzahl

Deponie(unter)klasse

	Kompartiment 1	Kompartiment 2	Kompartiment 3
Anlagen GLN			
in Betrieb seit			
außer Betrieb seit			
Basisabdichtung (ja/nein)			

Falls die Deponie über mehr als 3 Kompartimente einer Deponie(unter)klasse verfügt aus denen die Sickerwasserprobe entstammt, bitte hier ergänzen.

Deponie(unter)klasse	Anlagen GLN	in Betrieb seit	außer Betrieb seit	Basisabdichtung (ja/nein)

3. Allgemeine Daten zur Deponie

3.1 Sickerwassererfassung

- Alle Bereiche der Deponie in denen Abfall abgelagert wurde, verfügen über eine Sickerwassererfassung
- Die Deponie ist vertikal umschlossen, manche Bereiche verfügen jedoch über eine Basisabdichtung
- Die Deponie ist vertikal umschlossen, kein Bereich verfügt über eine Basisabdichtung

3.2 Die Sickerwässer der verschiedenen genannten Deponie(unter)klassen werden

- getrennt gelagert
- gemeinsam gelagert

3.4 Niederschlagsmenge am Standort (mm/Jahr)

4. Erfasste Sickerwassermenge und Qualität

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
erfasste Sickerwassermenge in m ³ /Jahr						
BSB ₅ mg O ₂ /l						
CSB mg O ₂ /l						
oder						
TOC mg/l						
NH ₄ -N mg/l						

Wie häufig wurden die folgenden Parameter im Jahr 2013 überwacht?

Anzahl Überwachungen pro Jahr	Sickerwassermenge	BSB ₅	CSB	NH ₄ -N

5. Gewählte Entsorgungsstrategien für die UNBEHANDELTEN Sickerwässer 2013

Die **unbehandelten Deponiesickerwässer** werden

teilweise/vollständig zu betrieblichen Zwecken weiter verwendet:
 Zur Förderung biologischer Abbauprozesse im Deponiekörper m³
 Zur Staubminimierung m³

unter Einhaltung der Einleitbedingungen ohne Vorbehandlung in einen Vorfluter eingeleitet

einer Kanalisation zugeleitet (Indirekteinleiter) bzw. mittels Tankwagen zu Kläranlage gebracht
 Name der Kläranlage

Die geltenden Grenzwerte nach der Verordnung Deponiesickerwasser für Indirekteinleiter

können eingehalten werden

behördlich genehmigte höhere Konzentrationen für folgende Parameter:

an einem anderen (Deponie)Standort (vor)behandelt

am Standort (vor)behandelt

Falls Behandlung am Standort: bitte beschreiben Sie kurz die Art der Behandlung

6. Gewählte Entsorgungsstrategien für die GEREINIGTEN Sickerwässer 2013 (nur relevant für Anlagen mit Sickerwasserbehandlung am Standort)

7.1 Das **(vor)gereinigte Sickerwasser** wird

teilweise/vollständig zu betrieblichen Zwecken weiter verwendet:
 Verwendungszweck m³

unter Einhaltung der Einleitbedingungen in einen Vorfluter eingeleitet

einer Kanalisation zugeleitet (Indirekteinleiter) bzw. mittels Tankwagen zu Kläranlage gebracht
 Name der Kläranlage

7. Anmerkungen des Betreibers

6.4 BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN DER UNTERSUCHTEN SPURENSTOFFE

TABELLE 39: ZUSAMMENFASSUNG DER BESTIMMUNGS- UND NACHWEISGRENZEN DER UNTERSUCHTEN STOFFE.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [µg/l]	NG [µg/l]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4-2	0,2-1
2	Hexabromcyclododecan - Summenparamter	-	0,05	0,03
3	Fluorid	7681-49-4	24	13
Komplexbildner				
4	EDTA	60-00-4	50	25
5	Nitilotriessigsäure	139-13-9	50	25
Industriechemikalien				
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	0,3-1	0,15-0,51
7	Octylphenol	140-66-9	0,1-0,3	0,052-0,15

ANHANG

8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1
Organochlorverbindungen				
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005
	DDT	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025
	Endosulfan	115-29-7	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025
24	b-HCH	-	0,005	0,0025
25	g-HCH	-	0,005	0,0025
26	d-HCH	-	0,005	0,0025
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05
	Chlordan	57-74-9	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)				
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042
39	Fluoranthren	206-44-0	0,0064	0,0017
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015
42	Benzo(b)fluoranthren	205-99-2	0,011	0,0034
43	Benzo(k)fluoranthren	207-08-9	0,0085	0,0027
44	Benzo(g,h,i)-perylene	191-24-2	0,0063	0,0019
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013
Phthalate				
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65
Bromierte Diphenylether				
		32534-81-9		

46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033-0,0001	0,00000037-0,0000025
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003-0,0011	0,00000026-0,0000058
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011-0,00038	0,00000035-0,0000054
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029-0,0001	0,00000031-0,000007
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,6-Hexabromdiphenylether)	-	0,000000,0000	0,00000037-0,0000056
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,6-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014-0,0001	0,00000058-0,0000082
Perfluorierte Tenside				
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001
Phenole				
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2		1
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8	2	
Pestizide				
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025
58	Bifenox	42576-02-3	0,05	0,025
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025
Schwermetalle (Gesamtgehalte)				
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39
82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18
Schwermetalle (filtriert)				
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008

76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13
VOC				
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17
	Xylole	1330-20-7	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18
96	m-Xylol	-		
97	p-Xylol	-	0,86	0,17
98	Toluol	-	0,86	0,17
Zinnorganika				
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001
Parameter mit externer Vergabe				
101	AOX	-	0,1	-
102	Cyanid	-	0,005	-
103	Sulfid	-	0,1	-
104	KW-Index	-	-	-

6.5 ERGEBNISSE DER HEMMTESTS FÜR DIE UNTERSUCHTEN DEPONIESICKERWASSERPROBEN

6.5.1 DEPONIE 1

Abbildung 27 zeigt das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 1. Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 28 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung. Hierbei wurde die Biomassenkonzentration (TS-Gehalt) im Mischungsansatz berücksichtigt.

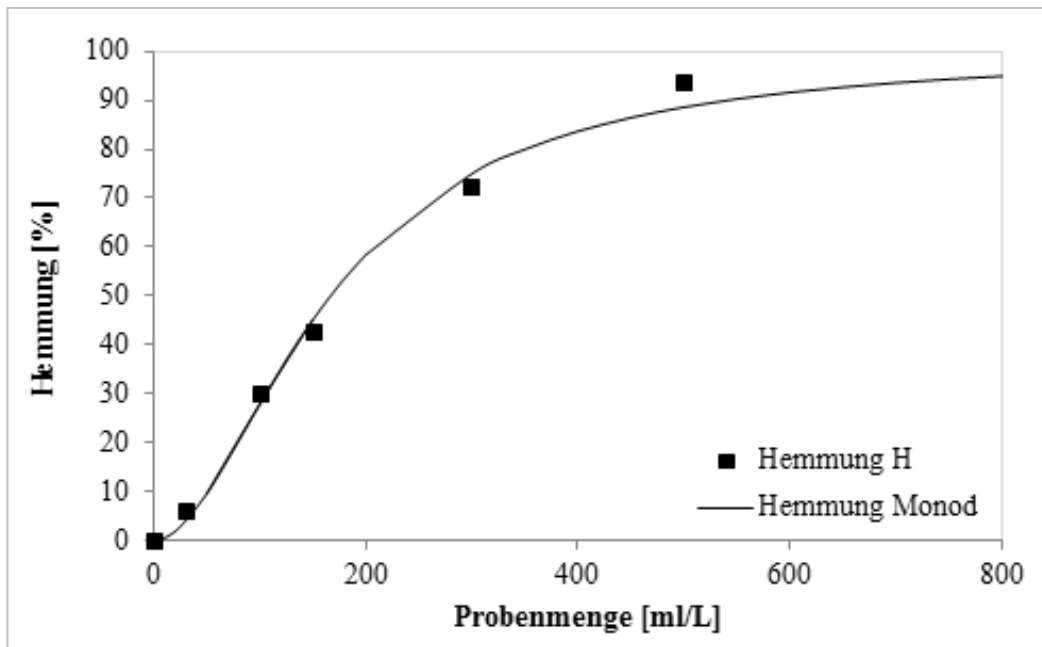


Abbildung 27: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 1 in Abhängigkeit zur Zugabemenge ($n=1,86$; $k=167$ ml/l).

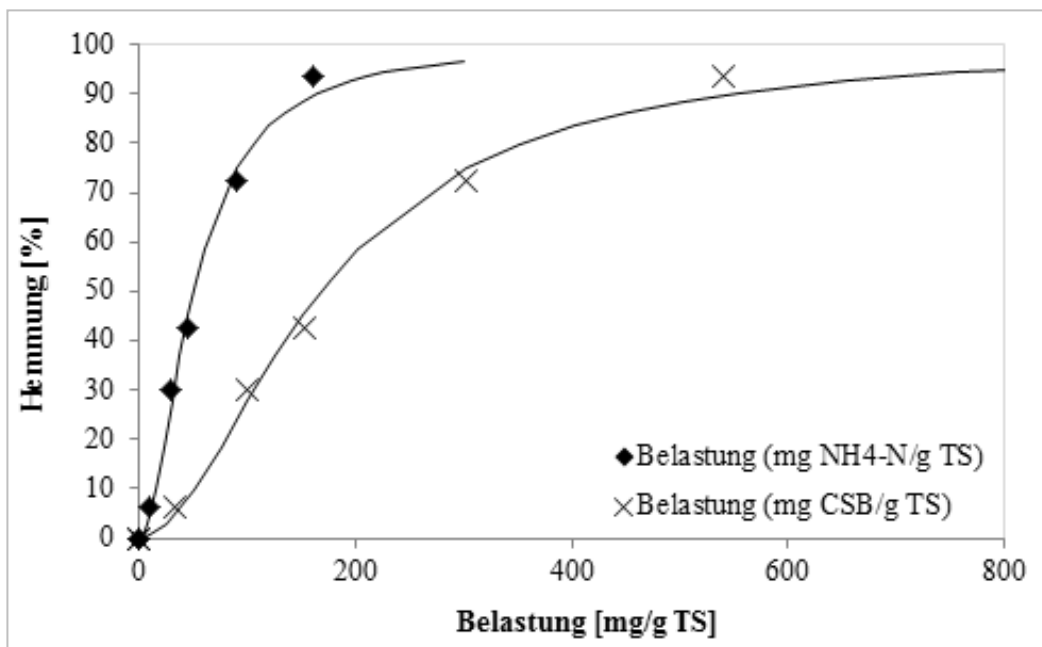


Abbildung 28: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 1 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

Die Ausgleichskurve wurde unter Verwendung des Parameter k von 167 und einem Exponent n von 1,86 erstellt und ergab die beste Anpassung an die Untersuchungsergebnisse. Die 50 %-ige Abnahme der Stickstoffmaximalatmung trat bei einer Sickerwasserzugabe von 167 ml/l auf. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 30 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Eine Hemmung der Stickstoffmaximalatmung von 20 % wurde bei einer Zugabe von 79 ml Sickerwasser/l festgestellt. Dies entsprach CSB- sowie GN-Konzentrationen von 147 mg/l bzw. 53 mg/l.

6.5.2 DEPONIE 2

Abbildung 29 zeigt das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 2. Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 30 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung.

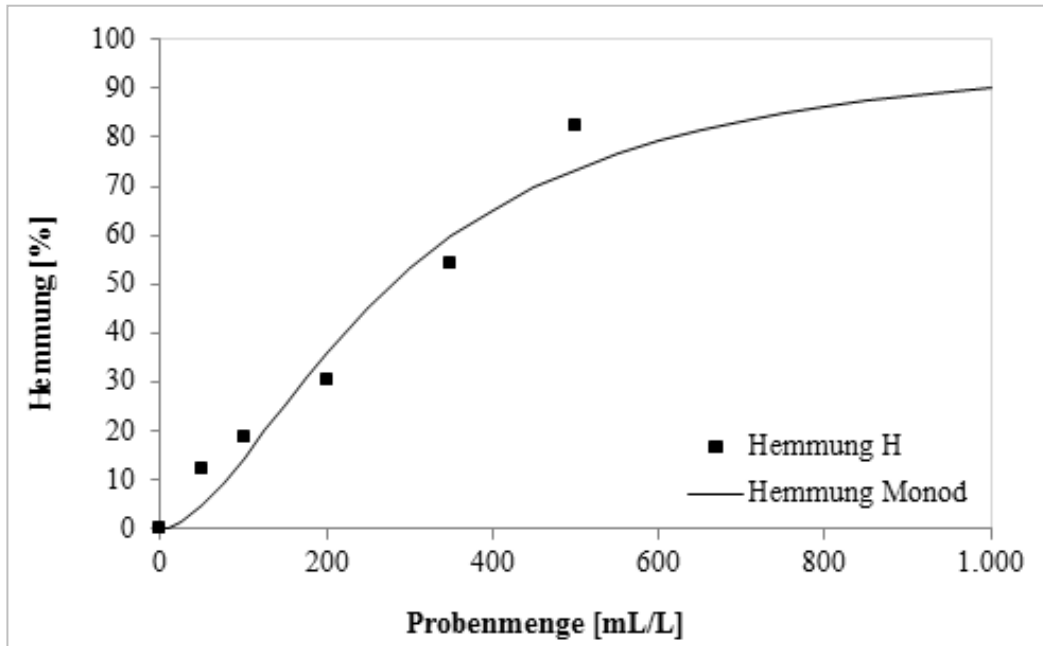


Abbildung 29: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 2 in Abhängigkeit zur Zugabemenge ($n=1,74$; $k=279$ ml/l).

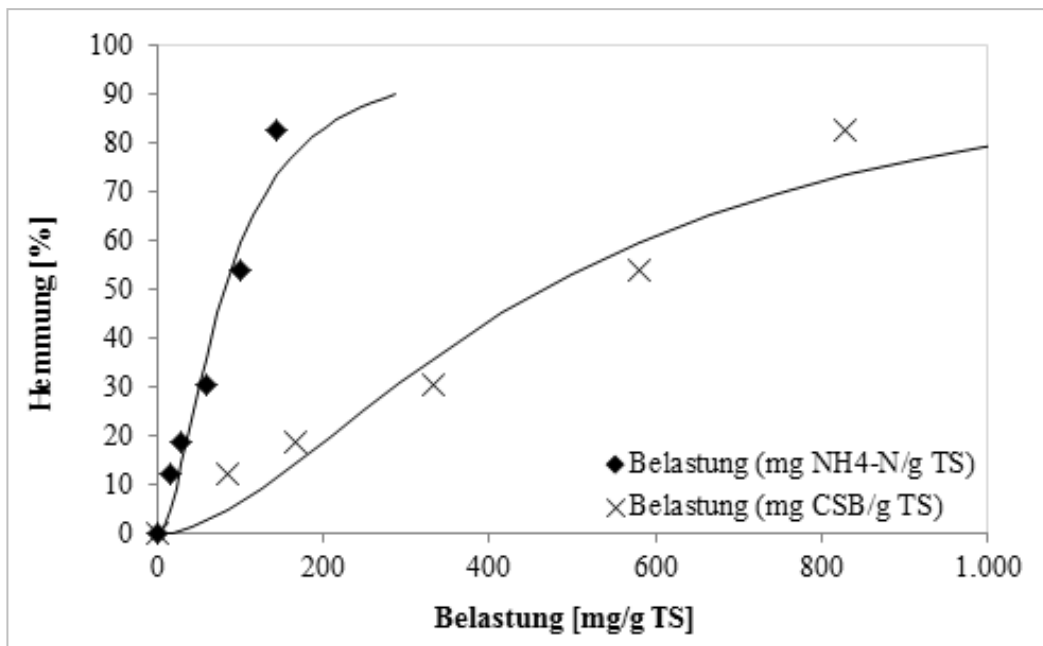


Abbildung 30: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 2 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

Die beste Anpassung an die Untersuchungsergebnisse wurde über eine Monod-Ausgleichskurve mit Verwendung eines Parameters k von 279 und einem Exponent n von 1,74 erstellt. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 50 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Die Ergebnisse ergaben eine Hemmung von 20 % bei einer Sickerwasserzugabe von 126 ml/l. Eine 20 %-ige Hemmung

wurde bei CSB- sowie GN-Konzentrationen von 327 mg/l bzw. 86 mg/l festgestellt. Eine 50 %-ige Abnahme der Stickstoffmaximalatmung trat bei 277 ml/l auf.

6.5.3 DEPONIE 3

Das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 3 ist in Abbildung 31 dargestellt. Aufgrund der geringen Stickstoffkonzentration wurde die Hemmwirkung des Sickerwassers in Abbildung 32 lediglich in Bezug CSB-Schlammbelastung dargestellt.

Die untersuchten Zugabemengen betragen 50 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Eine 20 %-ige Abnahme der Stickstoffmaximalatmung wurde bei 106 ml/l festgestellt und entsprach somit einer CSB- sowie GN-Konzentration von 9,5 mg/l und 8,5 mg/l. Eine Hemmung von 50 % wurde bei einer Zugabe an Sickerwasser von 211 ml/l erreicht.

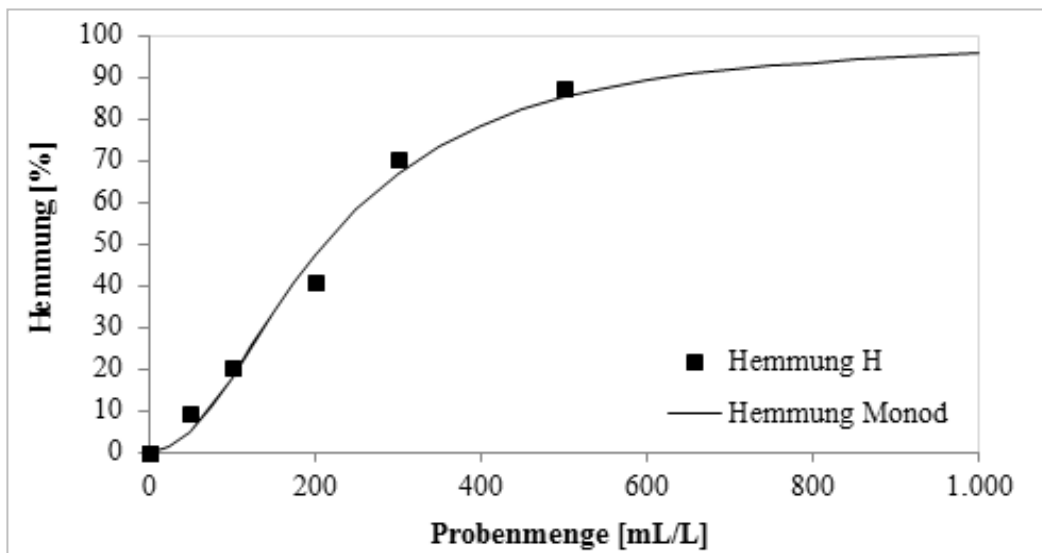


Abbildung 31: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 3 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n=2,0; k= 211 ml/l).

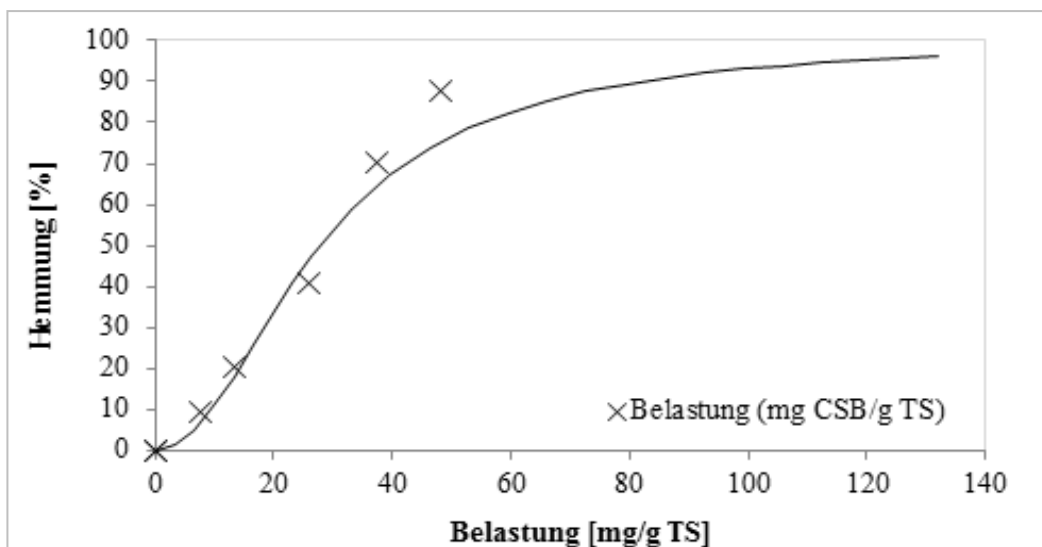


Abbildung 32: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 3 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.5.4 DEPONIE 4

Abbildung 33 zeigt das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 4. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 100 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Eine Hemmung der Stickstoffmaximalatmung von 20 % ergab sich hierbei bei einer Zugabemenge an Sickerwasser von 103 ml/l. In diesem Bereich lag eine CSB-Konzentration von 67,1 mg/l vor. Eine Hemmung von 50 % wurde bei einer Zugabe von 344 ml/l festgestellt und führte zur CSB-Konzentration von 225 mg/l.

Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 34 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung.

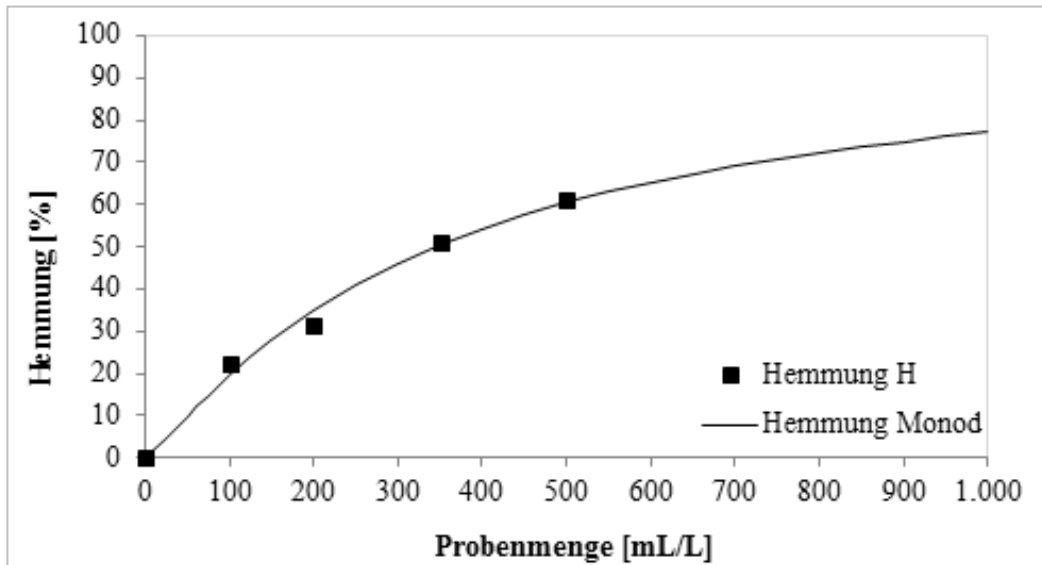


Abbildung 33: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 4 in Abhängigkeit zur Zugabemenge ($n=1,14$; $k=344$ ml/l).

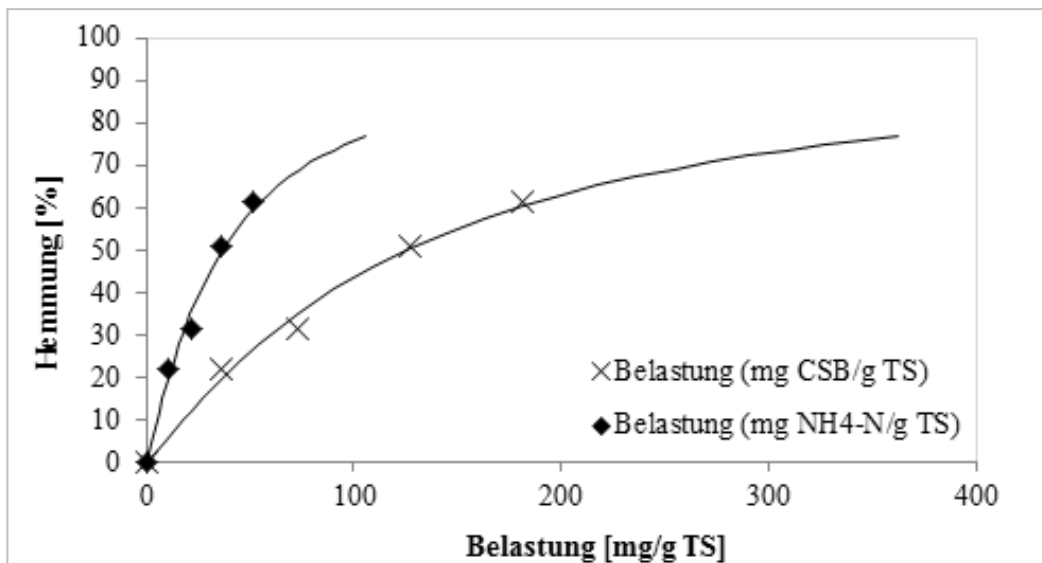


Abbildung 34: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 4 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.5.5 DEPONIE 5

Abbildung 35 zeigt das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 5. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 100 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Die Probe umfasste sehr hohe $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen. Die Ergebnisse der Atmungsmessung bei unterschiedlichen Zugabemengen zeigten eine Hemmung der Stickstoffmaximalatmung von 20 % bei einer Zugabemenge von 154 ml/l. Eine Hemmung von 50 % wurde bei einer Zugabe von 323 ml/l erreicht.

Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 36 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung. Eine 20 %-ige Hemmung wurde hierbei für eine CSB- sowie GN-Konzentrationen von 246 mg/l bzw. 205 mg/l festgestellt.

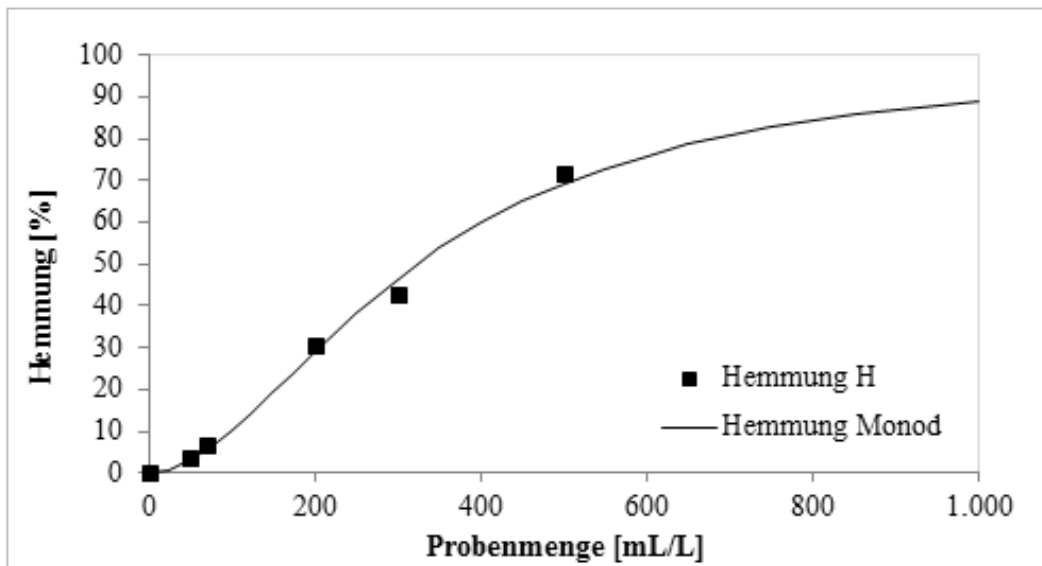


Abbildung 35: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 5 in Abhängigkeit zur Zugabemenge ($n=1,86$; $k=323$ ml/l).

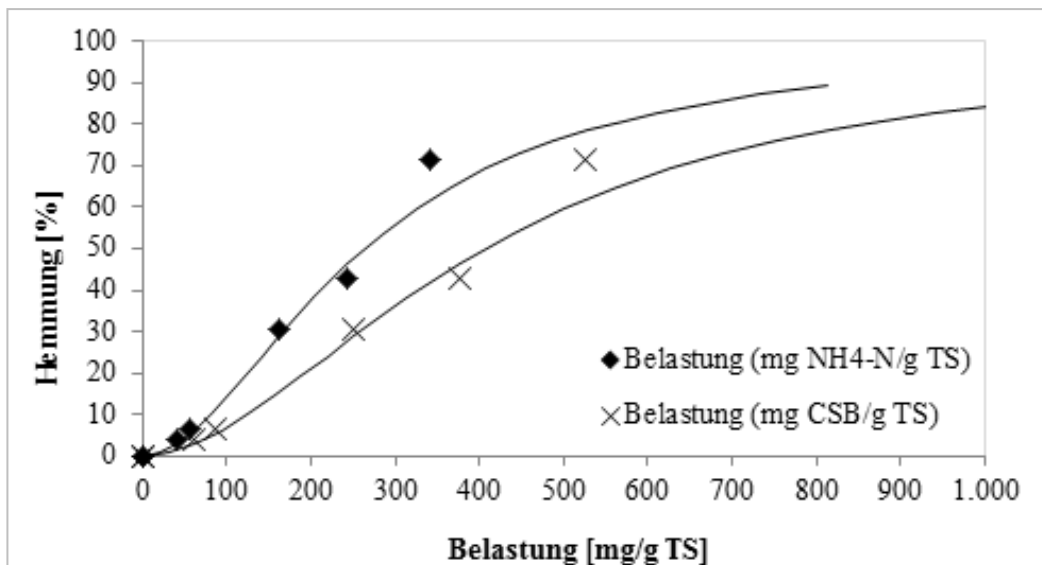


Abbildung 36: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 5 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.5.6 DEPONIE 6

Abbildung 37 ist das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 6. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 70 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Die Untersuchungen ergaben eine Hemmung von 20 % bei der Zugabe an Sickerwasser von 86 ml/l. Eine 50 %-ige Hemmung der Stickstoffmaximalatmung wurde bei 242 ml/l ermittelt.

Zusätzlich zur Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 38 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung. Eine 20 %-ige Hemmung wurde hierbei für eine CSB- sowie GN-Konzentrationen von 108 mg bzw. 38,5 mg/l festgestellt. Eine 50 %-ig Hemmung lag bei Konzentrationen von 305 mg CSB/L bzw. 108 mg GN/l vor.

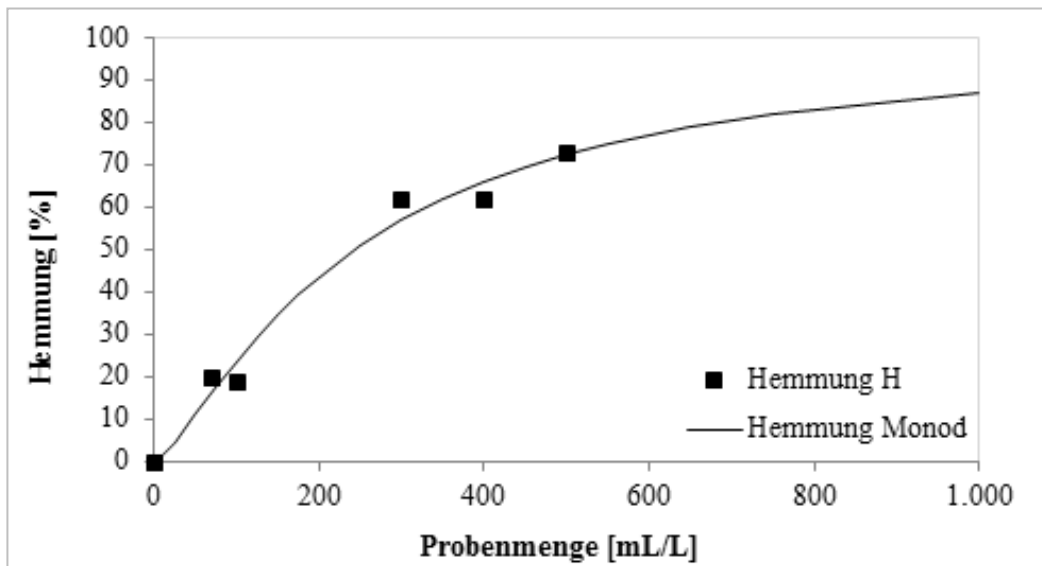


Abbildung 37: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 6 in Abhängigkeit zur Zugabemenge ($n=1,34$; $k=242$ ml/l).

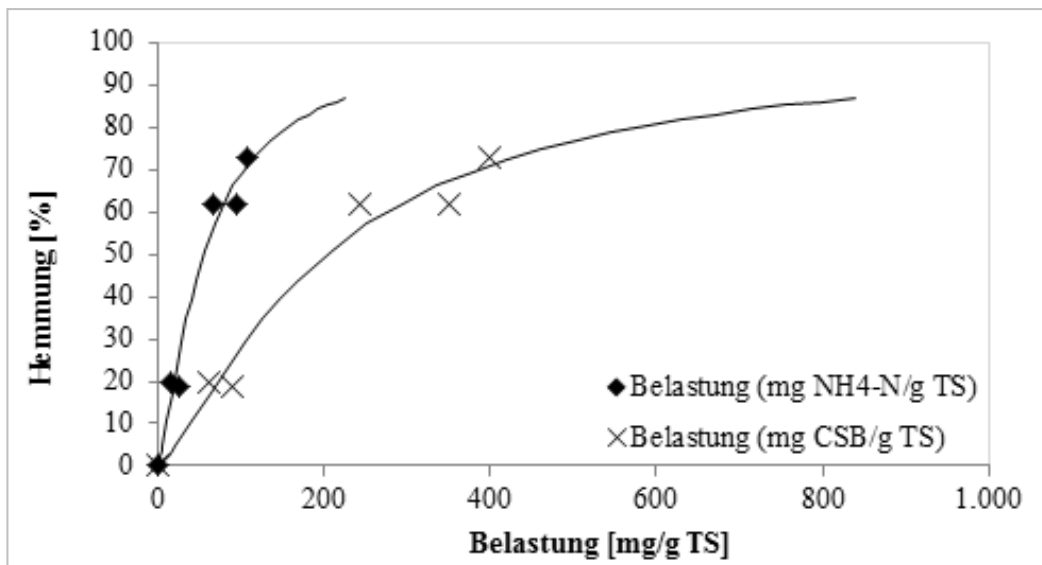


Abbildung 38: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 6 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.5.7 DEPONIE 7

Abbildung 39 zeigt das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 7. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 100 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Der Stickstoff lag hierbei zu etwa 50 % (vom Gesamtstickstoff) als NOX-N vor. Die Hemmwirkung ergab eine Reduktion der Stickstoffmaximalatmung von 20 % bei einer Zugabe von 193 ml/l. Bei einer Verdünnung von 1:2 wurde ein Rückgang der Atmung um etwa 51 % festgestellt.

Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 40 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB-Schlammbelastung. Eine 20 bzw. 50 %-ige Hemmung ergaben sich bei CSB-Konzentrationen von 620 und 1.562 mg/l.

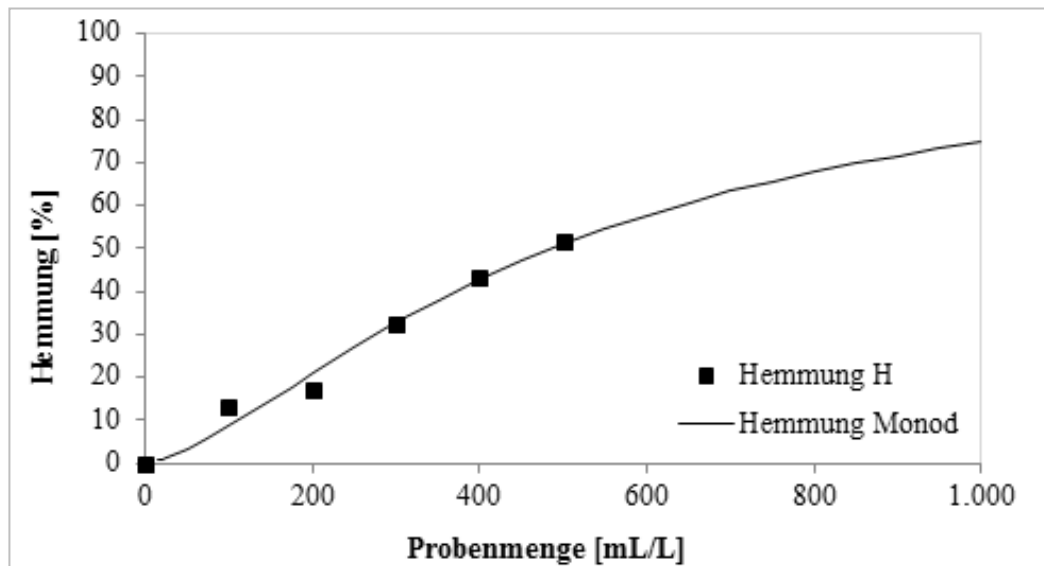


Abbildung 39: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 7 in Abhängigkeit zur Zugabemenge ($n=1,50$; $k=487 \text{ ml/l}$).

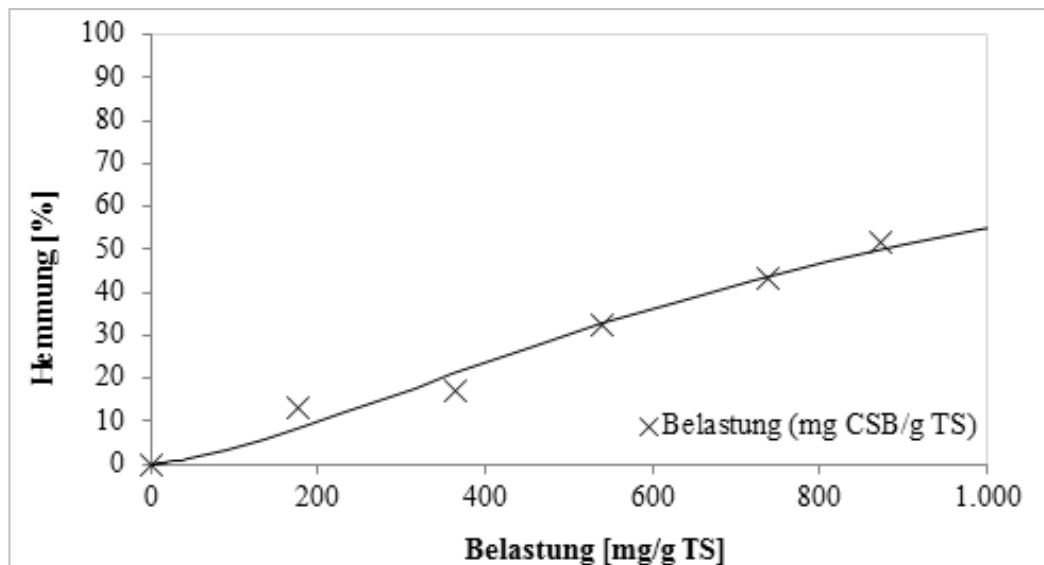


Abbildung 40: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 7 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.5.8 DEPONIE 8

Abbildung 41 zeigt das Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 8. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 100 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Die Hemmwirkung des Sickerwassers war selbst bei sehr hoher Zugabe gering. Bei einer Verdünnung von 1:2 wurde ein Rückgang in der Stickstoffmaximalatmung von ca. 18 % ermittelt. Eine 20 %-ige Hemmung wurde somit nicht erreicht.

Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 42 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung. Bei einer 18 %-igen Hemmung betragen die CSB- sowie GN-Konzentrationen 205 mg/l bzw. 143 mg/l.

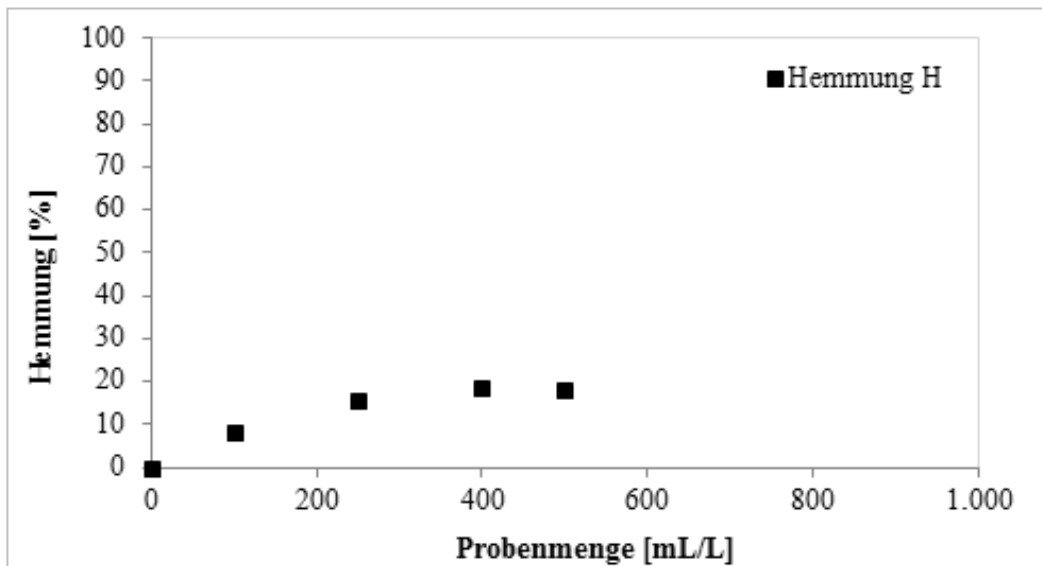


Abbildung 41: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 8 in Abhängigkeit zur Zugabemenge.

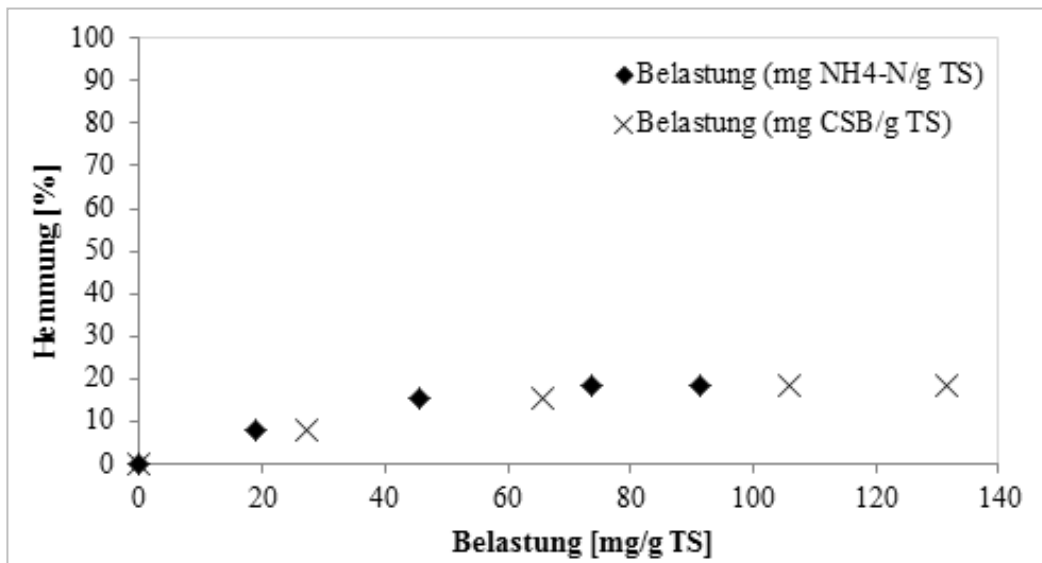


Abbildung 42: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 8 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.5.9 DEPONIE 9 (UNBEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER)

Für die Deponie 9 wurde nicht vorbehandeltes sowie vorbehandeltes Sickerwasser auf seine Hemmwirkung untersucht. Aus den Untersuchungen kann somit die Verminderung der Hemmwirkung über den Einsatz einer Vorbehandlungsstufe bewertet werden.

Abbildung 43 zeigt das Hemmschwellendiagramm für das nicht behandelte Sickerwasser der Deponie 9. Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 100 bis 200 ml pro Liter Belebtschlamm. Aus den Untersuchungen konnte eine 20 %-ige Hemmung bereits bei einer Zugabe von 33 ml/l erreicht werden. Eine Hemmung von 50 % war bei einer Sickerwasserzugabe von 99 ml/l zu verzeichnen. Das Sickerwasser zeigte eine deutlich hemmende Wirkung auf die Stickstoffatmung bei geringem Mischungsverhältnis.

Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 44 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung. Eine 20 %-ige Hemmung wurde hierbei für eine CSB- sowie GN-Konzentration von 142 mg CSB/l bzw. 65 mg GN/l festgestellt.

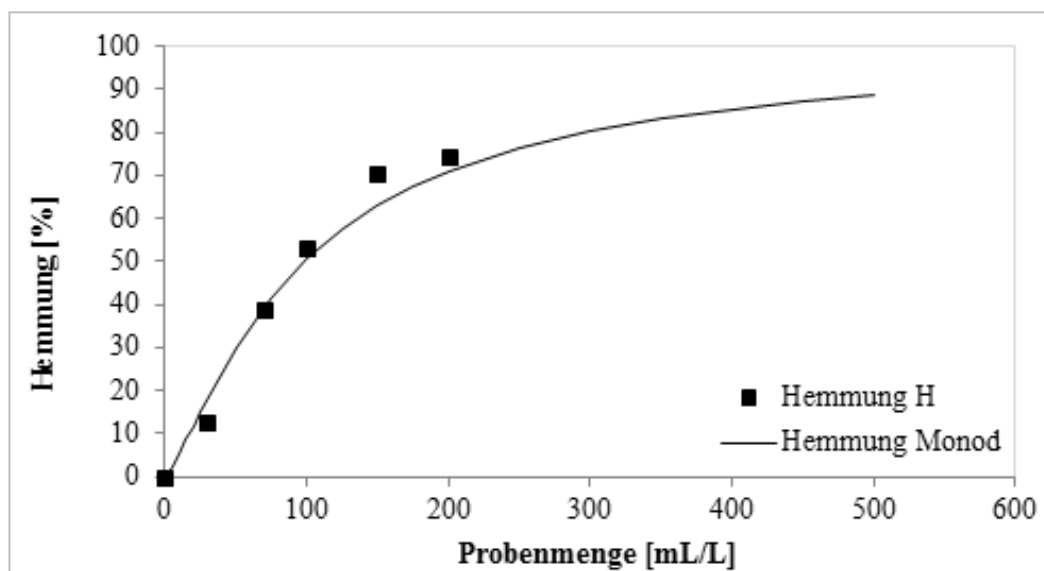


Abbildung 43: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9-ZU in Abhängigkeit zur Zugabemenge (Zulauf Biomembrananlage) ($n = 1,26$; $k = 99 \text{ ml/l}$).

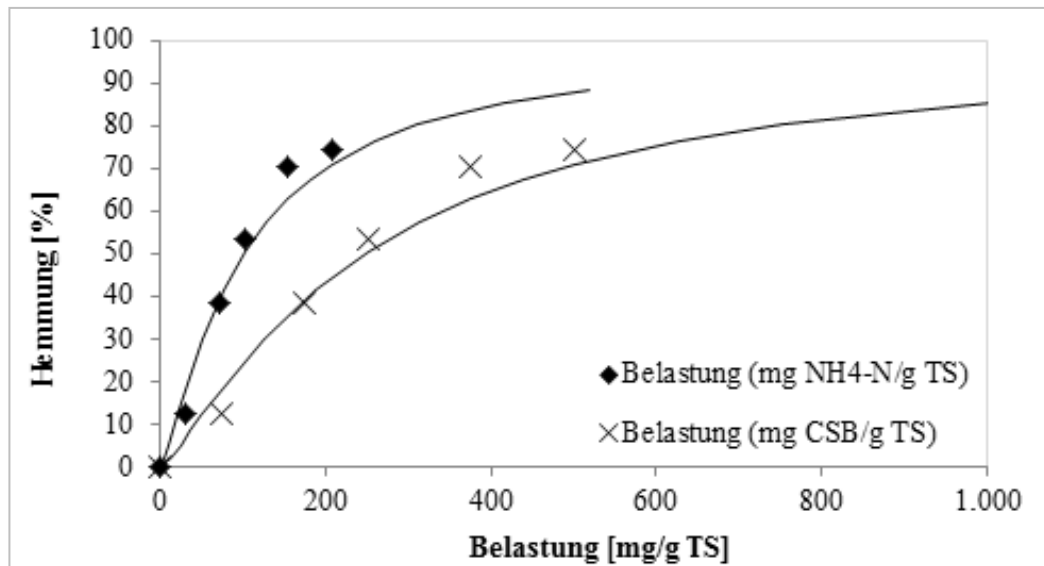


Abbildung 44: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.5.10 DEPONIE 9 (BEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER)

Abbildung 45 zeigt das Hemmschwellendiagramm für das vorbehandelte Sickerwasser der Deponie 9. Die Vorbehandlung führt zu einer deutlichen Abnahme der Hemmwirkung des Deponiesickerwassers.

Die untersuchten Zugabemengen umfassten einen Bereich von 100 bis 500 ml pro Liter Belebtschlamm. Das Sickerwasser wird über eine Biomembrananlage vorbehandelt. Der Stickstoff lag fast ausschließlich als NO_x-N vor. Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 46 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung. Eine Hemmung von 20 % der Stickstoffmaximalatmung trat bei einer Mischung von 276 ml/l (59 mg CSB/l bzw. 295 mg GN/l) auf. Die Zugabe von 455 ml/l (96 mg CSB/l bzw. 485 mg GN/l) führte zu einem Rückgang der Atmung um die Hälfte.

Neben der Ermittlung der Hemmwirkung des Sickerwassers in Bezug zur Zugabemenge zeigt Abbildung 46 die Hemmung in Abhängigkeit zur CSB- sowie Stickstoffschlammbelastung. Eine 20 %-ige Hemmung wurde hierbei für eine CSB- sowie GN-Konzentrationen von 313 mg/L bzw. 86 mg/l festgestellt.

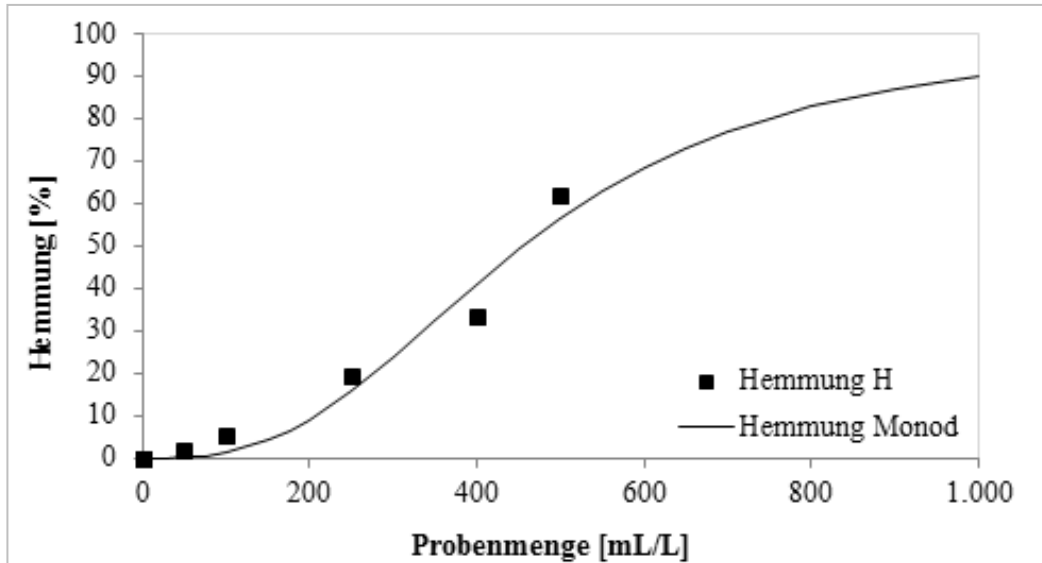


Abbildung 45: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9-AB in Abhängigkeit zur Zugabemenge (Ablauf Sickerwasserbehandlung) ($n = 2,8$; $k = 455 \text{ ml/l}$).

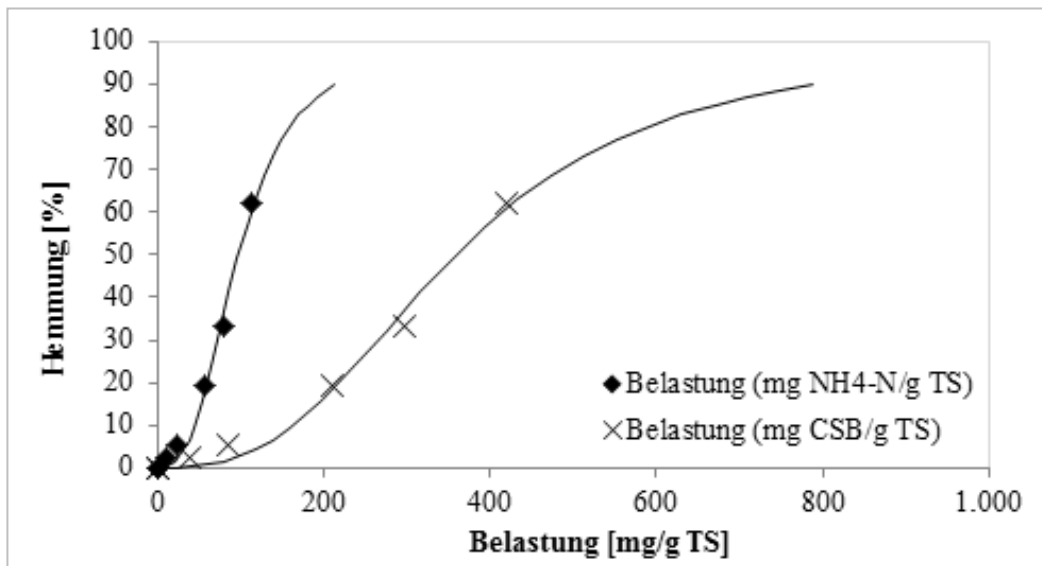


Abbildung 46: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9-AB in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.

6.6 ERGEBNISSE DER ABBAUBARKEITSTESTS FÜR DIE UNTERSUCHTEN DEPONIESICKERWASSERPROBEN

6.6.1 DEPONIE 1

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Abbauversuches für Sickerwasser der Deponie 1 dargestellt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 36 mg/l und 13 mg/l . Der Reaktor wurde täglich mit 110 ml Sickerwasser der Deponie 1 beschickt. Abbildung 47 und Abbildung 48 zeigen die aus der Zugabefracht errechneten sowie täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte entspricht der im Reaktor stattgefundenen Entfernung.

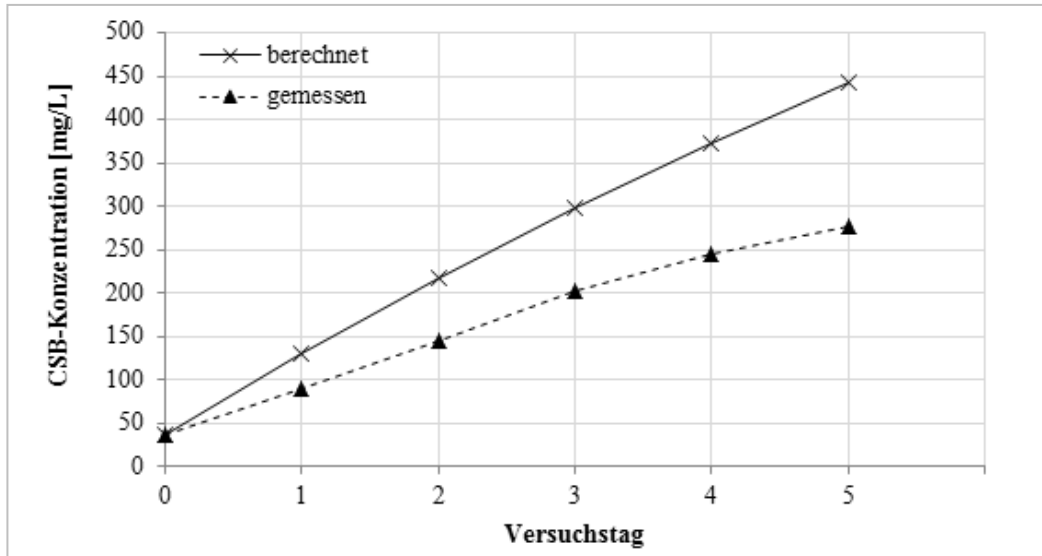


Abbildung 47: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 1 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

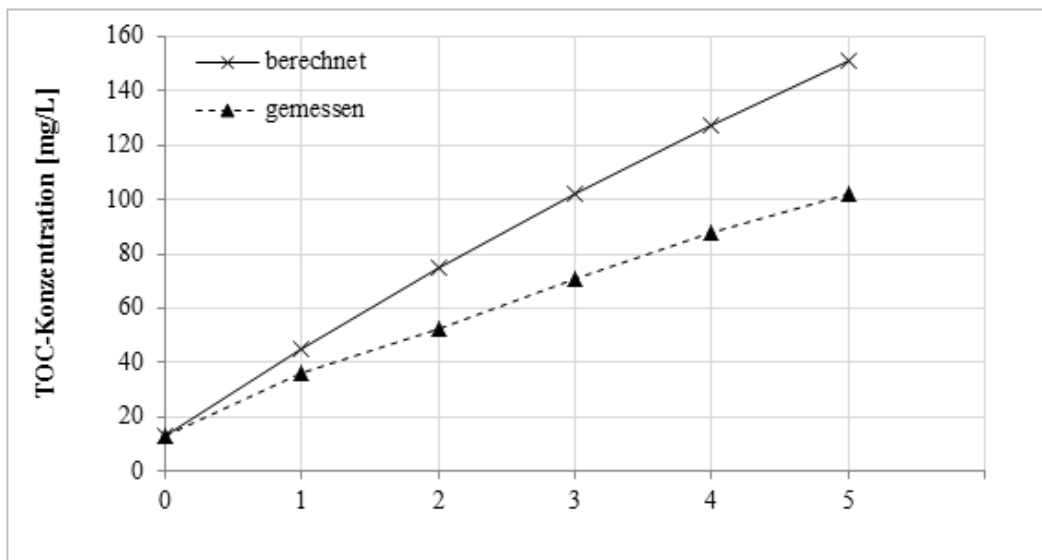


Abbildung 48: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 1 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Tabelle 40 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechneten Entfernungen und die refraktären Anteile der jeweiligen Parameter. Die Ergebnisse der CSB- und TOC-Entfernung zeigen eine gute Übereinstimmung. Die CSB-Entfernung betrug 42,7 %, die TOC-Entfernung wurde mit 37,4 % ermittelt (Differenz 5,3 %).

Abbildung 49 zeigt entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Deponiesickerwasserprobe aus Deponie 1.

TABELLE 40: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 1 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B_{IN} [mg]	B_{OUT} [mg]	B_{Anfang} [mg]	B_{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	1017,0	47,9	72,0	648,6	42,7	57,3
TOC	346,5	17,5	26,0	239,5	37,4	62,6

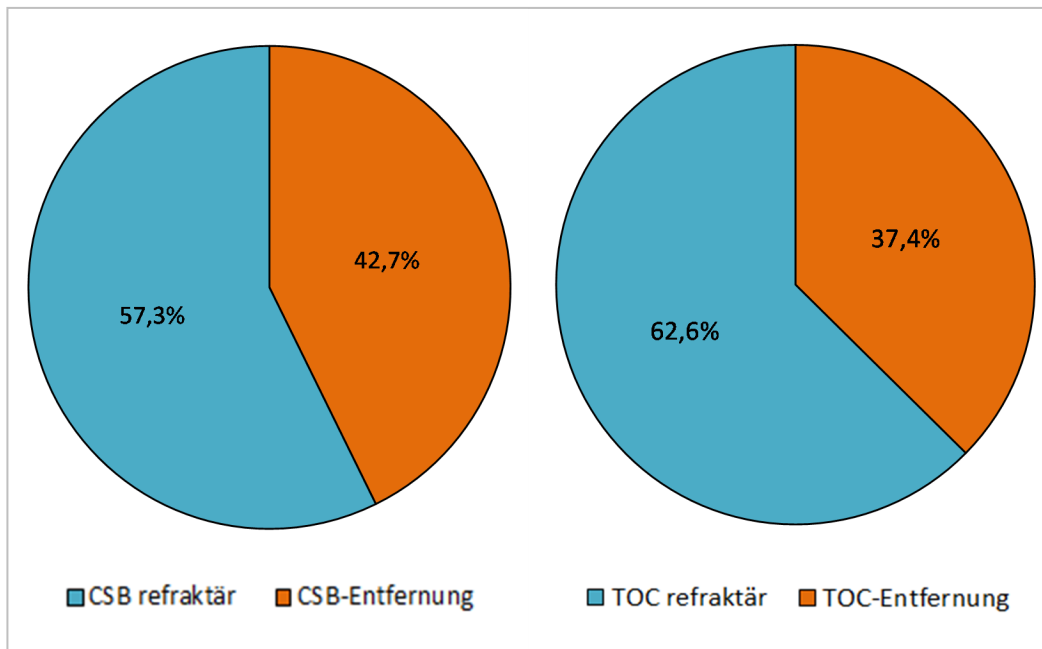


Abbildung 49: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 1.

6.6.2 DEPONIE 2

Nachfolgend sind die Ergebnisse des Abbauversuches für Sickerwasser der Deponie 2 aufgeführt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 36 mg/l und 13 mg/l. Die täglich beschickte Sickerwassermenge der Deponie 2 betrug 80 ml. Abbildung 50 und Abbildung 51 vergleichen die errechneten sowie tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte stehen für die im Reaktor statt gefundene Entfernung.

Tabelle 41 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechneten Entfernung und den refraktären Anteil der jeweiligen Parameter. Die geringen Abweichungen (Differenz 4,8 %) der ermittelten CSB- und TOC-Entfernung verdeutlichen die Plausibilität der Messwerte. Die CSB- und TOC-Entfernung erreichte 49,3 % und 44,5 %.

TABELLE 41: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 2 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

.	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	1.040	42,9	72,0	598,4	49,3	50,7
TOC	400,4	17,0	26,0	245,1	44,5	55,5

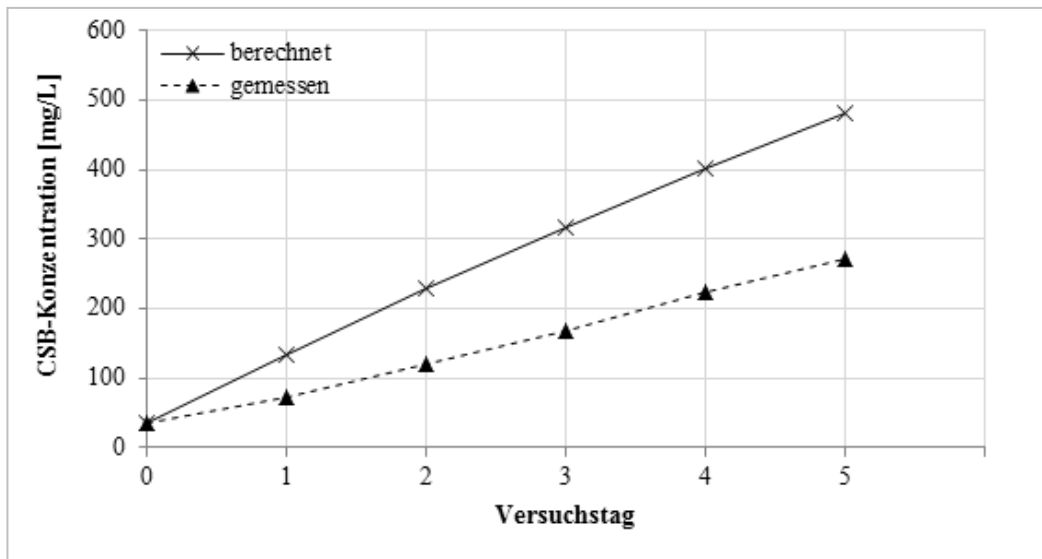


Abbildung 50: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

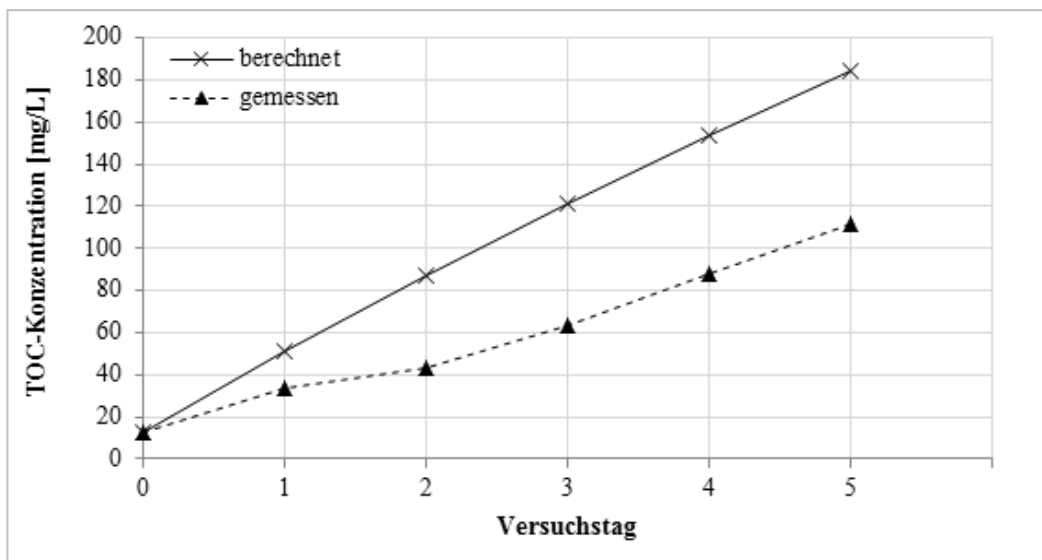


Abbildung 51: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Abbildung 52 zeigt entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Deponiesickerwasserprobe aus Deponie 2.

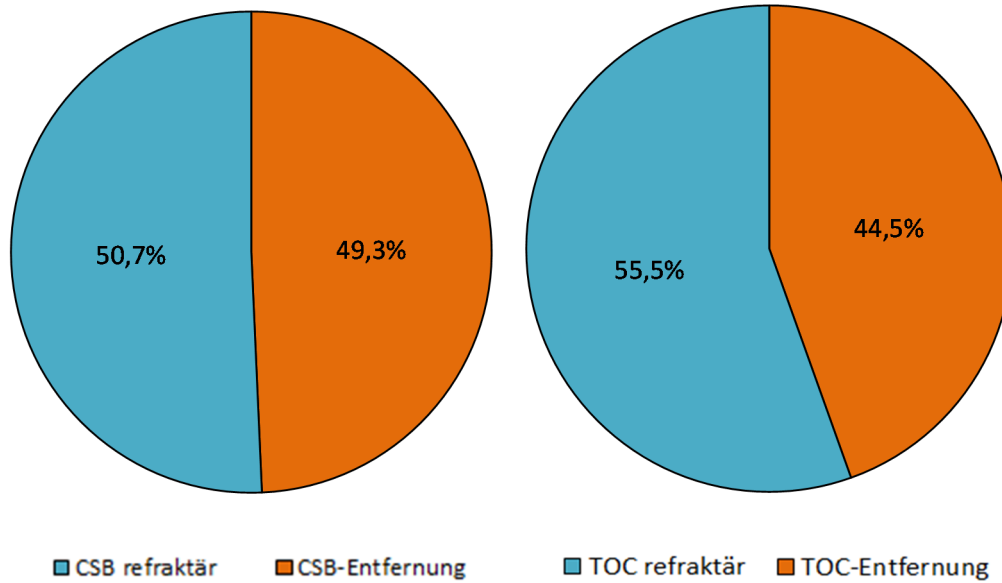


Abbildung 52: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 2.

6.6.3 DEPONIE 3

Nachstehend werden die Ergebnisse des Abbauversuches für Sickerwasser der Deponie 3 dargestellt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen in filtriertem Schlammwasser betragen zu Beginn der Versuche 34 mg/L und 12,3 mg/l. Tabelle 42 zeigt zudem die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten. Aufgrund der geringen CSB-Konzentration im Sickerwasser (90 mg/l) wurde eine tägliche Zugabe von 450 ml gewählt.

Die im Vergleich zum Reaktorvolumen hohe Zugabe führte aufgrund einer hohen Leitfähigkeit im Sickerwasser zu einer deutlichen Erhöhung der Leitfähigkeit im Reaktor. Wie aus Abbildung 53 und Abbildung 54 zu erkennen ist, lagen die analysierten CSB-Konzentrationen der täglich entnommenen Proben über den errechneten Werten aus der Zugabefracht. Eine Ursache kann hierbei im Einfluss hoher Salzgehalte auf die Biomasse gefunden werden. Bekannt ist, dass erhöhte Chlorid-Konzentrationen durch Potentialdifferenzen eine Auflösung der Bakterienzellen verursachen. Zudem beeinflusst Chlorid in hohen Konzentrationen die CSB-Bestimmung. Das in der Probe vorhandene Chlorid fällt hierbei mit dem Kaliumdichromat aus und verfälscht durch die Bildung eines Niederschlages die tatsächlich vorhandene CSB-Konzentration. Die Analytik und in der Folge die Berechnung plausibler CSB- und TOC-Entfernung war somit für das Sickerwasser der Deponie 3 nicht möglich.

TABELLE 42: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 3 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B_{IN} [mg]	B_{OUT} [mg]	B_{Anfang} [mg]	B_{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	202,5	18,6	68,0	360,5	-	-
TOC	42,8	5,6	24,6	207,3	-	-

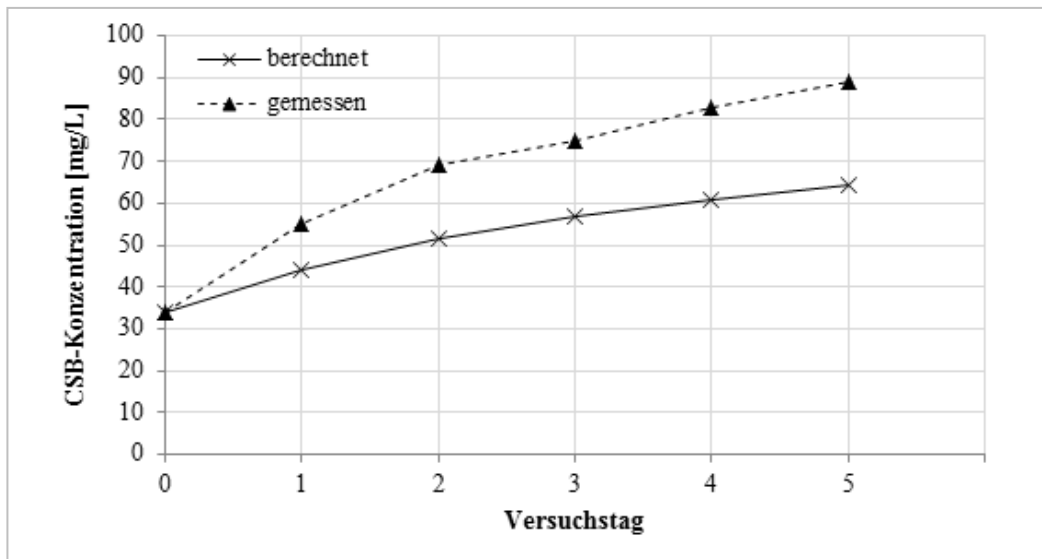


Abbildung 53: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 3 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

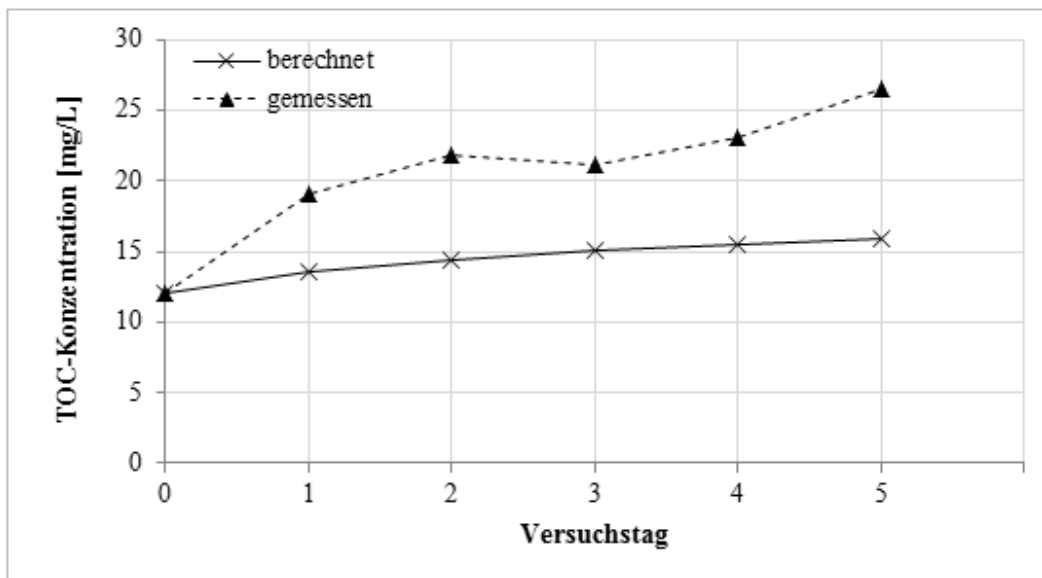


Abbildung 54: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 3 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

6.6.4 DEPONIE 4

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Abbauesversuches für Sickerwasser der Deponie 4 zusammengefasst. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 26 mg/l und 9 mg/l. Die während des Versuches täglich beschickte Menge an Sickerwasser der Deponie 4 betrug 180 ml. Abbildung 55 und Abbildung 56 zeigen die aus der Zugabefracht errechneten sowie die tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Unterschiede in den jeweiligen Mess- und Rechenwerten stehen für die im Reaktor stattgefundenene Entfernung.

Tabelle 43 zeigt die zu- und abgeführten Frachten sowie die CSB- und TOC-Entfernung und die dazugehörigen refraktären Anteile. Die Ergebnisse der CSB- und TOC-Entfernung zeigen mit einer Differenz von 5,7 % eine gute Übereinstimmung. Insgesamt ist die Entfernung für das untersuchte Sickerwasser als niedrig einzustufen. Der refraktäre CSB-Anteil umfasste 87,6 % an der gesamten CSB-Fracht; der refraktäre TOC-Anteil sogar 93,3 %.

TABELLE 43: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 4 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	688,2	208,7	52,0	488,0	12,4	87,6
TOC	247,2	74,7	18,0	188,0	6,7	93,3

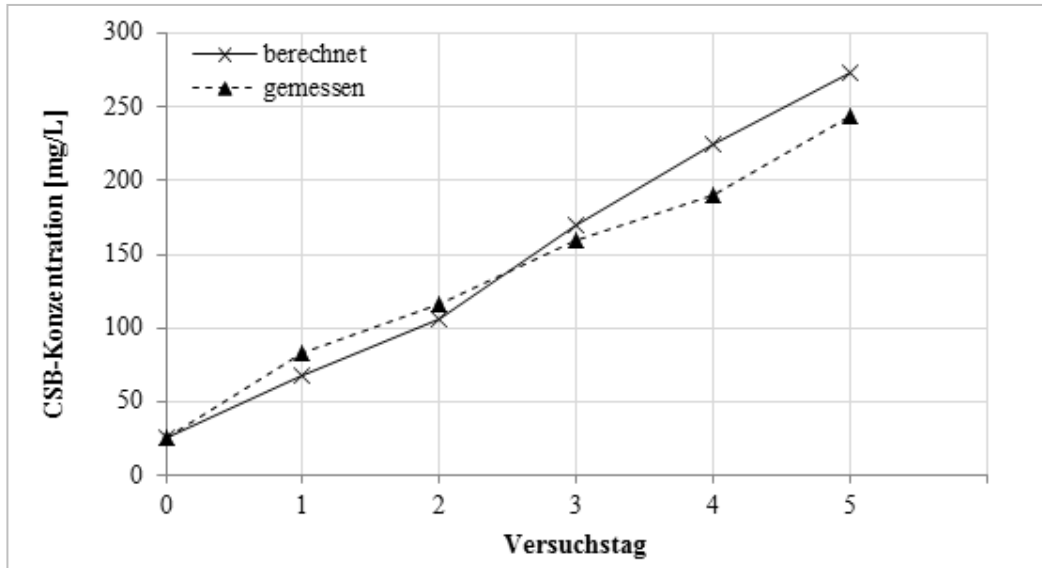


Abbildung 55: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 4 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

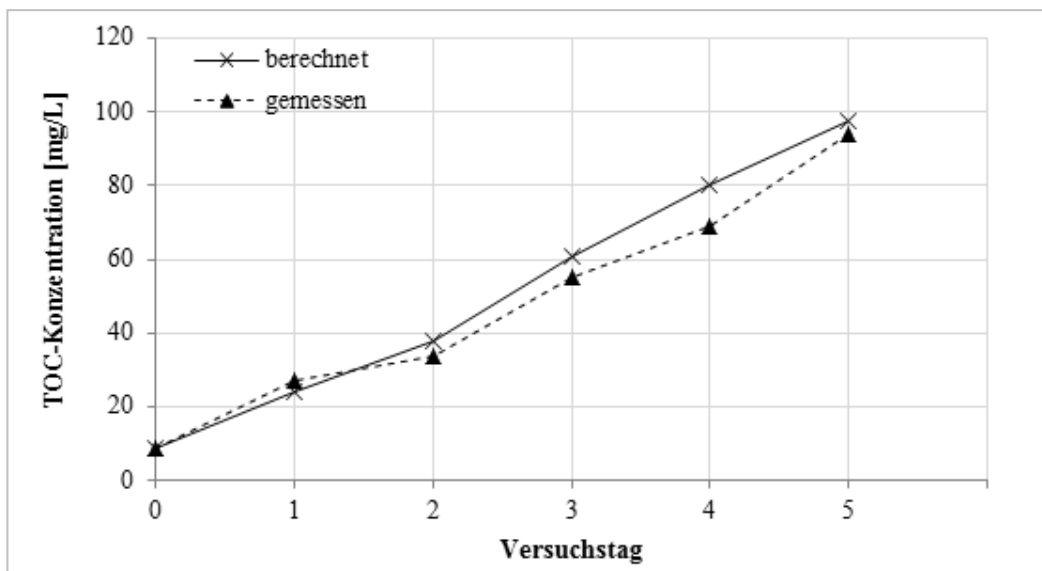


Abbildung 56: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 4 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Abbildung 57 zeigt entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Deponiesickerwasserprobe aus Deponie 4.

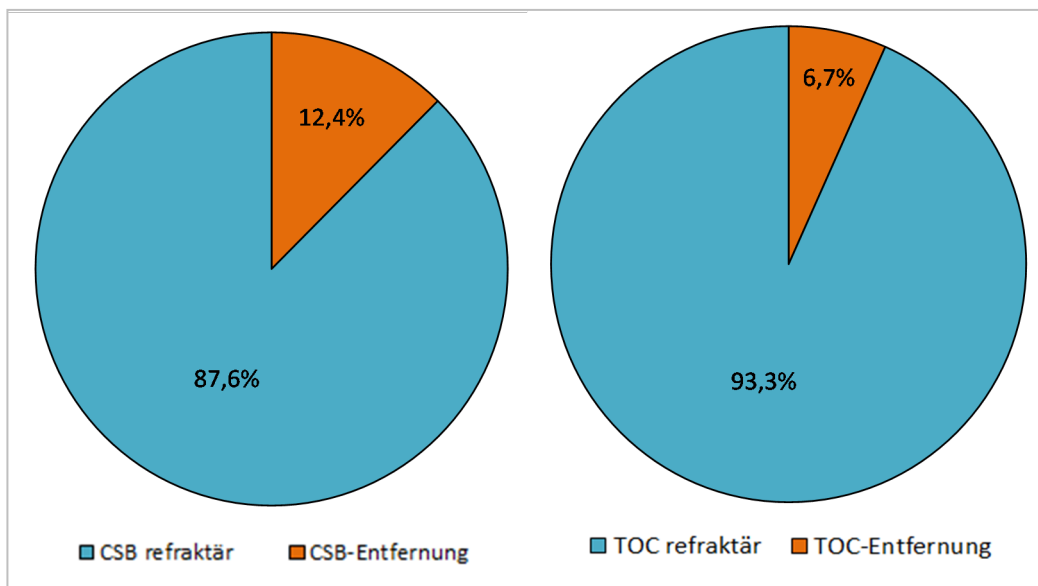


Abbildung 57: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 4.

6.6.5 DEPONIE 5

Die Ergebnisse des Abbauversuches für Sickerwasser der Deponie 5 sind in folgendem Abschnitt aufgeführt. Die CSB- und TOC-Konzentrationen im Schlammwasser betragen zu Versuchsbeginn 38 mg/l und 14 mg/l. Die tägliche Beschickung des Reaktors erfolgte mit 130 ml Sickerwasser der Deponie 5. Abbildung 58 und Abbildung 59 vergleichen die errechneten sowie tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte stehen für die im Reaktor stattgefundenene Entfernung.

Tabelle 44 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechnete Entfernung und den refraktären Anteil der jeweiligen Parameter. Die gute Übereinstimmung der ermittelten CSB- und TOC-Entfernung (Differenz 1,4 %) verdeutlichen die Plausibilität der Messwerte. Die CSB- und TOC-Entfernung erreichte 46 % und 38,7 %. Demgegenüber lag der refraktäre Anteil an der zugeführte CSB- und TOC-Gesamtfracht bei 54 und 61,3 %.

TABELLE 44: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 5 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	1.042	44,1	76,0	637,0	46,0	54,0
TOC	340,6	15,47	28,0	235,2	38,7	61,3

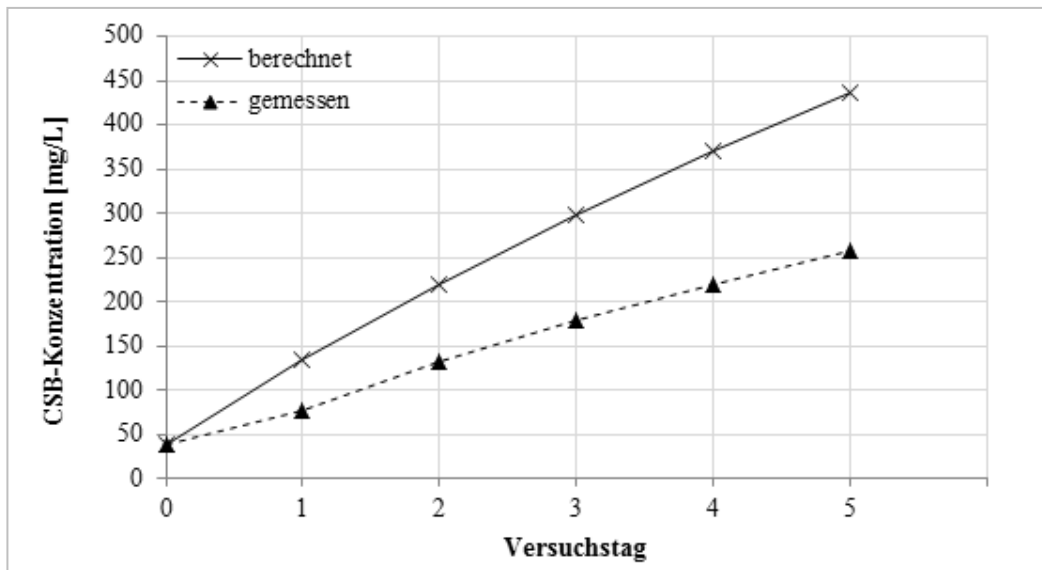


Abbildung 58: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 5 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

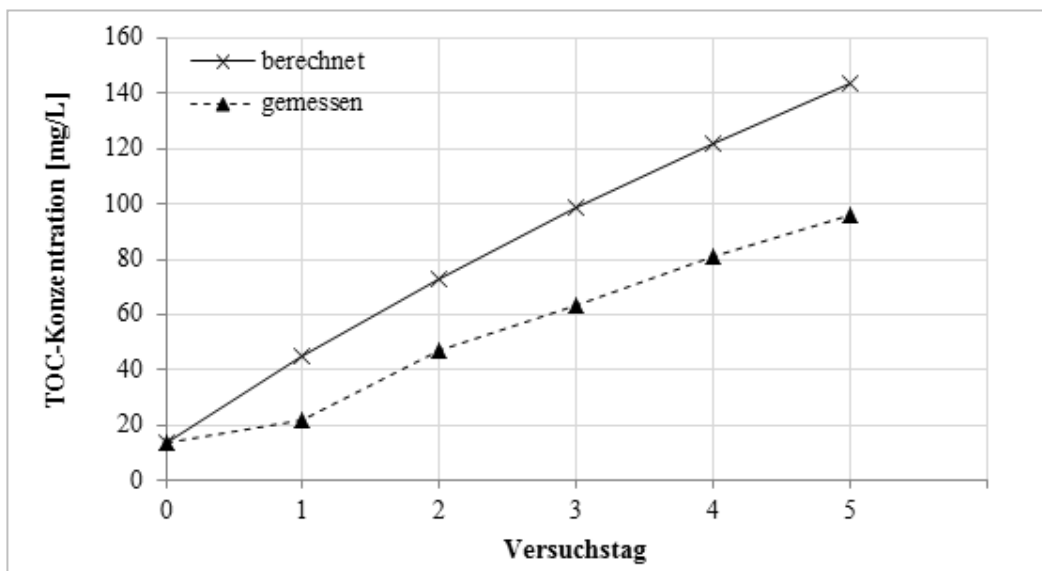


Abbildung 59: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 5 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Abbildung 60 zeigt entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Deponiesickerwasserprobe aus Deponie 5.

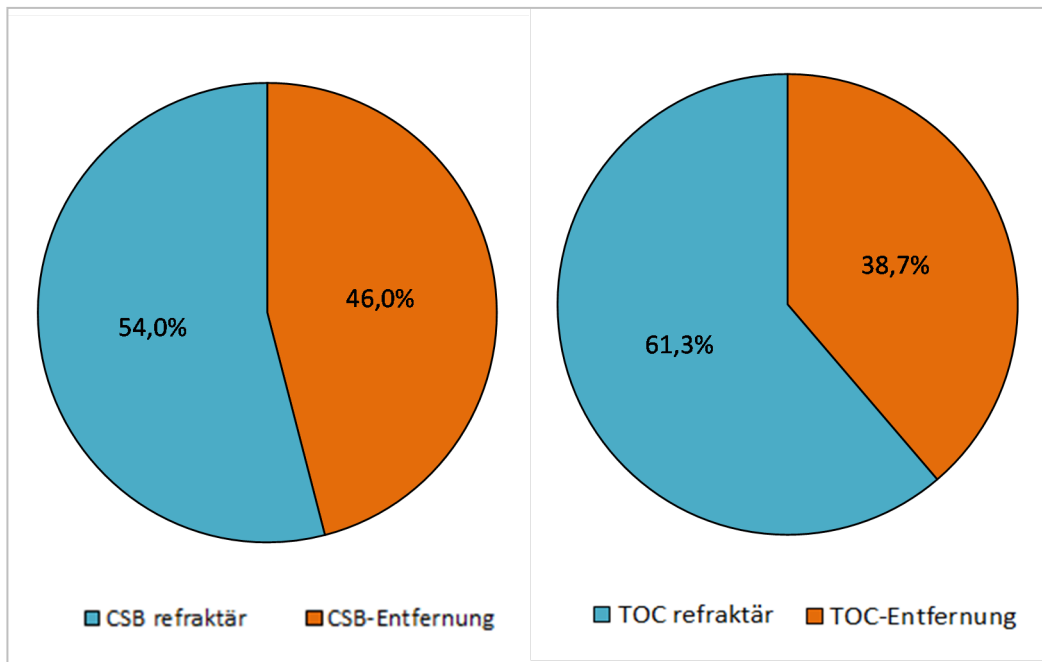


Abbildung 60: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 5.

6.6.6 DEPONIE 6

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Abbauesversuches für Sickerwasser der Deponie 6 zusammengefasst. Zu Beginn der Versuche lagen im filtrierten Schlammwasser CSB- und TOC-Konzentrationen von 27 mg/l und 10 mg/l vor. Die Beschickungsmenge an Sickerwasser der Deponie 6 betrug 160 ml pro Tag. Abbildung 61 und Abbildung 62 zeigen die aus der Zugabefracht errechneten sowie die tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte repräsentiert dabei die im Reaktor stattgefundenene Entfernung.

Tabelle 45 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechnete Entfernung und den refraktären Anteil der jeweiligen Parameter. Die Ergebnisse der CSB- und TOC-Entfernung zeigen eine gute Übereinstimmung der Messwerte (Differenz 5,4 %). Ca. ein Viertel der zugeführten Fracht wurde während der Abbauesversuches entfernt. Die CSB-Entfernung betrug somit 27,7 %, die TOC-Entfernung 22,3 %.

TABELLE 45: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 6 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	1.021	174,4	54,0	660,6	27,7	72,3
TOC	371,0	68,0	20,0	254,4	22,3	77,7

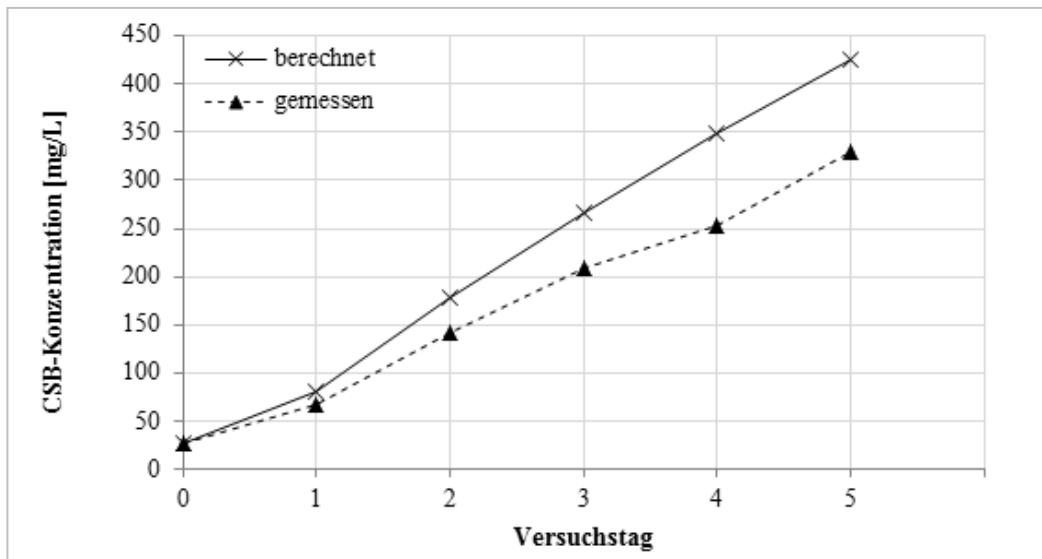


Abbildung 61: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 6 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

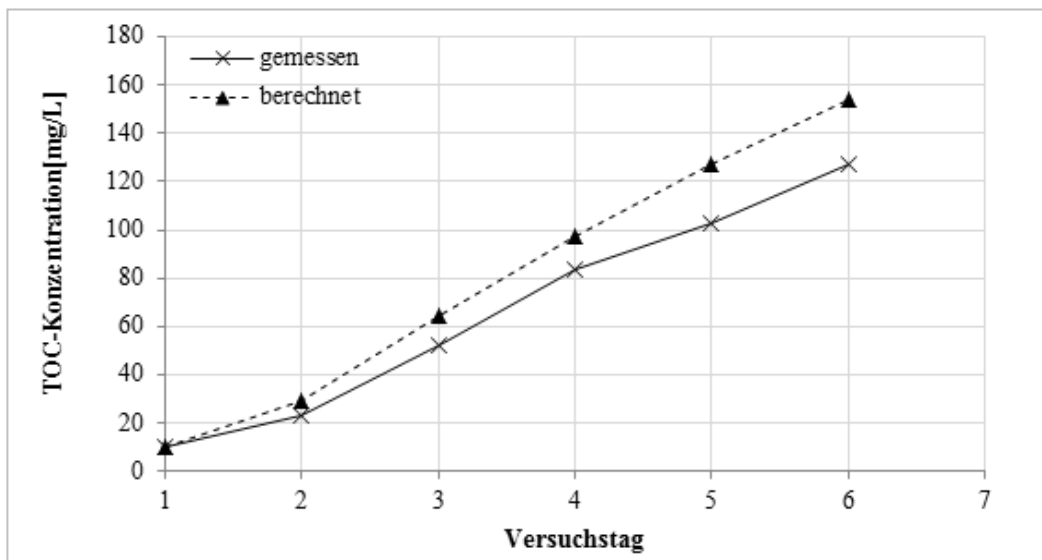


Abbildung 62: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 6 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Abbildung 63 zeigt entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Deponiesickerwasserprobe aus Deponie 6.

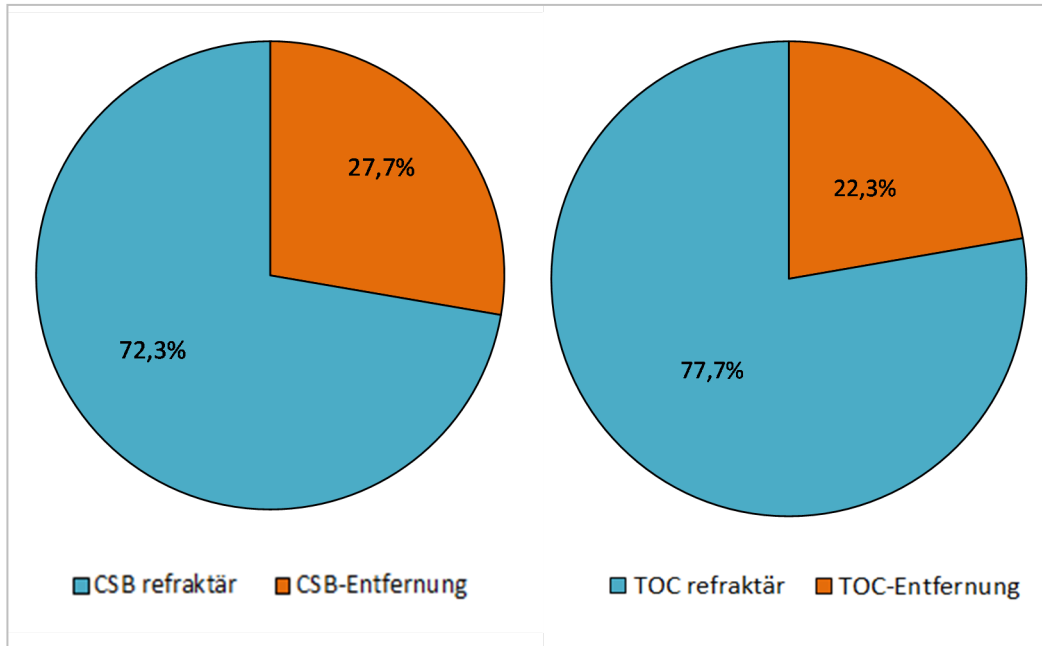


Abbildung 63: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 6.

6.6.7 DEPONIE 7

Nachfolgend sind die Ergebnisse des Abbauversuches des Sickerwassers der Deponie 7 aufgeführt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 38 mg/l und 14 mg/l. Die täglich beschickte Sickerwassermenge der Deponie 7 betrug 50 ml. Abbildung 64 und Abbildung 65 zeigen die errechneten sowie tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte stehen für die im Reaktor stattgefundenene Entfernung.

Tabelle 46 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechnete Entfernung und die refraktären Anteile der jeweiligen Parameter. Die errechneten Entfernungen im CSB und TOC unterscheiden sich für das Sickerwasser der Deponie 7 zunächst erheblich. Die Wiederholung des Versuches bestätigte die unterschiedlichen Ergebnisse. Die starke Differenz in der CSB- und TOC-Entfernung sind hierbei auf die Bestimmungsmethode für den TOC zurückzuführen. Die Differenzmethode zur TOC-Bestimmung basiert auf der Erfassung aller Kohlenstoffverbindungen mit der anschließenden Substraktion anorganischer Kohlenstoffverbindungen. Da diese Methode häufig anfällig für Messungenauigkeiten ist, hat sich das Direktverfahren zur TOC-Bestimmung durchgesetzt. Hierbei wird die Abwasserprobe angesäuert, um den anorganischen Kohlenstoff in Kohlenstoffdioxid (CO₂) umzuwandeln und anschließend auszublasen. Bei dieser Vorgehensweise kann angenommen werden, dass auch flüchtige Stoffe ausgeblasen werden und mit den Messmethoden stark unterschiedliche TOC-Werte ermittelt werden. Für das Sickerwasser der Deponie 7 wurde daher zusätzlich die TOC-Konzentration aus der Differenzmethode berücksichtigt, welche mit 1.486 mg/l doppelt so hoch wie die Konzentration aus dem Direktverfahren war. Die bessere Übereinstimmung der Entfernung von TOCdiff mit der CSB-Entfernung verdeutlicht, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit flüchtige Substanzen in der Probe enthalten waren. Für die Auswertung der Deponie 7 wurde daher der TOC aus der Differenzmethode berücksichtigt. Mit der Verwendung der TOC-Werte aus der Differenzmethode zeigt sich eine gute Übereinstimmung der CSB und TOC Entfernungen.

TABELLE 46: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 7 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	802,5	30,4	76,0	379,3	63,7	36,3
TOC_{Direkt}	183,5	11,5	28,0	142,7	38,9	61,1
TOC_{Differenz}	371,5	11,5	28	142,7	69,8	30,2

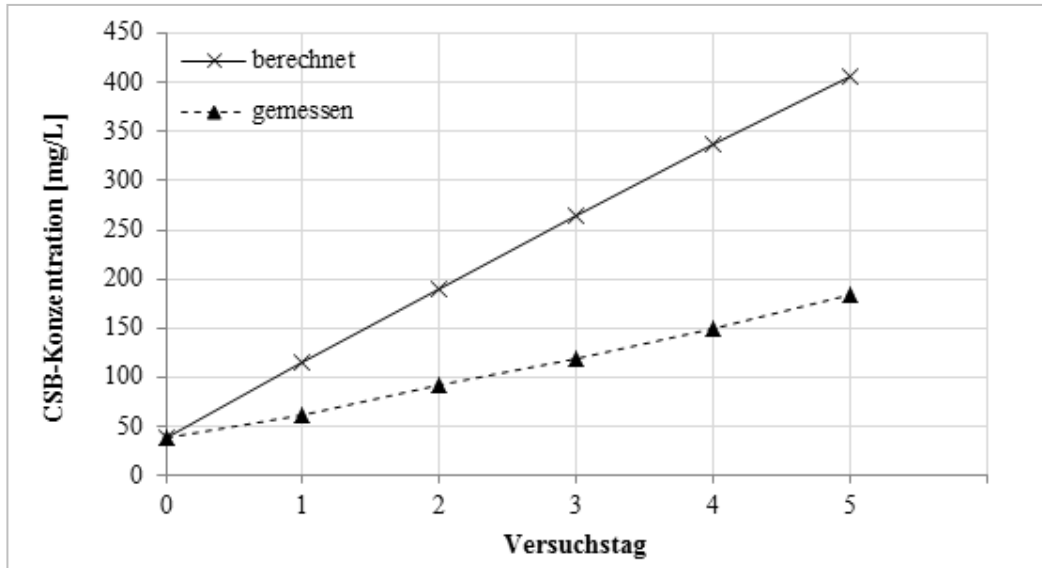


Abbildung 64: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

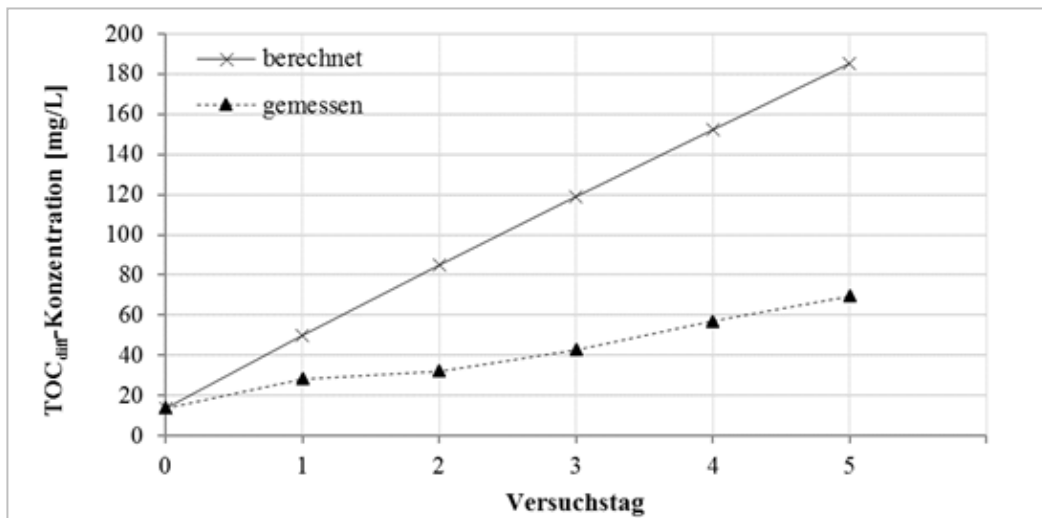


Abbildung 65: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Abbildung 66 zeigt den entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Sickerwasserprobe aus Deponie 7 unter Berücksichtigung der TOC-Differenzmethode.

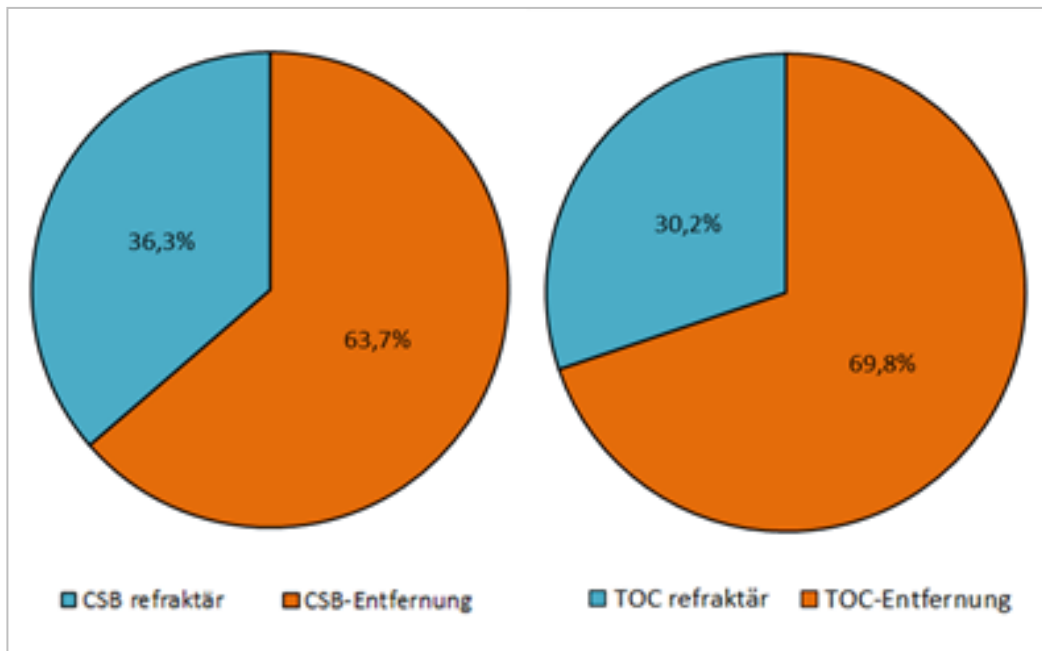


Abbildung 66: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 7.

6.6.8 DEPONIE 8

Nachstehend sind die Ergebnisse des Abbauversuches für Sickerwasser der Deponie 8 aufgeführt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 26 mg/l und 9,0 mg/l. Die tägliche Zugabemenge an Sickerwasser der Deponie 8 betrug 350 ml. Abbildung 67 und Abbildung 68 vergleichen die errechneten sowie die tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte steht für die im Reaktor stattgefundenene Entfernung.

Die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechneten Entfernung und den refraktären Anteil der jeweiligen Parameter sind in Tabelle 47 aufgeführt. Die CSB- und TOC-Entfernung umfasste 43,7 % und 41,3 %. Die geringe Abweichung (Differenz 2,4 %) in der Entfernung und die gute Übereinstimmung verdeutlicht die Plausibilität der Messwerte.

TABELLE 47: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 8 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	717,5	25,4	48,0	468,6	43,7	56,3
TOC	238,0	8,9	18,0	162,9	41,3	58,7

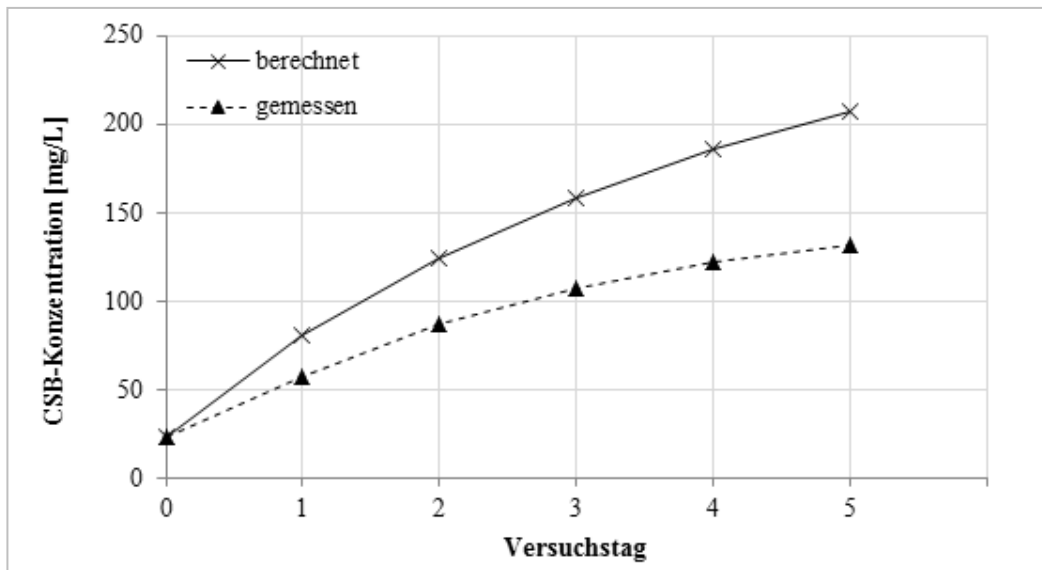


Abbildung 67: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 8 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

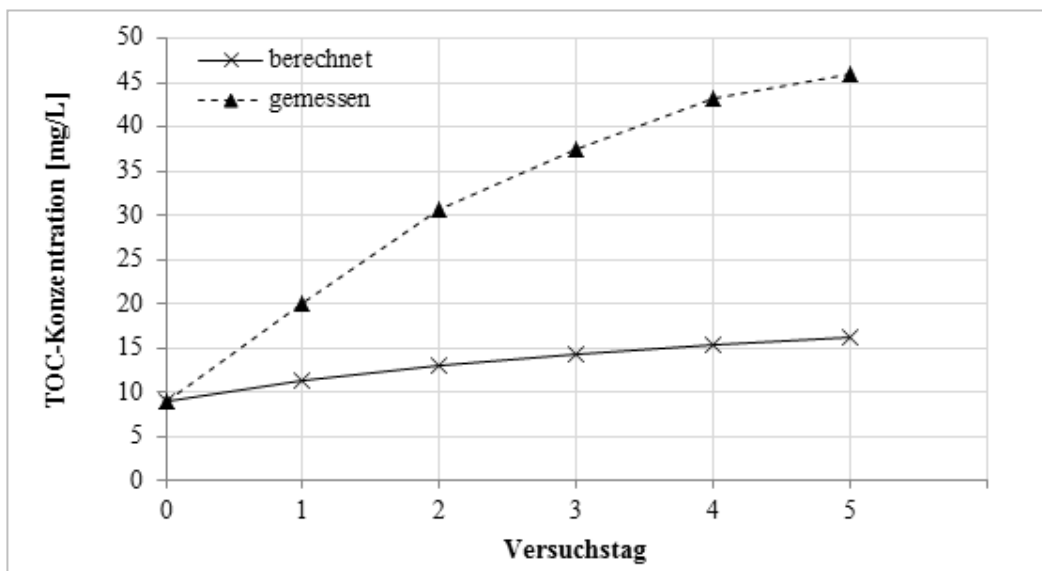


Abbildung 68: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 8 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Abbildung 69 zeigt entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Deponiesickerwasserprobe aus Deponie 8.

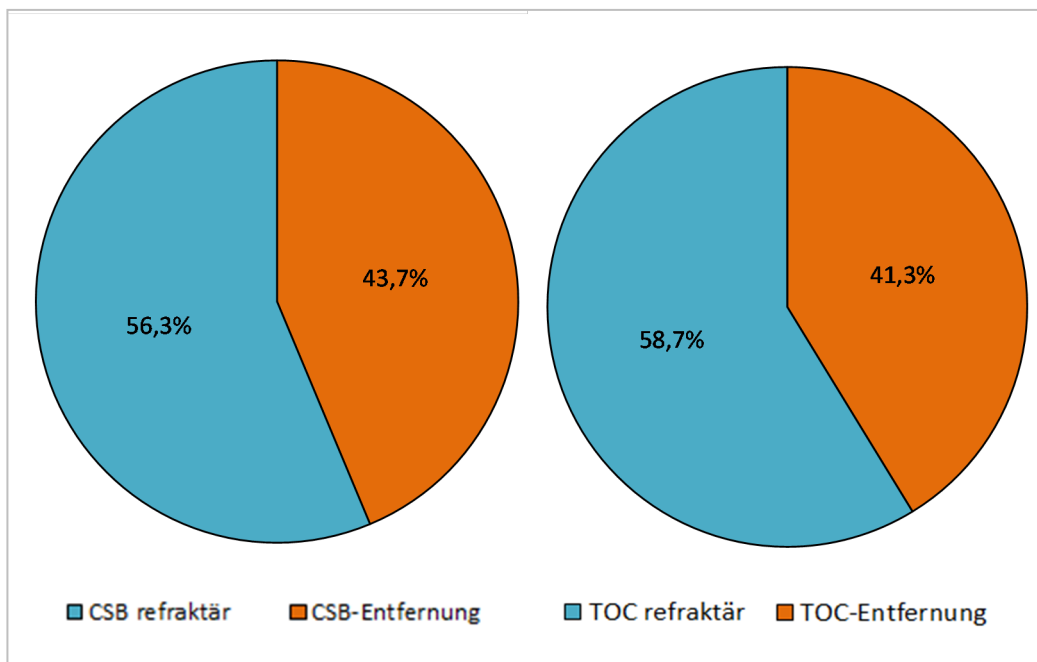


Abbildung 69: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 8.

6.6.9 DEPONIE 9 (UNBEHANDLETES DEPONIESICKERWASSER)

Nachfolgend sind die Ergebnisse des Abbauversuches mit dem nicht vorbehandelten Sickerwasser der Deponie 9 aufgeführt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 43 mg/l und 17 mg/l. Die täglich beschickte Sickerwassermenge der Deponie 9 betrug 14 ml. Abbildung 70 und Abbildung 71 vergleichen die errechneten sowie tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte stehen für die im Reaktor stattgefundenene Entfernung.

Tabelle 48 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechnete Entfernung und den refraktären Anteil der jeweiligen Parameter. Die geringe Differenz der ermittelten CSB- und TOC-Entfernung verdeutlichen eine gute Übereinstimmung der Messwerte (Differenz 1,4 %). Ca. die Hälfte der zugeführten Frachten wurde hierbei biologisch entfernt. Die CSB- und TOC-Entfernung erreichte 55,0 % und 53,6 %.

TABELLE 48: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 9 (ZULAUF) SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	298,8	19,5	86,0	200,9	55,0	45,0
TOC	109,7	7,2	33,8	77,5	53,6	46,4

Für das Sickerwasser der Deponie 9 liegen Messungen vor und nach der Deponiesickerwasserbehandlung vor (siehe Tabelle 21) und diese zeigen eine CSB Entfernung von über 90 %. Dazu ist anzumerken, dass die Abbauversuche ausschließlich die Entfernung im biologischen Reaktor untersucht haben. Die Deponiesickerwasserbehandlung der Deponie 9 umfasst zusätzliche Behandlungsschritte (Adsorptionsstufe, Fällung/Flockung und Filtration) enthält, die zu einer weiteren CSB Entfernung beitragen. Somit zeigen die Abbauversuche und die Zu- und Ablaufmessungen keine widersprüchlichen Ergebnisse.

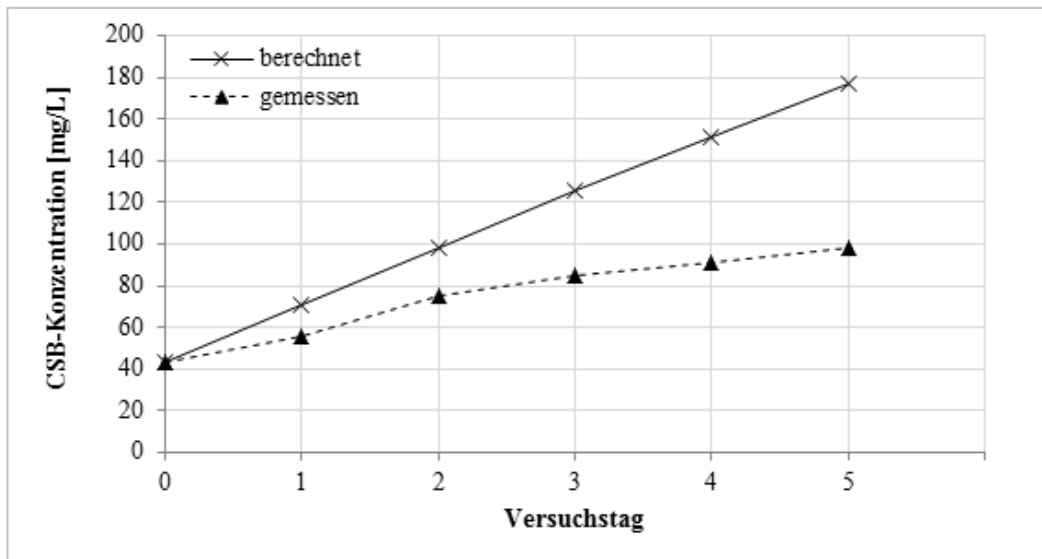


Abbildung 70: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 9, Zulauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

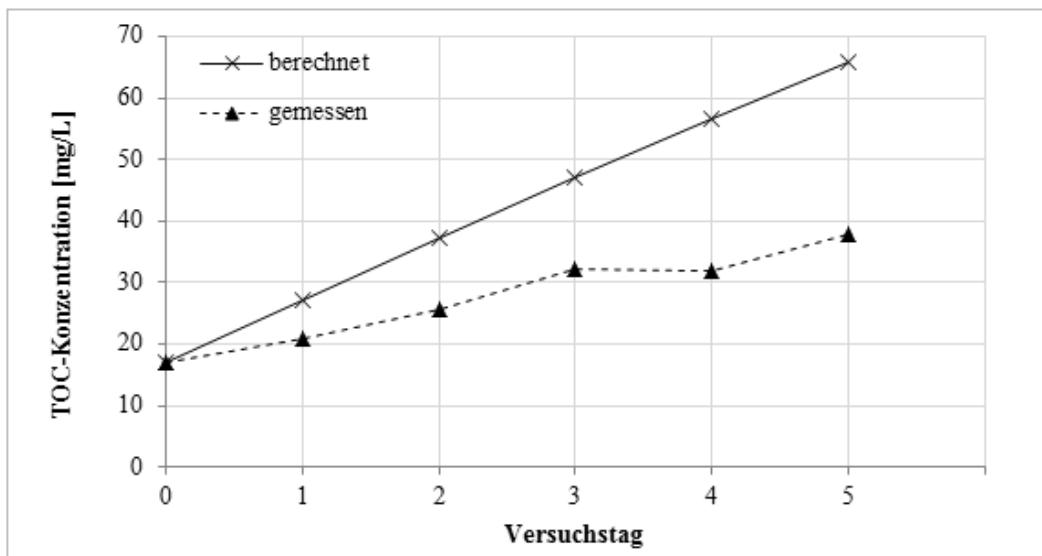


Abbildung 71: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 9, Zulauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

Abbildung 72 zeigt entfernten und refraktären CSB bzw. TOC in der untersuchten Probe des unbehandelten Deponiesickerwassers aus Deponie 9.

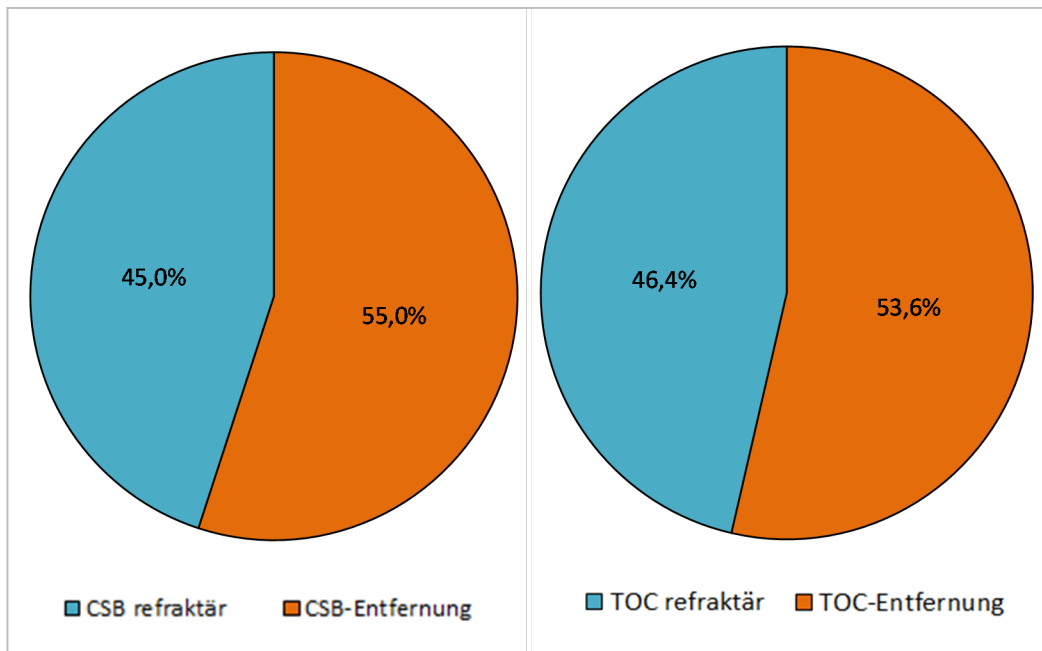


Abbildung 72: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 9 (nicht vorbehandelter Zulauf zur Membrananlage).

6.6.10 DEPONIE 9 (BEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER)

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Abbauversuches für das vorbehandelte Sickerwasser der Deponie 9 dargestellt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 24 mg/l und 9 mg/l. Der Reaktor wurde täglich mit 350 ml vorbehandeltem Sickerwasser beschickt. Abbildung 73 und Abbildung 74 zeigen die aus der Zugabefracht errechneten sowie die tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Messwerte liegen hierbei nahe den errechneten Konzentrationen und verdeutlichen die geringe Reinigungsleistung.

Tabelle 49 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechnete Entfernung und den refraktären Anteil der jeweiligen Parameter. Im Gegensatz zu der nicht vorbehandelten Sickerwasserprobe umfasste das untersuchte Sickerwasser nach der Vorbehandlung fast ausschließlich refraktären CSB sowie TOC.

TABELLE 49: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 9 (ABLAUF) SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	369,3	24,1	48,0	450,9	0,0	100,0
TOC	117,3	7,41	18,0	136,3	4,7	95,3

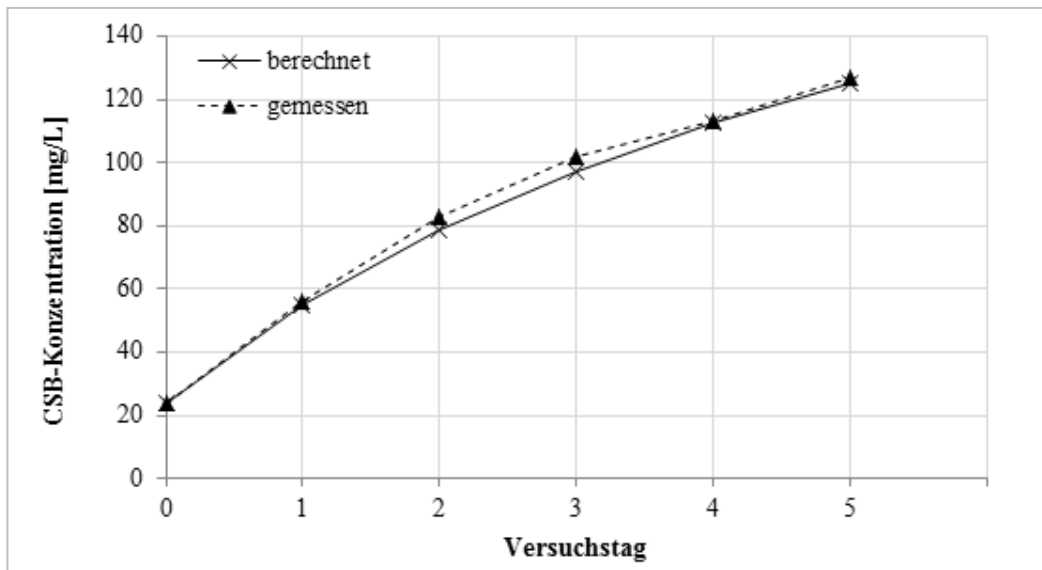


Abbildung 73: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von vorbehandeltem Sickerwasser der Deponie 9, Ablauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

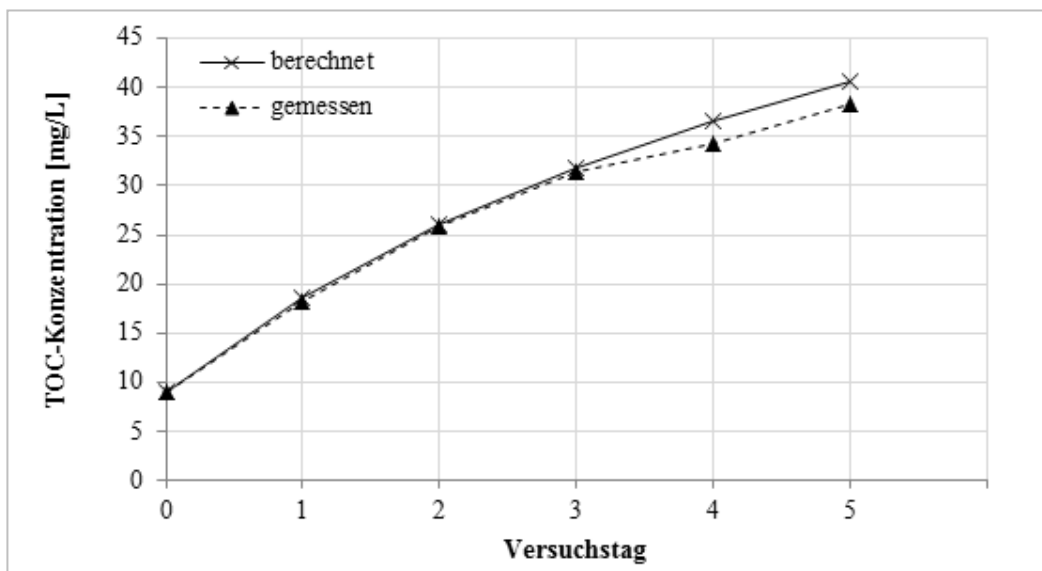


Abbildung 74: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von vorbehandeltem Sickerwasser der Deponie 9, Ablauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

6.6.11 DEPONIE 2 (WIEDERHOLUNGSMESSUNG)

Im Folgenden werden die Ergebnisse des wiederholten Abbauersuches für Sickerwasser der Deponie 2 dargestellt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 36 mg/L und 13,5 mg/L. Der Reaktor wurde täglich mit 30 ml Sickerwasser der Deponie 2 beschickt. Abbildung 75 und Abbildung 76 zeigen die aus der Zugabefracht errechneten sowie tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte entspricht der im Reaktor stattgefundenen Entfernung.

Tabelle 50 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechneten Entfernungen und die refraktären Anteile der jeweiligen Parameter. Die Ergebnisse der CSB- und TOC-Entfernung zeigen eine gute Übereinstimmung. Die CSB-Entfernung betrug 55,9 %, die TOC-Entfernung wurde mit 44,8 % ermittelt.

TABELLE 50: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 2 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	839,3	35,1	72,0	449,0	55,9	44,1
TOC	262,5	13,4	27,0	172,4	44,8	55,2

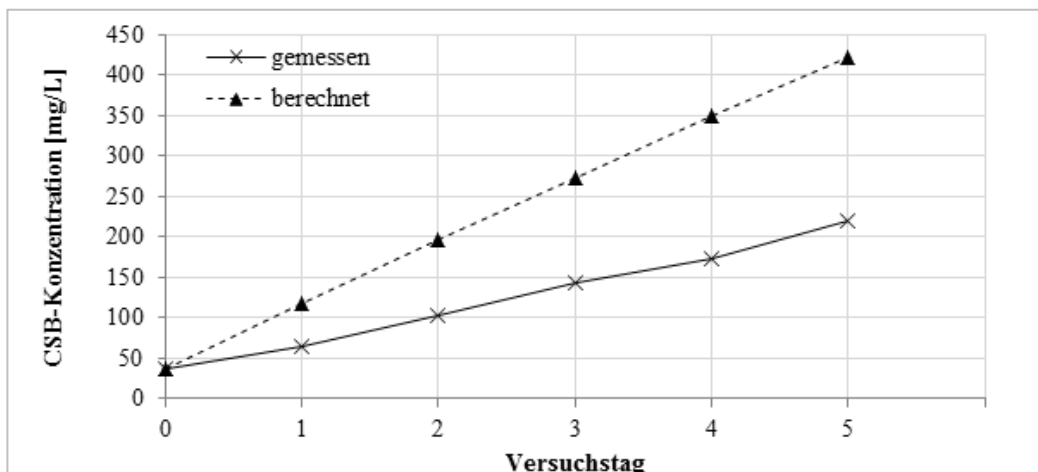


Abbildung 75: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

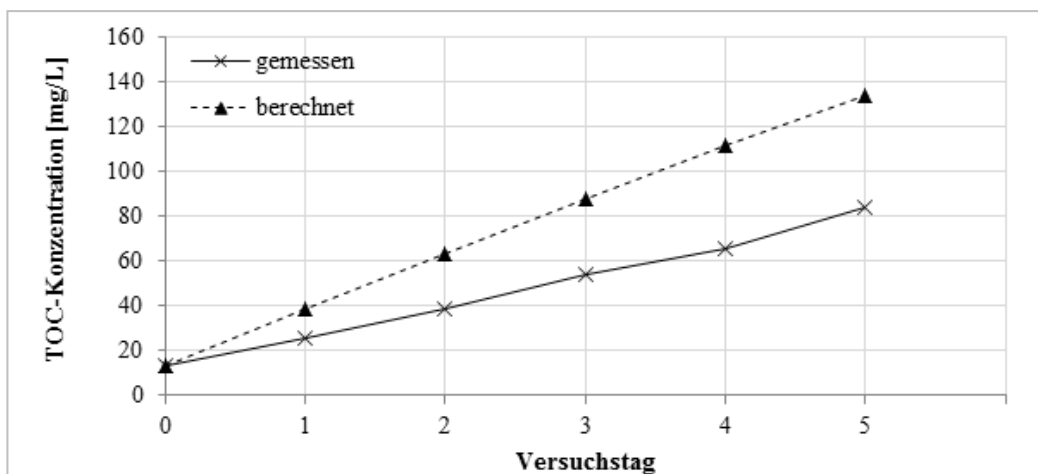


Abbildung 76: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

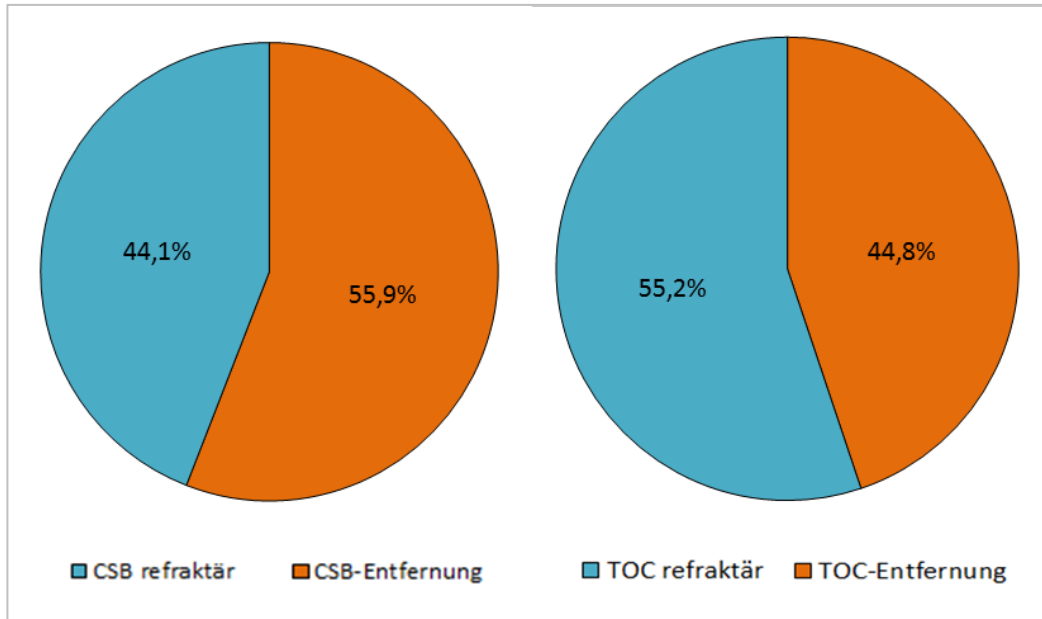


Abbildung 77: CSB-, TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 2 (Wiederholung).

6.6.12 DEPONIE 7 (WIEDERHOLUNGSMESSUNG)

Im Folgenden werden die Ergebnisse des wiederholten Abbauersuches für Sickerwasser der Deponie 7 dargestellt. Die CSB- und TOC-Anfangskonzentrationen im Schlammwasser betragen 36 mg/l und 13,5 mg/l. Der Reaktor wurde täglich mit 50 ml Sickerwasser der Deponie 7 beschickt. Abbildung 78 und Abbildung 79 zeigen die aus der Zugabefracht errechneten sowie tatsächlich täglich gemessenen CSB- und TOC-Konzentrationen. Die Differenz der jeweiligen Mess- und Rechenwerte entspricht der im Reaktor stattgefundenen Entfernung.

Tabelle 51 zeigt die zu- und abgeführten CSB- und TOC-Frachten sowie die errechneten Entfernungen und die refraktären Anteile der jeweiligen Parameter. Die CSB-Entfernung betrug 51,0 %, die TOC-Entfernung wurde mit 43,0 % ermittelt (Differenz 8,0 %).

TABELLE 51: CSB- UND TOC-ENTFERNUNG IM SICKERWASSER DER DEPONIE 7 SOWIE DER REFRAKTÄRE ANTEIL.

Parameter	B _{IN} [mg]	B _{OUT} [mg]	B _{Anfang} [mg]	B _{Ende} [mg]	Entf. [%]	refraktärer Anteil [%]
CSB	590,0	29,9	72,0	373,1	51,0	49,0
TOC	203,5	11,3	27,0	145,8	43,0	57,0

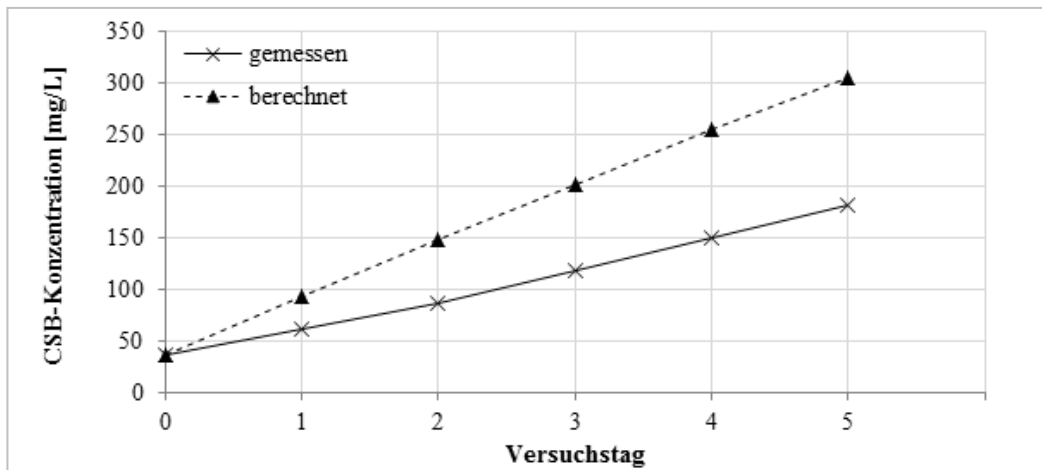


Abbildung 78: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

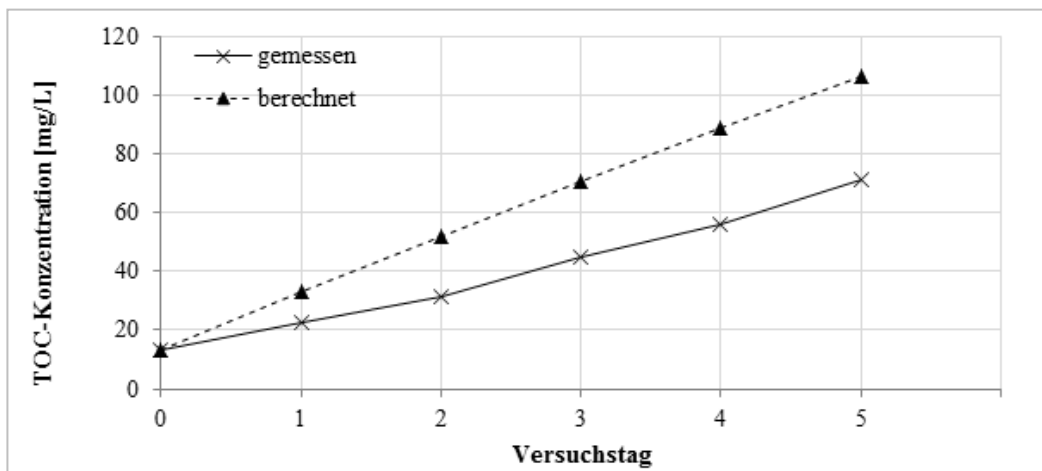


Abbildung 79: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).

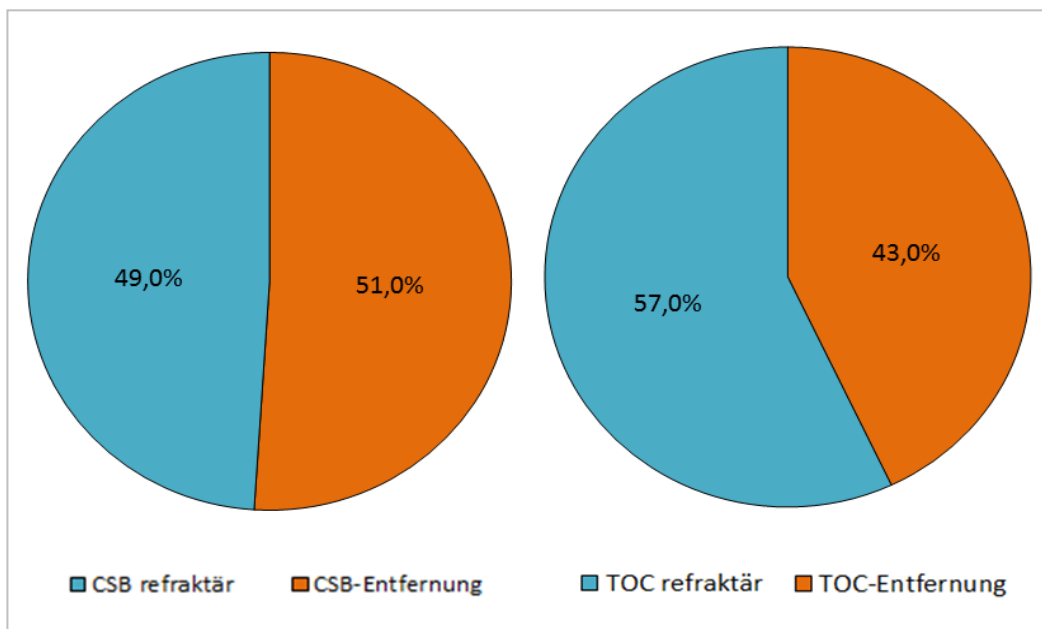


Abbildung 80: CSB-, TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 7 (Wiederholung).

6.7 SPURENSTOFFE IN DEN DEPONIESICKERWASSERPROBEN

6.7.1 DEPONIE 1

TABELLE 52: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 1.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	2	1	n.n.
2	Hexabromcyclododecan - Summenparamter	-	0,05	0,03	n.n.
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	8,5
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	1300
5	Nitritotriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	1	0,51	2,8
7	Octylphenol	140-66-9	0,3	0,15	0,71
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	3,4
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	n.n.
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.

ANHANG

36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	0,17
39	Fluoranthen	206-44-0	0,0064	0,0017	0,024
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	0,029
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	n.n.
42	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,011	0,0034	n.n.
43	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	n.n.
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether		32534-81-9			
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,0000011	0,00012
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000092	0,0031
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,0000015	0,002
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,0000012	0,00047
50	BDE 153 (2,2',4,4',5-Hexabromdiphenylether)	-	0,000004	0,0000002	0,00075
51	BDE 154 (2,2',4,4',5-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,0000028	0,00066
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,72
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2			
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8	2	1	n.n.
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	n.n.
58	Bifenox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	<BG
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	0,098
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	0,11
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	0,061
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	0,3
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	0,37
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	9,3
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	130
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	50

ANHANG

79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	1100
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	110
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	110
82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	390
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	4700
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	0,29
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	0,073
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	6,9
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	110
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	39
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	480
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	40
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	98
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	400
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	3700
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	n.n.
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	<BG
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	n.n.
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	0,88
	Xylol	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	n.n.
96	m-Xylol	-			
97	p-Xylol	-	0,86	0,17	n.n.
98	Toluol	-	0,86	0,17	<BG
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	n.n.
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,0098
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,35±0,052
102	Cyanid	-	0,005	-	<BG
103	Sulfid	-	0,1	-	0,14±0,01
104	KW-Index	-	-	-	1,74±0,17

6.7.2 DEPONIE 2

TABELLE 53: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 2.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	2	1	n.n.
2	Hexabromcyclododecan - Summenparamter	-	0,05	0,03	<BG
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	2,1
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	970
5	Nitritotriessigsäure	139-13-9	50	25	< 50
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	1	0,51	12
7	Octylphenol	140-66-9	0,3	0,15	8,9
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	1400
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	n.n.
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	<BG
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	<BG
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

ANHANG

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	0,11
39	Fluoranthen	206-44-0	0,0064	0,0017	0,1
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	0,33
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	0,0061
42	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,011	0,0034	<BG
43	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0085	0,0027	<BG
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	<BG
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether		32534-81-9			
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,00000059	0,00005
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000028	0,0014
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,00000042	0,00096
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000031	0,00021
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,6-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,00000041	0,00015
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,6-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,00000058	0,00016
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,31
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	<BG
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	n.n.
58	Bifenox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	0,27
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	0,07
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	0,19
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	0,84
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	1,5
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	2,1
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	48
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	620
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	33
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	930
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	1200

ANHANG

81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	920
82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	690
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	6900
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	1,5
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	0,11
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	29
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	420
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	24
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	340
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	230
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	870
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	610
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	3900
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	<BG
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	<BG
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	2,2
	Xylole	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	1
96	m-Xylol	-			
97	p-Xylol	-	0,86	0,17	1
98	Toluol	-	0,86	0,17	<BG
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	0,0057
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,059
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,11±0,017
102	Cyanid	-	0,005	-	0,010±0,001
103	Sulfid	-	0,1	-	0,42±0,04
104	KW-Index	-	-	-	2,00±0,20

6.7.3 DEPONIE 3

TABELLE 54: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 3.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [µg/l]	NG [µg/l]	Wert [µg/l]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4	0,2	n.n.
2	Hexabromcyclododecan - Summenparamter	-	0,05	0,03	n.n.
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	7,7
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	210
5	Nitrilotriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	0,3	0,15	n.n.
7	Octylphenol	140-66-9	0,1	0,052	n.n.
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	0,29
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	n.n.
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	n.n.
39	Fluoranthren	206-44-0	0,0064	0,0017	n.n.
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	<BG
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	n.n.
42	Benzo(b)fluoranthren	205-99-2	0,011	0,0034	n.n.
43	Benzo(k)fluoranthren	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	n.n.
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether		32534-81-9			
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,00000047	n.n.
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000026	<BG
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,00000049	n.n.
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000042	n.n.
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,00000045	0,000009
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,00000064	<BG
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,019
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	n.n.
58	Bifenox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	n.n.
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	n.n.
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.n.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	n.n.
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	0,19
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	360
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	460
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	1,7
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	74
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	120
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	200
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	26
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	60

ANHANG

81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	370
82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	67
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	100
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	320
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	200
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	1,2
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	46
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	110
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	170
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	24
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	36
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	360
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	68
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	45
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	n.n.
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	n.n.
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	n.n.
	Xylol	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	n.n.
96	m-Xylol	-			
97	p-Xylol	-	0,86	0,17	n.n.
98	Toluol	-	0,86	0,17	n.n.
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	n.n.
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,009
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,047±0,007
102	Cyanid	-	0,005	-	<BG
103	Sulfid	-	0,1	-	<BG
104	KW-Index	-	-	-	2,03±0,20

6.7.4 DEPONIE 4

TABELLE 55: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 4.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4	0,2	<BG
2	Hexabromcyclododecan - Summenparameter	-	0,05	0,03	n.n.
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	1,1
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	490
5	Nitrioltriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	1	0,51	1,7
7	Octylphenol	140-66-9	0,3	0,15	<BG
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	n.n.
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	n.n.
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	<BG
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	0,034
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	0,047
39	Fluoranthen	206-44-0	0,0064	0,0017	0,026
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	0,3
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	<BG
42	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,011	0,0034	n.n.
43	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	n.n.
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	<BG
Bromierte Diphenylether		32534-81-9			
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,00000066	0,00012
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000055	0,0033
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,0000011	0,0036
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000078	0,00069
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,0000013	0,00083
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,0000018	0,0008
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,71
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	0,068
58	Bifnox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	<BG
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	0,056
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	0,098
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	0,055
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	<BG
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	0,16
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	3
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	84
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	28
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	300
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	94
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	40

ANHANG

82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	130
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	660
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	0,15
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	0,087
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	2
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	77
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	14
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	210
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	66
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	38
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	130
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	570
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	<BG
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	<BG
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	1,5
	Xylole	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	1
96	m-Xylol	-			
97	p-Xylol	-	0,86	0,17	1,1
98	Toluol	-	0,86	0,17	1,2
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	n.n.
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,016
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,13±0,020
102	Cyanid	-	0,005	-	<BG
103	Sulfid	-	0,1	-	<BG
104	KW-Index	-	-	-	2,00±0,20

6.7.5 DEPONIE 5

TABELLE 56: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 5.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4	0,2	n.n.
2	Hexabromcyclododecan - Summenparameter	-	0,05	0,03	< 0,05
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	3,3
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	1600
5	Nitritotriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	1	0,51	4,8
7	Octylphenol	140-66-9	0,3	0,15	3
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	6900
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	n.n.
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	0,56
39	Fluoranthren	206-44-0	0,0064	0,0017	0,25
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	2,1
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	0,08
42	Benzo(b)fluoranthren	205-99-2	0,011	0,0034	< 0.011
43	Benzo(k)fluoranthren	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	< 0.0063
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	0,006
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether		32534-81-9			
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,00000056	0,00021
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000061	0,011
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,00000081	0,012
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000067	0,0023
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,0000012	0,0012
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,0000017	0,0017
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,25
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	0,19
58	Bifnox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	n.n.
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	n.n.
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	n.n.
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	n.n.
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	2
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	1,6
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	97
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	53
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	370
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	5,5
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	20

ANHANG

82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	43
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	2200
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	n.n.
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	0,13
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	1,3
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	91
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	43
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	290
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	3,2
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	20
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	42
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	1800
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	< 0,88
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0			
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	< 0,64
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	n.n.
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	n.n.
	Xylole	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	7,4
96	m-Xylol	-			
97	p-Xylol	-	0,86	0,17	6,8
98	Toluol	-	0,86	0,17	1,7
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	0,005
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,023
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,23±0,034
102	Cyanid	-	0,005	-	0,005±0,001
103	Sulfid	-	0,1	-	<BG
104	KW-Index	-	-	-	1,80±0,18

6.7.6 DEPONIE 6

TABELLE 57: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 6.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4	0,2	<BG
2	Hexabromcyclododecan - Summenparameter	-	0,05	0,03	n.n.
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	1,6
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	870
5	Nitrioltriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	1	0,51	1,6
7	Octylphenol	140-66-9	0,3	0,15	0,32
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	1,4
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	<BG
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	0,0045
39	Fluoranthren	206-44-0	0,0064	0,0017	0,025
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	0,1
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	<BG
42	Benzo(b)fluoranthren	205-99-2	0,011	0,0034	<BG
43	Benzo(k)fluoranthren	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	<BG
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	0,31
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether 32534-81-9					
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,00000089	0,000051
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000037	0,0007
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,00000052	0,00026
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000042	0,000063
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,00000044	0,000031
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,0000006	0,000057
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,46
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.a.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	0,061
58	Bifenoxy	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	<BG
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	n.n.
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	0,11
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	0,087
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	0,22
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	0,21
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	6,9
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	150
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	26
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	330
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	130
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	210

ANHANG

82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	310
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	4200
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	0,25
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	0,071
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	5,4
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	130
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	19
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	230
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	93
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	190
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	300
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	3600
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	n.n.
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0			
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	n.n.
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	n.n.
	Xylole	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	n.n.
96	m-Xylol	-			
97	p-Xylol	-	0,86	0,17	n.n.
98	Toluol	-	0,86	0,17	<BG
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	n.n.
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,017
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	<BG
102	Cyanid	-	0,005	-	<BG
103	Sulfid	-	0,1	-	<BG
104	KW-Index	-	-	-	1,58±0,16

6.7.7 DEPONIE 7

TABELLE 58: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 7.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4	0,2	<BG
2	Hexabromcyclododecan - Summenparameter	-	0,05	0,03	0,06
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	0,65
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	540
5	Nitritotriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	1	0,51	2
7	Octylphenol	140-66-9	0,3	0,15	0,41
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	0,42
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	0,013
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	<BG
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	<BG
39	Fluoranthen	206-44-0	0,0064	0,0017	0,0069
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	n.n.
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	<BG
42	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,011	0,0034	n.n.
43	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	n.n.
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether 32534-81-9					
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,0000012	0,000047
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000033	0,0027
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,00000039	0,002
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000035	0,00044
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,00000046	0,00018
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,00000064	0,00024
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,84
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	0,22
58	Bifenoxy	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	0,11
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	0,13
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	n.n.
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	0,085
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	2,7
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	4
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	1,9
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	58
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	550
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	20
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	1200
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	3000
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	1800

ANHANG

82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	500
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	10000
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	3
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	0,18
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	41
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	460
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	17
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	600
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	1400
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	1900
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	500
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	6900
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	n.n.
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	n.n.
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	n.n.
	Xylole	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	n.n.
96	m-Xylol	-			
97	p-Xylol	-	0,86	0,17	n.n.
98	Toluol	-	0,86	0,17	n.n.
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	<BG
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,04
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,11±0,017
102	Cyanid	-	0,005	-	<BG
103	Sulfid	-	0,1	-	0,58±0,06
104	KW-Index	-	-	-	1,32±0,13

6.7.8 DEPONIE 8

TABELLE 59: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 8.

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	2	1	n.n.
2	Hexabromcyclododecan - Summenparameter	-	0,05	0,03	n.n.
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	0,56
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	190
5	Nitritotriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	0,3	0,15	n.n.
7	Octylphenol	140-66-9	0,1	0,052	n.a.
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	<BG
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	<BG
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	<BG
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	0,021
39	Fluoranthen	206-44-0	0,0064	0,0017	<BG
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	0,34
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	n.n.
42	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,011	0,0034	n.n.
43	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	n.n.
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether 32534-81-9					
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,00000037	<BG
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000026	0,0013
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,00000035	0,0016
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000035	0,0003
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,00000037	0,00018
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,00000058	0,00024
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,2
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	n.n.
58	Bifenox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	n.n.
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	n.n.
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	n.n.
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	n.n.
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	<BG
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	1,5
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	42
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	11
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	82
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	12
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	32

ANHANG

82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	120
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	1500
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	0,13
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	<BG
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	1
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	38
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	8,1
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	59
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	7,7
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	31
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	120
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	1100
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	n.n.
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	n.n.
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	<BG
	Xylole	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	n.n.
96	m-Xylol	-	0,86	0,17	n.n.
97	p-Xylol	-	-	-	-
98	Toluol	-	0,86	0,17	n.n.
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	n.n.
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,0059
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,11±0,016
102	Cyanid	-	0,005	-	0,005±0,001
103	Sulfid	-	0,1	-	<BG
104	KW-Index	-	-	-	1,80±0,18

6.7.9 DEPONIE 9 (UNBEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER)

TABELLE 60: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 9 (ZULAUF).

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	2	1	n.n.
2	Hexabromcyclododecan - Summenparamter	-	0,05	0,03	0,2
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	3,5
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	1300
5	Nitritotriessigsäure	139-13-9	50	25	<BG
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	1	0,51	6,3
7	Octylphenol	140-66-9	0,3	0,15	2,9
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	9500
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	n.n.
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	0,11
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	<BG
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	0,069
39	Fluoranthen	206-44-0	0,0064	0,0017	0,078
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	17
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	<BG
42	Benzo(b)fluoranthen	205-99-2	0,011	0,0034	n.n.
43	Benzo(k)fluoranthen	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	n.n.
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether 32534-81-9					
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,00012	0,0000025	0,00065
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0011	0,0000058	0,0073
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00038	0,0000054	0,0068
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,0000007	0,0011
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,6-Hexabromdiphenylether)	-	0,000012	0,0000056	0,0031
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,6-Hexabromdiphenylether)	-	0,000052	0,0000082	0,0016
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,55
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	n.n.
58	Bifenox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	0,11
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	0,15
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.a.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	0,12
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	0,14
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	0,23
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	8,2
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	140
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	52
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	670
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	29
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	83

ANHANG

82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	260
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	5000
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	n.n.
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	0,2
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	3,5
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	140
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	38
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	610
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	11
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	54
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	240
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	2100
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	9,1
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	3,8
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	1,7
	Xylol	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	3
96	m-Xylol	-	0,86	0,17	6,3
97	p-Xylol	-	-	-	-
98	Toluol	-	0,86	0,17	4,7
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	n.n.
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	0,022
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,42±0,063
102	Cyanid	-	0,005	-	0,007±0,001
103	Sulfid	-	0,1	-	<BG
104	KW-Index	-	-	-	1,66±0,17

6.7.10 DEPONIE 9 (BEHANDELTES DEPONIESICKERWASSER)

TABELLE 61: SPURENSTOFFE IM SICKERWASSER DER DEPONIE 9 (ABLAUF).

Nr.	Bezeichnung	CAS	BG [$\mu\text{g/l}$]	NG [$\mu\text{g/l}$]	Wert [$\mu\text{g/l}$]
1	C10-13 Chloralkane	85535-84-8	0,4	0,2	n.n.
2	Hexabromcyclododecan - Summenparamter	-	0,05	0,03	<BG
3	Fluorid	7681-49-4	0,024	0,013	4
Komplexbildner					
4	EDTA	60-00-4	50	25	62
5	Nitritotriessigsäure	139-13-9	50	25	n.n.
Industriechemikalien					
6	Nonylphenol (4-Nonylphenol)	104-40-5	0,3	0,15	n.n.
7	Octylphenol	140-66-9	0,1	0,052	0,15
8	Bisphenol A	80-05-7	0,2	0,1	2
Organochlorverbindungen					
9	Alachlor	15972-60-8	0,01	0,005	n.n.
10	Aldrin	309-00-2	0,005	0,0025	n.n.
11	Chlorfenvinphos	470-90-6	-	-	-
11a	cis-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
11b	trans-Chlorfenvinphos	-	0,1	0,05	n.n.
12	Chlorpyrifos	2921-88-2	0,03	0,015	n.n.
13	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,005	n.n.
	DDT	-	-	-	-
14	o,p'-DDT	789-02-6	0,005	0,0025	n.n.
15	p,p'-DDE	72-55-9	0,005	0,0025	n.n.
16	p,p'-DDD	72-54-8	0,005	0,0025	n.n.
17	Dieldrin	60-57-1	0,005	0,0025	n.n.
	Endosulfan	115-29-7	-	-	-
18	a-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
19	b-Endosulfan	-	0,005	0,0025	n.n.
20	Endrin	72-20-7	0,005	0,0025	n.n.
21	Hexachlorbenzol	118-74-1	0,01	0,005	n.n.
22	Hexachlorbutadien	87-68-3	0,1	0,05	n.n.
	Hexachlorcyclohexan	608-73-1	-	-	-
23	a-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
24	b-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
25	g-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
26	d-HCH	-	0,005	0,0025	n.n.
27	Isodrin	465-73-6	0,005	0,0025	n.n.
28	Pentachlorbenzol	608-93-5	0,007	0,0035	n.n.
	Trichlorbenzole	12002-48-1	-	-	-
29	1,2,3-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
30	1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
31	1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,1	0,05	n.n.
32	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,015	n.n.
33	Heptachlor	76-44-8	0,002	0,001	n.n.
34	Heptachlorepoxyde	1024-57-3	-	-	-
34a	cis-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
34b	trans-Heptachlorepoxyd	-	0,001	0,0005	n.n.
35	Benzylchlorid	100-44-7	0,1	0,05	n.n.
	Chlordan	57-74-9	-	-	-
35	cis-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
36	trans-Chlordan	-	0,001	0,0005	n.n.
37	Pentachlornitrobenzol	82-68-8	0,01	0,005	n.n.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
38	Anthracen	120-12-7	0,0019	0,00042	n.n.
39	Fluoranthren	206-44-0	0,0064	0,0017	n.n.
40	Naphthalin	91-20-3	0,0095	0,0026	0,011
41	Benzo(a)pyren	50-32-8	0,0053	0,0015	n.n.
42	Benzo(b)fluoranthren	205-99-2	0,011	0,0034	n.n.
43	Benzo(k)fluoranthren	207-08-9	0,0085	0,0027	n.n.
44	Benzo(g,h,i)-perylen	191-24-2	0,0063	0,0019	n.n.
45	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	193-39-5	0,0046	0,0013	n.n.
Phthalate					
56	Di-(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	1,3	0,65	n.n.
Bromierte Diphenylether 32534-81-9					
46	BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	-	0,000033	0,00000045	0,00014
47	BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	-	0,0003	0,00000026	0,0017
48	BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,00011	0,00000005	0,00049
49	BDE 100 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	-	0,000029	0,00000004	0,00017
50	BDE 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,0000034	0,000000047	0,0001
51	BDE 154 (2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether)	-	0,000014	0,00000065	0,000075
Perfluorierte Tenside					
52	PFOS	1763-23-1	0,002	0,001	0,45
Phenole					
53	Pentachlorphenol	87-86-5	0,4	0,2	n.n.
54	2,4-Dichlorphenol	120-83-2	2	1	n.n.
55	2,5-Dichlorphenol	583-78-8			
Pestizide					
57	Atrazin	1912-24-9	0,05	0,025	n.n.
58	Bifenox	42576-02-3	0,05	0,025	n.n.
59	Diuron	330-54-1	0,05	0,025	n.n.
60	Isoproturon	34123-59-6	0,05	0,025	n.n.
61	Simazin	122-34-9	0,05	0,025	n.n.
62	Quinoxifen	124495-18-7	0,05	0,025	n.n.
63	Aclonifen	74070-46-5	0,05	0,025	n.n.
64	Cybutryn	28159-98-0	0,05	0,025	n.n.
65	Diclorvos	62-73-7	0,05	0,025	n.n.
66	Mevinphos	7786-34-7	0,05	0,025	n.n.
67	Omethoat	1113-02-6	0,05	0,025	n.n.
68	Phosalon	2310-17-0	0,05	0,025	n.n.
69	Sebuthylazin	-	0,05	0,025	n.n.
70	Trichlorfon	52-68-6	0,05	0,025	n.n.
71	Terbutryn	886-50-0	0,05	0,025	n.n.
Schwermetalle (Gesamtgehalte)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,08	0,04	n.n.
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	5	2,5	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,08	0,011	n.n.
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,8	0,0039	<BG
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	3,2	0,028	11
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	3,2	1,6	27
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	8	0,076	22
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,8	0,17	14
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	3,2	0,39	18

ANHANG

82	Mangan und -verbindungen	-	8	0,0074	17
83	Eisen und -verbindungen	-	8	0,18	44
Schwermetalle (filtriert)					
72	Quecksilber und -verbindungen	7439-97-6	0,05	0,025	n.n.
73	Cadmium und -verbindungen	7440-43-9	0,05	0,025	n.n.
74	Selen und -verbindungen	7782-49-2	2	1	n.n.
75	Silber und -verbindungen	7440-22-4	0,06	0,008	<BG
76	Blei und -verbindungen	7439-92-1	0,6	0,0029	<BG
77	Nickel und -verbindungen	7440-02-0	2,4	0,021	9,9
78	Arsen und -verbindungen	7440-38-2	2	1	17
79	Chrom und -verbindungen	7440-47-3	6	0,057	22
80	Kupfer und -verbindungen	7440-50-8	0,6	0,12	12
81	Zink und -verbindungen	7440-66-6	2,4	0,3	19
82	Mangan und -verbindungen	-	1,2	0,0055	16
83	Eisen und -verbindungen	-	2,4	0,13	35
VOC					
84	Benzol	71-43-2	0,88	0,18	n.n.
85	1,2-Dichlorethan	107-06-2	1,3	0,25	n.n.
86	Dichlormethan	75-09-2	1,3	0,54	n.n.
87	Tetrachlorethen	127-18-4	0,81	0,16	n.n.
88	Tetrachlormethan	56-23-5	0,8	0,16	n.n.
89	Trichlorethen	79-01-6	0,73	0,15	n.n.
90	Trichlormethan	67-66-3	0,74	0,15	n.n.
	1,2-Dichlorethen	540-59-0	-	-	-
91	cis-1,2-Dichlorethen	-	0,64	0,13	n.n.
92	trans-1,2-Dichlorethen	-	0,63	0,13	n.n.
93	Ethylbenzol	100-41-4	0,87	0,17	n.n.
94	Isopropylbenzol	98-82-8	0,86	0,17	n.n.
	Xylol	1330-20-7	-	-	-
95	o-Xylol	-	0,88	0,18	n.n.
96	m-Xylol	-	0,86	0,17	n.n.
97	p-Xylol	-	-	-	-
98	Toluol	-	0,86	0,17	n.n.
Zinnorganika					
99	Tributylzinnverbindungen (Kation)	36643-28-4	0,002	0,001	n.n.
100	Dibutylzinnverbindungen	-	0,002	0,001	<BG
Parameter mit externer Vergabe					
101	AOX	-	0,1	-	0,03±0,005
102	Cyanid	-	0,005	-	<BG
103	Sulfid	-	0,1	-	<BG
104	KW-Index	-	-	-	1,87±0,19

6.8 KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER UND IM ZULAUF KOMMUNALER KLÄRANLAGEN

TABELLE 62: VERGLEICH DER SPURENSTOFFKONZENTRATIONEN IM
DEPONIESICKERWASSER UND IM ZULAUF KOMMUNALER KLÄRANLAGEN.

Bezeichnung	Anzahl Messwerte > BG SiWa	Anzahl Messewerte > BG ARA	Verhältnis SiWa Min Ausw zu MW ARA	Verhältnis SiWa Max Ausw zu MW ARA
Chlorpyriphos	0	5	0	0,31
1,2-Dichlorethan	0	1	0	2,3
Hg (filtriert)	0	1	0	0,035
Phosalon	0	1	0	2,3
Di(2-ethylhexyl)phthalat	0	15	0,0040	0,040
Trichlormethan	0	8	0,0060	0,072
NTA	0	15	0,013	0,070
Benzol	0	1	0,014	0,018
Benzo(g,h,i)perylen	0	14	0,040	0,21
Benzo(k)fluoranthen	0	6	0,041	0,45
Benzo(b)fluoranthen	0	6	0,063	0,33
Naphthalin	7	4	0,32	0,32
Fluoranthen	6	10	0,33	0,34
Ethylbenzol	0	1	0,35	0,56
AOX	9	15	0,36	0,49
o-Xylol	3	1	0,60	0,64
Benzo(a)pyren	1	3	0,60	0,73
m-, p-Xylol	3	1	0,60	0,64
Diuron	2	8	0,67	0,85
Tributylzinn-Kation	2	5	0,72	1,2
Ag (filtriert)	7	12	1,0	1,0
Dibutylzinn-Kation	8	14	1,5	1,5
Pb (filtriert)	8	15	1,6	1,6
Fluoride	9	15	1,7	1,7
BDE 99	8	14	1,8	1,8
Zn (filtriert)	9	15	1,9	1,9
Atrazin	4	1	2,1	2,5
BDE 100	8	7	2,1	2,1
Anthracen	6	3	2,2	2,2
BDE 47	8	9	2,3	2,3
BDE 153	9	6	2,7	2,7
Nonylphenole	6	15	2,9	2,9
BDE 154	8	3	3,6	3,6
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	2	14	4,0	4,2
Se (filtriert)	1	2	5,3	5,5
Cu (filtriert)	9	15	6,5	6,5
Cyanid	5	1	7,7	32
Isopropylbenzol (=Cumol)	3	1	10	12
Ni (filtriert)	9	15	11	11
EDTA	9	15	11	11
Octylphenole	6	2	19	19
As (filtriert)	9	15	21	21
Cr (filtriert)	9	15	46	46
Cd (filtriert)	7	6	48	48
Bisphenol A	7	15	682	682

TABELLE 63: RELATIVER FRACHTANTEIL DES DEPONIESICKERWASSER IM KLÄRANLAGENZULAUF FÜR AUSGEWÄHLTE PARAMETER FÜR DEPONIESICKERWASSERANTEILE VON 1 UND 5 %.

Parameter	Einheit	Konzentration			Frachtanteil Deponiesickerwasser			
		Deponiesickerwasser		Zulauf ARA	Sickerwasseranteil 1%		Sickerwasseranteil 5%	
		Maximal	Mittelwert	Mittelwert	Maximal	Mittelwert	Maximal	Mittelwert
CSB	mg/l	4.268	1.982	600	0,07	0,03	0,36	0,17
BSB₅	mg/l	550	92	300	0,02	0,00	0,09	0,02
Gesamtstickstoff	mg/l	1.958	747	55	0,36	0,14	1,78	0,68
Fluoride	µg/l	8.500	2.700	1900	0,05	0,01	0,23	0,07
Silber	µg/l	2,1	0,88	0,22	0,09	0,04	0,47	0,20
Arsen	µg/l	53	34	2,0	0,27	0,17	1,33	0,85
Chrom	µg/l	1.200	620	6,9	1,75	0,91	8,73	4,53
Cadmium	µg/l	4	0,79	0,76	0,05	0,01	0,26	0,05
Kupfer	µg/l	3.000	570	32	0,95	0,18	4,73	0,90
Nickel	µg/l	620	230	16	0,40	0,14	1,98	0,72
Selen	µg/l	2,5	2,5	4,2	0,01	0,01	0,03	0,03
Blei	µg/l	58	17	9,5	0,06	0,02	0,30	0,09
Zink	µg/l	1.800	400	200	0,09	0,02	0,44	0,10
Anthracen	µg/l	0,56	0,12	0,049	0,11	0,02	0,57	0,12
Atrazin	µg/l	0,22	0,080	0,029	0,08	0,03	0,38	0,14
Polybromierte Diphenylether	µg/l	0,028	0,0098	0,0040	0,07	0,02	0,35	0,12
EDTA	µg/l	1.600	910	73	0,22	0,12	1,10	0,62
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	0,31	0,040	0,0087	0,36	0,05	1,78	0,23
Isopropylbenzol	µg/l	2,2	0,96	0,072	0,31	0,13	1,53	0,66
Dibutylzinn-Kation	µg/l	0,059	0,024	0,015	0,04	0,02	0,20	0,08
Tributylzinn-Kation	µg/l	0,0057	0,0022	0,0018	0,03	0,01	0,16	0,06
Octylphenol	µg/l	8,9	2,4	0,11	0,79	0,21	3,93	1,04
Nonylphenol	µg/l	12	3,9	1,2	0,10	0,03	0,50	0,16
Bisphenol A	µg/l	9.500	2.200	2,9	32,58	7,63	162,89	38,16

TABELLE 64: BERECHNUNG DER THEORETISCHEN ABLAUFKONZENTRATION IM TEILSTROM DEPONIESICKERWASSER UNTER ANNAHME EINER SPEZIFISCHEN STOFFENTFERNUNG IN EINER KOMMUNALEN KLÄRANLAGE BASIEREND AUF DEN MESSUNGEN IN UMWELTBUNDESAMT (2009).

Parameter	Einheit	Konzentration			Frachtanteil Deponiesickerwasser		Grenzwert (Indirekt)Einleitung	JD-UQN
		Deponiesickerwasser		Rückhalt in ARA	Theoretische Ablaufkonzentration im Teilstrom			
		Maximal	Mittelwert	[%]	Maximal	Mittelwert		
CSB	mg/l	4.268	1.982	20	3.400	1.600	300	-
Gesamtstickstoff	mg/l	1958	747	70	590	220	200	-
Arsen	µg/l	53	34	45	29	19	100	24
Chrom	µg/l	1200	620	67	400	210	500	8,5
Cadmium	µg/l	4	0,79	99	0,052	0,010	100	0,08-0,45
Kupfer	µg/l	3.000	570	86	410	78	500	50-100
Nickel	µg/l	620	230	74	160	59	500	20 / (4)**
Blei	µg/l	58	17	93	0,18	0,18	500	7,2 / (1,2)**
Selen	µg/l	2,5	2,5	93	4,3	1,3	-	5,3
Zink	µg/l	1.800	400	85	270	61	500	7,8-52
Polybromierte Diphenylether	µg/l	0,028	0,0098	99	0,00027	0,000094	-	0,0005
EDTA	µg/l	1.600	910	41	950	540	-	50
Dibutylzinn-Kation	µg/l	0,059	0,024	91	0,0055	0,0023	-	0,01
Tributylzinn-Kation	µg/l	0,0057	0,0022	95	0,00031	0,00012	-	0,0002
Octylphenol	µg/l	8,9	2,4	99	-	-	-	0,1
Nonylphenol	µg/l	12	3,9	85	1,8	0,59	-	0,3
Bisphenol A	µg/l	9.500	2.200	94	550	130	-	1,6

*...Annahme eines refraktären gelösten Anteils von rund 80 %

**...JD-UQN aus RL 2013/39/EU, noch nicht in QZV Chemie übernommen (Stand April 2016)

TABELLE 65: BERECHNUNG DER THEORETISCHEN ZUSÄTZLICHEN KONZENTRATION IM KLÄRSCHLAMM UNTER ANNAHME EINER SPEZIFISCHEN STOFFENTFERNUNG IN EINER KOMMUNALEN KLÄRANLAGE BASIEREND AUF DEN MESSUNGEN IN UMWELTBUNDESAMT (2009) UND EINES TÄGLICHEN EW SPEZIFISCHEN KLÄRSCHLAMMANFALLES VON 50 G TROCKENMASSE.

Parameter	Einheit	Konzentration			Theoretische Konzentration im Klärschlamm			
		Deponiesickerwasser		Rückhalt in ARA [%]	Anteil Deponiesickerwasser 1%		Anteil Deponiesickerwasser 5%	
		Maximal	Mittelwert		Maximal	Mittelwert	Maximal	Mittelwert
Arsen	µg/l	53	34	45	0,95	0,61	4,8	3,1
Chrom	µg/l	1200	620	67	32	17	160	83
Cadmium	µg/l	4	0,79	99	0,16	0,031	0,79	0,16
Kupfer	µg/l	3.000	570	86	100	20	520	99
Nickel	µg/l	620	230	74	18	6,7	92	33
Blei	µg/l	58	17	93	0,093	0,093	0,46	0,46
Selen	µg/l	2,5	2,5	93	2,1	0,63	11	3,2
Zink	µg/l	1.800	400	85	61	14	310	68
Polybromierte Diphenylether	µg/l	0,028	0,0098	99	0,0011	0,00039	0,0056	0,0020
Dibutylzinn-Kation	µg/l	0,059	0,024	91	0,0021	0,00087	0,011	0,0044
Tributylzinn-Kation	µg/l	0,0057	0,0022	95	0,00022	0,000084	0,0011	0,00042
Octylphenol	µg/l	8,9	2,4	99	0,36	0,095	1,8	0,47
Nonylphenol	µg/l	12	3,9	85	0,41	0,13	2,0	0,67
Bisphenol A	µg/l	9.500	2.200	94	360	84	1800	420

6.9 VERGLEICH DER KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER MIT BEWERTUNGSKRITERIEN

Die Konzentrationen im beprobten Deponiesickerwasser wurden den Qualitätszielen der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006 i.d.g.F.) sowie der RL 2013/39/EU in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik gegenübergestellt. Zu diesem Vergleich ist anzumerken, dass Emissionswerte mit Immissionsbewertungskriterien verglichen werden. Ein solcher Vergleich ist nicht gültig, ermöglicht aber eine Bewertung der gemessenen Konzentrationen, weil für organische Belastungen in Deponiesickerwässern keine Emissionskriterien verfügbar sind. Ein weiterer Anmerkungspunkt ist, dass zumeist das unbehandelte Deponiesickerwasser untersucht wurde. Der Vergleich mit den Bewertungskriterien dient somit vorwiegend dem Ziel, relevante Stoffe im Deponiesickerwasser zu identifizieren.

Die detaillierten Ergebnisse der Gegenüberstellung enthält Tabelle 68.

Vergleich mit den Vorgaben der QZV Chemie OG:

Wie bereits beim Vergleich mit den Konzentrationen im Kläranlagenzulauf (siehe Kapitel 4.5.3) ist auch hier zu bedenken, dass bei einzelnen Parametern hohe Konzentrationen durch eine einzelne oder wenige Proben hervorgerufen werden können.

Wie in der folgenden Tabelle 66 dargestellt, liegen beim Vergleich der Konzentrationen aus der Minimalbewertung (73 Datensätze) für knapp drei Viertel der untersuchten Stoffe bzw. Stoffgruppen die gemessenen Konzentrationen im Deponiesickerwasser unter den Vorgaben der QZV Chemie OG (Verhältnis <1). Für knapp 10 % der untersuchten Stoffe bzw. Stoffgruppen liegen die gemessenen Konzentrationen im Deponiesickerwasser zwischen 100 und 500 % und für rund 15 % der Parameter über einen Faktor 5 über den Konzentrationen der QZV OG.

TABELLE 66: VERHÄLTNISS VON KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER ZUR UMWELTQUALITÄTSNORM BEZOGEN AUF DEN JAHRES DURCHNITT (JD-UQN) LAUT QZV CHEMIE OG.

Verhältnis SiWa: JD-UQN	Anzahl Parameter	
	Minimalbewertung	Maximalbewertung
0-1	53	46
1-5	8	15
5-10	2	1
10-20	4	5
> 20	6	6

Bei Tributylzinnverbindungen und Nickel (filtriert) liegt das Verhältnis zwischen 5 und 10, bei EDTA, PBDE, Indeno(1,2,3-c,d)pyren und Nonylphenolen zwischen 10 und 20 und bei Octylphenol, Chrom (filtriert), Zink (filtriert), Kupfer (filtriert) Cadmium (filtriert) und Bisphenol A über 20. Das höchste Verhältnis wird dabei für Bisphenol A errechnet. Bei Bisphenol A ist jedoch die enorme Spannweite der Messwerte im Deponiesickerwasser zu betrachten (6 Messwerte unter 3,4 µg/l und 3 Messwerte über 1.400 µg/l mit einem Spitzenwert von 9.500 µg/l) (siehe hierzu Abbildung 70).

Der Vergleich der Konzentrationen aus der Maximalbewertung mit den Immissionsgrenzwerten aus der QZV Chemie OG bietet ein sehr ähnliches Bild allerdings liegt zusätzlich zu den bei der Minimalbewertung genannten Parametern auch bei Tributylzinnverbindungen das Verhältnis zwischen 10 und 20.

Vergleich mit den Vorgaben der RL 2013/39/EU

Insgesamt wurden 46 Parameter mit den Vorgaben der RL 2013/39/EU verglichen. Dabei wurde für den Vergleich die Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN) herangezogen. Für 42 dieser Parameter gibt es auch eine Regelung in der QZV Chemie OG, wobei 32 der Begrenzungen in den beiden Regelwerken ident sind. Unterschiedliche Grenzwerte gibt es für Heptachlor, Naphthalin, Blei (filtriert), Nickel (filtriert) Benzo(a)pyren und Fluoranthen. Bei Nickel und Blei ist zu berücksichtigen, dass sich die EU-RL auf pflanzenverfügbares Blei und Nickel bezieht. Nach Anpassung der QZV Chemie OG an die Anforderungen der Umweltqualitätsnormen Richtlinie werden die Anforderungen für prioritäre Stoffe vereinheitlicht.

TABELLE 67: VERHÄLTNIS VON KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER ZUR JD-UQN LAUT RL 2013/39/EU.

Verhältnis SiWa: JD-UQN	Anzahl Parameter	
	Minimalbewertung	Maximalbewertung
0-1	31	29
1-5	3	4
5-10	2	1
10-20	4	5
> 20	6	7

Beim Vergleich der Konzentrationen aus der Minimalbewertung liegen die gemessenen Konzentrationen im Deponiesickerwasser für rund 65 % der Stoffe bzw. Stoffgruppen unter den Vorgaben der RL 2013/39/EU (Verhältnis <1) (siehe Tabelle 42). Für rund 6 % der Stoffe bzw. Stoffgruppen betragen die Konzentrationen im Deponiesickerwasser bis zum Fünffachen der Vergleichskriterien und für rund 30 % der Parameter liegen die Konzentrationen im Deponiesickerwasser über dem Fünffachen der Umweltqualitätsnormen.

Bei Tributylzinnverbindungen und Fluoranthen beträgt das Verhältnis zwischen 5 und 10, bei Nonylphenol, Blei (filtriert), Cybutryn, und Indeno(1,2,3-c,d)pyren zwischen 10 und 20 und bei Octylphenol, Hexabromcyclododecan, Nickel (filtriert), Benzo(a)pyren, Cadmium (filtriert) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) über 20. Das höchste Verhältnis wird dabei für PFOS mit rund 690 errechnet.

Der Vergleich der Konzentrationen aus der Maximalbewertung mit den Vorgaben der RL 2013/39/EU bietet ein ähnliches Bild. Zusätzlich zu den bei der Minimalbewertung genannten Parametern liegt auch bei Tributylzinnverbindungen das Verhältnis zwischen 10 und 20. Das höchste Verhältnis hat bei der Maximalauswertung nicht PFOS sondern Heptachlor mit 5000.

TABELLE 68: VERGLEICH DER KONZENTRATIONEN IM DEPONIESICKERWASSER MIT DEN VORGABEN DER QZV CHEMIE OG SOWIE DER RICHTLINIE 2013/39/EU.

Parameter	QZV 2010 JD-UQN (µg/l)	2013/39/EU JD-UQN (µg/l)	Werte >BG	Min-A. zu QZV Chemie OG	Max-A. zu QZV Chemie OG	Min-A. zu RL 2013/39/EU	Max-A. zu RL 2013/39/EU
1,2-Dichlorethan	10	10	0	0	0,025	0	0,025
Alachlor	0,3	0,3	0	0	0,017	0	0,017
Benzylchlorid	10	-	0	0	0,005	-	-
Chlordan	0,002	-	0	0	0,5	-	-
Chlorfenvinphos	0,1	0,1	0	0	1	0	1
Chlorpyrifos	0,03	0,03	0	0	0,5	0	0,5
Dichlormethan	20	20	0	0	0,027	0	0,027
Dieldrin	Σ 0,01	Σ 0,01	0	0	0,25	0	0,25
Endosulfan	0,005	0,005	0	0	1	0	1
Endrin	Σ 0,01	Σ 0,01	0	0	0,25	0	0,25
Heptachlor	0,004	0,0000002	0	0	0,25	0	5000
Hexachlorbenzol	0,01	-	0	0	0,5	-	-
Hexachlorbutadien	0,1	-	0	0	0,5	-	-
Hg (filtriert)	0,05	-	0	0	0,5	-	-
Isodrin	Σ 0,01	Σ 0,01	0	0	0,25	0	0,25
Mevinphos	0,01	-	0	0	2,5	-	-
Omethoat	0,01	-	0	0	2,5	-	-
Pentachlorbenzol	0,007	0,007	0	0	0,5	0	0,5
Pentachlornitrobenzol	0,4	-	0	0	0,013	-	-
Phosalon	0,1	-	0	0	0,25	-	-
Sebuthylazin	0,01	-	0	0	2,5	-	-
Simazin	1	1	0	0	0,025	0	0,025
Summe 2,4 + 2,5 Dichlorphenol	2	-	0	0	0,5	-	-
Tetrachlorethen	10	10	0	0	0,016	0	0,016
Tetrachlormethan	12	12	0	0	0,013	0	0,013
Trichlorethen	10	10	0	0	0,015	0	0,015
Trichlorfon	0,01	-	0	0	2,5	-	-
Trifluralin	0,03	0,03	0	0	0,5	0	0,5
1,2-Dichlorethen	10	-	0	0,001	0,032	-	-
Trichlormethan	3	3	0	0,007	0,086	0,007	0,086

ANHANG

Benzo(k)fluoranthen	Σ 0,03	-	0	0,01	0,111	0,01	0,111
Aldrin	Σ 0,01	Σ 0,01	0	0,028	0,278	0,028	0,278
Isopropylbenzol (= Cumol)	22		3	0,033	0,039	-	-
Benzo(b)fluoranthen	Σ 0,03	-	0	0,038	0,198	0,038	0,198
Trichlorbenzole	0,4	0,4	0	0,044	0,406	0,044	0,406
Ethylbenzol	10		0	0,046	0,073	-	-
Isoproturon	0,3	0,3	1	0,048	0,122	0,048	0,122
Di(2-ethylhexyl)phthalat	1,3	1,3	0	0,056	0,556	0,056	0,556
Pentachlorphenol	0,4	0,4	0	0,056	0,5	0,056	0,5
Atrazin	0,6	0,6	4	0,1	0,123	0,1	0,123
Benzol	10	10	0	0,107	0,14	0,107	0,14
NTA	50	-	0	0,111	0,611	-	-
DDT	0,03	0,03	0	0,136	0,613	0,136	0,613
Chlorparaffine C10-C13	0,4	-	0	0,167	1,556	-	-
Hexachlorcyclohexan	0,02	0,02	0	0,203	0,689	0,203	0,689
Benzo(a)pyren	0,05	0,00017	1	0,205	0,248	60,196	73,072
p,p'-DDT	0,01	0,01	1	0,256	0,7	0,256	0,7
Xylole	10	-	3	0,307	0,326	-	-
Diuron	0,2	0,2	2	0,314	0,397	0,314	0,397
Benzo(g,h,i)perylene	Σ 0,002	-	0	0,317	1,683	0,317	1,683
Fluoranthen	0,1	0,0063	6	0,568	0,576	9,023	9,136
Cyanid	5	-	5	0,789	3,244	-	-
Naphthalin	2,4	2	7	0,935	0,936	1,122	1,123
Anthracen	0,1	0,1	6	1,091	1,093	1,091	1,093
As (filtriert)	24	-	9	1,723	1,723	-	-
Pb (filtriert)	7,2	1,2*	8	2,1	2,1	12,602	12,602
Dibutylzinn-Kation	0,01	-	8	2,241	2,241	-	-
Ag (filtriert)	0,1	-	7	2,288	2,346	-	-
AOX	50	-	9	2,967	4,082	-	-
F	1000	-	9	3,223	3,223	-	-
Se (filtriert)	5,3	-	1	4,193	4,361	-	-
Tributylzinn-Kation	0,0002	0,0002	2	6,5	10,389	6,5	10,389
Ni (filtriert)	20	4*	9	8,756	8,756	43,778	43,778
Nonylphenole	0,3	0,3	6	11,556	11,667	11,556	11,667
EDTA	50	-	9	16,6	16,6	-	-
PBDE	0,0005	-	9	17,495	17,57	-	-

ANHANG

Indeno(1,2,3-c,d)pyren	Σ 0,002	-	2	17,556	18,061	17,556	18,061
Octylphenole	0,1	0,1	6	20,488	20,74	20,488	20,74
Cr (filtriert)	9	-	9	35,1	35,1	-	-
Zn (filtriert)	7,8-52	-	9	50,73	50,73	-	-
Cu (filtriert)	1,1-8,8	-	9	190,6	190,6	-	-
Cd (filtriert)	≤ 0,08-0,25	≤ 0,08-0,25	7	451,83	451,9	451,83	451,9
Bisphenol A	1,6	-	7	1236,501	1236,515	-	-
Terbutryn	-	0,065	5	-	-	1,219	1,347
Cybutryn	-	0,0025	3	-	-	16,622	22,178
HBCDD	-	0,0016	1	-	-	22,222	35,417
PFOS	-	0,00065	9	-	-	693,846	693,846

**bioverfügbarer Anteil*

7 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ausgewählte Emissionsbegrenzungen nach AEV Deponiesickerwasser und AAEV bei Einleitung in eine öffentliche Kanalisation.....	14
Tabelle 2: Ausgewählte Emissionsbegrenzungen [mg/l] nach AEV Deponiesickerwasser, AAEV und 1. AEVKA bei Einleitung in ein Fließgewässer.....	15
Tabelle 3: Ablaufwerte verschiedener Verfahrenskombinationen zur Behandlung von Deponiesickerwasser aus Massenabfalldeponien (Verfahrenskombinationen: A...physikalische Behandlung mit Umkehrosmose, B...biologisch-physikalische Behandlung mit Umkehrosmose und C...biologisch-chemisch-physikalische Behandlung).....	17
Tabelle 4: BSB5, CSB und NH4-N-Konzentrationen 2007 (Umweltbundesamt, 2010).....	19
Tabelle 5: Sickerwasserkonzentrationen [mg/l] in Massenabfalldeponien.....	20
Tabelle 6: Verhältnis BSB5 / CSB 2007 (Umweltbundesamt, 2010).....	20
Tabelle 7: Verhältnis NH4-N / BSB5 in % 2007 (Umweltbundesamt, 2010).....	21
Tabelle 8: Verhältnis Sickerwassermenge / Abwassermenge 2007 (Umweltbundesamt, 2010; Kläranlagendatenbank).....	22
Tabelle 9: Konzentrationen [mg/l] für BSB5, CSB und NH4-N in Sickerwässern aus Schlacken- und Reststoffdeponien.....	23
Tabelle 10: Konzentrationen [mg/l] für BSB5, CSB und NH4-N in Sickerwässern aus Schlacken- und Reststoffdeponien.....	23
Tabelle 11: Konzentrationen [mg/l] für BSB5, CSB und NH4-N in Sickerwässern aus Baurestmassendeponien.....	24
Tabelle 12: Zusammenfassung der ausgewählten Deponien, die im Rahmen des Untersuchungsprogrammes beprobt wurden (v.U. Deponie mit vertikaler Umschließung).....	25
Tabelle 13: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 1 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	25
Tabelle 14: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 2 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	26
Tabelle 15: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 3 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	27
Tabelle 16: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 4 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	27
Tabelle 17: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 5 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	28
Tabelle 18: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 6 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	29
Tabelle 19: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 7 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	29
Tabelle 20: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im Sickerwasser der Deponie 8 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	30
Tabelle 21: Gemessene Konzentrationen von Summenparametern im unbehandelten und im aufbereiteten Sickerwasser der Deponie 9 und Vergleich mit verfügbaren Daten.....	31
Tabelle 22: DIN Vorschrift für die analytische Bestimmung relevanter Parameter.....	32
Tabelle 23: Zusammenstellung der Bestimmungs- und Nachweisgrenzen für die analysierten Organochlorverbindungen.....	34
Tabelle 24: Zusammenstellung der Bestimmungs- und Nachweisgrenzen für die analysierten PAK.....	35
Tabelle 25: Zusammenstellung der Bestimmungs- und Nachweisgrenzen für die analysierten BDE.....	36
Tabelle 26: Zusammenstellung der Bestimmungs- und Nachweisgrenzen für die analysierten Metalle.....	37
Tabelle 27: Zusammenstellung der Bestimmungs- und Nachweisgrenzen für die analysierten VOC.....	38
Tabelle 28: Anzahl Berichtseinheiten / Teilströme.....	47
Tabelle 29: Gegenüberstellung der verfügbaren BSB5 Messwerte.....	54
Tabelle 30: Ergebnisse der Wiederholungsmessungen für BSB5 in drei ausgewählten Deponiesickerwässern.....	56
Tabelle 31: Ergebnisse der Wiederholungsmessungen für CSB in drei ausgewählten Deponiesickerwässern.....	56
Tabelle 32: Literaturwerte für BSB5 und BSB/CSB-Verhältnis (Werte in Klammer: Mittelwerte).....	57

Tabelle 33: Zusammenfassung der Hemmwirkung der untersuchten Sickerwässer (VD... Volumen Deponiesickerwasser).....	58
Tabelle 34: Vergleich der Ergebnisse der Abbauversuche für die Deponien 2 und 7.....	61
Tabelle 35: Stoffe, die in keiner der ZEHN untersuchten Deponiesickerwasserproben nachgewiesen wurden.	62
Tabelle 36: Zusammenfassung der Messergebnisse [$\mu\text{g/l}$] für Stoffe, die in mindestens einer Probe nachgewiesen wurden.....	64
Tabelle 37: Emissionsbegrenzungen für Direkt- und Indirekteinleiter nach AEV Deponiesickerwasser.....	67
Tabelle 38: Verhältnis von Konzentrationen im Deponiesickerwasser zu Kläranlagenzulaufen.....	70
Tabelle 39: Zusammenfassung der Bestimmungs- und Nachweisgrenzen der untersuchten Stoffe.....	81
Tabelle 40: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 1 sowie der refraktäre Anteil.....	96
Tabelle 41: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 2 sowie der refraktäre Anteil.....	97
Tabelle 42: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 3 sowie der refraktäre Anteil.....	99
Tabelle 43: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 4 sowie der refraktäre Anteil.....	101
Tabelle 44: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 5 sowie der refraktäre Anteil.....	102
Tabelle 45: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 6 sowie der refraktäre Anteil.....	104
Tabelle 46: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 7 sowie der refraktäre Anteil.....	107
Tabelle 47: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 8 sowie der refraktäre Anteil.....	108
Tabelle 48: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 9 (Zulauf) sowie der refraktäre Anteil.	110
Tabelle 49: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 9 (Ablauf) sowie der refraktäre Anteil.	112
Tabelle 50: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 2 sowie der refraktäre Anteil.....	114
Tabelle 51: CSB- und TOC-Entfernung im Sickerwasser der Deponie 7 sowie der refraktäre Anteil.....	115
Tabelle 52: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 1.....	117
Tabelle 53: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 2.....	120
Tabelle 54: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 3.....	123
Tabelle 55: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 4.....	126
Tabelle 56: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 5.....	129
Tabelle 57: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 6.....	132
Tabelle 58: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 7.....	135
Tabelle 59: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 8.....	138
Tabelle 60: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 9 (Zulauf).....	141
Tabelle 61: Spurenstoffe im Sickerwasser der Deponie 9 (Ablauf).....	144
Tabelle 62: Vergleich der Spurenstoffkonzentrationen im Deponiesickerwasser und im Zulauf kommunaler Kläranlagen.....	147
Tabelle 63: Relativer Frachtanteil des Deponiesickerwasser im Kläranlagenzulauf für ausgewählte Parameter für Deponiesickerwasseranteile von 1 und 5 %.....	148
Tabelle 64: Berechnung der theoretischen Ablaufkonzentration im Teilstrom Deponiesickerwasser unter Annahme einer spezifischen Stoffentfernung in einer kommunalen Kläranlage basierend auf den Messungen in Umweltbundesamt (2009).....	149
Tabelle 65: Berechnung der theoretischen zusätzlichen Konzentration im Klärschlamm unter Annahme einer spezifischen Stoffentfernung in einer kommunalen Kläranlage basierend auf den Messungen in Umweltbundesamt (2009) und eines täglichen EW spezifischen Klärschlammmanfalles von 50 g Trockenmasse.....	150
Tabelle 66: Verhältnis von Konzentrationen im Deponiesickerwasser zur Umweltqualitätsnorm bezogen auf den Jahresdurchschnitt (JD-UQN) laut QZV Chemie OG.....	151
Tabelle 67: Verhältnis von Konzentrationen im Deponiesickerwasser zur JD-UQN laut RL 2013/39/EU..	152
Tabelle 68: Vergleich der Konzentrationen im Deponiesickerwasser mit den Vorgaben der QZV Chemie OG sowie der Richtlinie 2013/39/EU.....	153

8 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anzahl der in E-PRTR eingebrachten Meldungen zu Direkteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.....	43
Abbildung 2: Anzahl der in E-PRTR eingebrachten Meldungen für Direkteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff und Jahr für die elf am häufigsten gemeldeten Schadstoffe.....	44
Abbildung 3: Mittelwerte und Minima/Maxima der in E-PRTR eingebrachten Meldungen in [kg/a] für Direkteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.....	44
Abbildung 4: Anzahl der in E-PRTR eingebrachten Meldungen für Indirekteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.....	45
Abbildung 5: Mittelwerte und Minima/Maxima der in E-PRTR eingebrachten Jahresfrachten je Anlage in [kg/a] für Indirekteinleitungen in den Jahren 2007-2012 je Schadstoff.....	46
Abbildung 6: Mittelwerte der in E-PRTR eingebrachten Jahresfrachten in [kg/a] in den Jahren 2007-2012 für jene Schadstoffe, für die jeweils mindestens zehn Meldungen für Direkteinleiter und Indirekteinleiter vorliegen.....	47
Abbildung 7: Prioritäre Stoffe für Deponien (5d): Anzahl der Meldungen je Stoff für Direkteinleitungen (links) und Indirekteinleitungen (rechts) im EMREG Register.....	48
Abbildung 8: Sonstige Abwasserinhaltsstoffe für Deponien (5d): Anzahl der Meldungen je Stoff für Direkteinleitungen (links) und Indirekteinleitungen (rechts) im EMREG Register.....	49
Abbildung 9: Weitere Abwasserrelevante Parameter für Deponien: Anzahl der Meldungen je Parameter für Direkteinleitungen (links) und Indirekteinleitungen (rechts) im EMREG Register.....	49
Abbildung 10: Mittelwerte und Minima/Maxima der in EMREG-OW eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Direkteinleitungen in den Jahren 2010-2014 je Schadstoff. Es werden nur jene Schadstoffe angeführt, für die mehr als drei eingebrachte Meldungen vorliegen und bei denen mindestens 40% der Meldungen Werte größer Null aufweisen.....	50
Abbildung 11: Mittelwerte und Minima/Maxima der in EMREG-OW eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Indirekteinleitungen in den Jahren 2010-2014 je Schadstoff. Es werden nur jene Schadstoffe angeführt, für die mehr als drei eingebrachte Meldungen vorliegen und bei denen mindestens 40 % der Meldungen Werte größer Null aufweisen.....	50
Abbildung 12: Mittelwerte der in E-PRTR und EMREG-OW eingebrachten Jahresfrachten-Meldungen in [kg/a] zu Direkteinleitungen und Indirekteinleitungen je Schadstoff. Es werden nur jene Schadstoffe angeführt, für die mindestens drei eingebrachte Meldungen vorliegen und bei denen beide Werte auf der dargestellten Skala ersichtlich sind.....	51
Abbildung 13: Prioritäre Stoffe: Mittelwerte der in EMREG-OW eingebrachten Konzentrationen in [mg/l] zu Direkt- und Indirekteinleitungen je Schadstoff.....	52
Abbildung 14: Sonstige Wasserinhaltsstoffe: Mittelwerte der in EMREG-OW eingebrachten Konzentrationen in [mg/l] zu Direkt- und Indirekteinleitungen je Schadstoff.....	53
Abbildung 15: Weitere Parameter: Mittelwerte der in EMREG-OW eingebrachten Konzentrationen in [mg/l] zu Direkt- und Indirekteinleitungen je Parameter.....	54
Abbildung 16: Gegenüberstellung der BSB5 und der CSB Messungen in den zehn Deponiesickerwasserproben.....	55
Abbildung 17: Gegenüberstellung der BSB/CSB-Verhältnisse in den zehn Deponiesickerwasserproben unter Verwendung der Daten aus der Eigen-/Fremdüberwachung bzw. der Untersuchungsergebnisse von Labor 1.....	55
Abbildung 18: Anteil an Deponiesickerwasser im Testansatz, bei dem eine 20%-ige Hemmung zu beobachten ist.....	58
Abbildung 19: CSB- und TOC-Entfernung für Sickerwässer der Deponien 1 bis 9 und der Wiederholungsmessungen.....	60
Abbildung 20: Refraktärer CSB- und TOC-Anteil in den Sickerwässern der Deponien 1 bis 9 und der Wiederholungsmessungen.....	60
Abbildung 21: Nachweishäufigkeit der untersuchten Spurenstoffe (ausgedrückt als Quotient der positiven Nachweise bezogen auf die Gesamtprobenzahl n=10).....	63
Abbildung 22: Zusammenfassung der Analyseergebnisse der untersuchten Deponiesickerwasserproben (Mittelwerte, Minima und Maxima).....	66
Abbildung 23: Gegenüberstellung der Zu- und Ablaufkonzentrationen der Vorbehandlungsanlage der Deponie 9 sowie die daraus berechneten Entfernungen für die untersuchten Stoffe.....	67
Abbildung 24: Vergleich der Konzentrationen im Deponiesickerwasser mit den Vorgaben der AEV Deponiesickerwasser für Indirekteinleiter (relative Werte).....	69

Abbildung 25: Relativer Frachtanteil des Deponiesickerwassers im Kläranlagenzulauf für ausgewählte Stoffe für einen Deponiesickerwasseranteil von 1 % am Gesamtzulauf der Kläranlage.....	71
Abbildung 26: Relativer Frachtanteil des Deponiesickerwassers im Kläranlagenzulauf für ausgewählte Stoffe für einen Deponiesickerwasseranteil von 5 % am Gesamtzulauf der Kläranlage.....	72
Abbildung 27: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 1 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n= 1,86; k= 167 ml/l).....	85
Abbildung 28: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 1 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	85
Abbildung 29: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 2 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n= 1,74; k= 279 ml/l).....	86
Abbildung 30: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 2 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	86
Abbildung 31: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 3 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n= 2,0; k= 211 ml/l).....	87
Abbildung 32: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 3 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	87
Abbildung 33: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 4 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n= 1,14; k= 344 ml/l).....	88
Abbildung 34: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 4 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	88
Abbildung 35: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 5 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n= 1,86; k= 323 ml/l).....	89
Abbildung 36: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 5 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	89
Abbildung 37: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 6 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n= 1,34; k= 242 ml/l).....	90
Abbildung 38: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 6 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	90
Abbildung 39: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 7 in Abhängigkeit zur Zugabemenge (n= 1,50; k= 487 ml/l).....	91
Abbildung 40: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 7 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	91
Abbildung 41: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 8 in Abhängigkeit zur Zugabemenge.....	92
Abbildung 42: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 8 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	92
Abbildung 43: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9-ZU in Abhängigkeit zur Zugabemenge (Zulauf Biomembrananlage) (n= 1,26; k= 99 ml/l).....	93
Abbildung 44: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9 in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	94
Abbildung 45: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9-AB in Abhängigkeit zur Zugabemenge (Ablauf Sickerwasserbehandlung) (n= 2,8; k= 455 ml/l).....	95
Abbildung 46: Hemmschwellendiagramm für Sickerwasser der Deponie 9-AB in Abhängigkeit zur Schlammbelastung.....	95
Abbildung 47: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 1 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).....	96
Abbildung 48: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 1 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).....	96
Abbildung 49: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 1....	97
Abbildung 50: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).....	98
Abbildung 51: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).....	98
Abbildung 52: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 2...	99
Abbildung 53: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 3 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).....	100
Abbildung 54: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 3 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen).....	100

Abbildung 55: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 4 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 101

Abbildung 56: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 4 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 101

Abbildung 57: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 4. 102

Abbildung 58: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 5 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 103

Abbildung 59: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 5 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 103

Abbildung 60: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 5. 104

Abbildung 61: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 6 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 105

Abbildung 62: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 6 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 105

Abbildung 63: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 6. 106

Abbildung 64: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 107

Abbildung 65: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 107

Abbildung 66: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 7. 108

Abbildung 67: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 8 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 109

Abbildung 68: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 8 (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 109

Abbildung 69: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 8. 110

Abbildung 70: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 9, Zulauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 111

Abbildung 71: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 9, Zulauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 111

Abbildung 72: CSB- und TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 9 (nicht vorbehandelter Zulauf zur Membrananlage). 112

Abbildung 73: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von vorbehandeltem Sickerwasser der Deponie 9, Ablauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 113

Abbildung 74: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von vorbehandeltem Sickerwasser der Deponie 9, Ablauf (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 113

Abbildung 75: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 114

Abbildung 76: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 2, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 114

Abbildung 77: CSB-, TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 2 (Wiederholung). 115

Abbildung 78: CSB-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 116

Abbildung 79: TOC-Ablaufkonzentrationen über den Versuchszeitraum mit Beschickung von Sickerwasser der Deponie 7, Wiederholung (berechnete sowie gemessene Konzentrationen). 116

Abbildung 80: CSB-, TOC-Entfernung sowie die refraktären Anteile im Sickerwasser der Deponie 7 (Wiederholung). 116



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuwgv.at

FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH.

UNSER ZIEL ist ein lebenswertes Österreich in einem starken Europa: mit reiner Luft, sauberem Wasser, einer vielfältigen Natur sowie sicheren, qualitativ hochwertigen und leistbaren Lebensmitteln.

Dafür schaffen wir die bestmöglichen Voraussetzungen.

WIR ARBEITEN für sichere Lebensgrundlagen, eine nachhaltige Lebensart und verlässlichen Lebensschutz.



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at