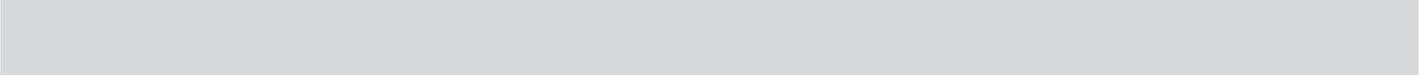




# Beschaffenheit von Deponiesickerwasser in Nordrhein-Westfalen

LANUV-Fachbericht 24



**Beschaffenheit von Deponiesickerwasser in Nordrhein-Westfalen**

**LANUV-Fachbericht 24**

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2010

Korrigierte Fassung (siehe Kapitel Einführung) Januar 2012

## IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)  
Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen  
Telefon 02361 305-0  
Telefax 02361 305-3215  
E-Mail: [poststelle@lanuv.nrw.de](mailto:poststelle@lanuv.nrw.de)

Autoren: Dip.-Ing. Michael Trapp, Dipl.-Ing. Ilse Polednik (LANUV NRW)

Titelfoto: Sickerwasserbehandlungsanlage der Deponie Dortmund-Nordost (Foto: LANUV NRW)

ISSN: 1864-3930 LANUV-Fachberichte

Informations-  
dienste: Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und  
Verbraucherschutz unter  
• [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de)

Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im  
• WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179

Bereitschafts-  
dienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV NRW  
(24-Std.-Dienst): Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von  
Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet.  
Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Deponiesickerwasser</b> .....	<b>5</b>
1.1 Deponieklasse III .....	5
1.2 Deponieklasse II .....	10
1.2.1 Siedlungsabfalldeponien.....	10
1.2.2 Deponien mit geringem Anteilen an Siedlungsabfällen (Mischdeponien).....	14
1.2.3 Deponien für kommunale Klärschlämme .....	18
1.2.4 Deponien für anorganische Abfälle.....	22
1.3 Deponieklasse I .....	26
1.3.1 Gewerbeabfalldeponien.....	26
1.3.2 Deponien für Kraftwerksreststoffe .....	30
1.4 Deponieklasse 0 .....	35
1.5 Vergleiche zwischen den Gruppen .....	36
<b>2 Oberflächenwasser aus Dränschichten</b> .....	<b>39</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>42</b>
Verzeichnis der Abbildungen.....	42
Verzeichnis der Tabellen.....	43

## Einführung

Die Kenntnis über die Beschaffenheit von Deponiesickerwasser ist von hoher Bedeutung für die Planung und Bemessung von Sicherheitssystemen für Deponien. Der Auslegung von Sickerwasserbehandlungsanlagen muss eine Abschätzung der Beschaffenheit des zu behandelnden Deponiesickerwassers vorausgehen. Die Komponenten eines Basisabdichtungssystems (Kunststoffdichtungsbahn, mineralische Abdichtung, Entwässerungsschicht, Dränageleitungen) müssen den chemischen und biologischen Einwirkungen auf lange Zeit widerstehen können.

Die Beschaffenheit von Sickerwasser aus Dränschichten in Oberflächenabdichtungssystemen ist dagegen weit weniger problematisch. Hier spielen vor Allem das Erfordernis einer Behandlung (in der Regel nicht gegeben) und der ggf. durch eine gewisse Salzbelastung induzierte Ionenaustausch in tonmineralhaltigen Oberflächenabdichtungen (insbesondere bei Bentonitmatten) eine Rolle.

Literaturangaben, die ein breites Spektrum untersuchter Deponien abdecken, sind selten. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen hat daher den Datenbestand aus dem Informationssystem ADDIS ausgewertet, in dem die Analysedaten aller überwachungspflichtigen Deponien in Nordrhein-Westfalen abgelegt sind.

Seit 1998 wird im Land NRW das DV-System ADDIS betrieben. Das System enthält neben den Stammdaten der Deponien auch die Messdaten, die im Rahmen der Deponieselbstüberwachung durch die Deponiebetreiber erhoben werden.

Kapitel 1 enthält die statistischen Auswertungen zum Deponiesickerwasser. In Kapitel 2 wird die Beschaffenheit von Sickerwasser dargestellt, das eine fertig gestellte Rekultivierungsschicht passiert hat.

### **Korrigierte Fassung Januar 2012:**

In Tabelle 7 (S. 15) und Tabelle 22 (S. 35) wurden fehlerhafte Werte korrigiert, als Folge entstanden kleine Veränderungen an Abbildung 30 (S. 35) und Abbildung 33 (S. 37).

# 1 Deponiesickerwasser

Die Analysen wurden durchgehend für jede Deponieklasse einzeln ausgewertet. Bei Deponien, die über Deponieabschnitte mehrerer Deponieklassen verfügen, wurden die Messstellen (sofern möglich) dem Deponieabschnitt (und damit einer Deponieklasse) zugeordnet, in dessen Abwasserstrang die Messstelle angeordnet ist. Messstellen, die nicht zugeordnet werden konnten, wurden nicht berücksichtigt.

Bei den statistischen Auswertungen der Siedlungs- und Sonderabfalldeponien wurden einzelne Deponien bzw. Messstellen aufgrund der untypisch hohen Messwerte für einige Parameter nicht mit einbezogen, um das Ergebnis nicht mit untypischen und nicht übertragbaren Einzelergebnissen zu überprägen. Auf diese Fälle wird im Text jeweils eingegangen.

Die Ergebnisse der Auswertungen werden im Folgenden jeweils tabellarisch und in einer Übersichtsgrafik dargestellt. Als markante Eckwerte der Schadstoffkonzentration wurden

- der Median (Wert mit gleich vielen Unter- und Überschreitungen)
- das 75 %-Quantil (Wert, der von 75 % aller Messwerte unterschritten wird)

gewählt. Die vorliegenden Analysenwerte folgen fast durchgängig einer stark schiefen (asymmetrischen) Verteilungsfunktion, in der Mittelwert und 95 %-Quantil durch die zumeist deutlich häufiger analysierten Deponien mit hohen und sehr hohen Belastungswerten eine stark verzerrende Aussage liefern würden.

Die Beschaffenheit des Sickerwassers wird im Folgenden für drei Parametergruppen dargestellt:

- Salzbildner
- Organische Parameter und Stickstoffverbindungen
- Schwermetalle

## 1.1 Deponieklasse III

Für die Auswertung wurden die Daten von 14 Sonderabfalldeponien ausgewertet. Je Parameter lagen zwischen 640 und 2.250 Analysendaten vor.

Das Sickerwasser einer Werksdeponie ist für einige Parameter ein Sonderfall. Die meisten Messwerte für den pH-Wert liegen bei dieser Deponie äußerst niedrig (bis pH 1,6). U. a. aus diesem Grund liegen die Konzentrationen für einige Metall-Parameter verhältnismäßig hoch, so dass die Deponie für diese Parameter nicht einer üblichen DK III-Deponie entspricht. Bei einigen Auswertungen wurde diese Deponie deshalb nicht berücksichtigt.

Der pH-Wert liegt bei den DK III-Deponien meist im neutralen bis schwach alkalischen Bereich zwischen pH 7 und pH 8. Der kleinste Messwert lag bei pH 3,4 und der höchste Wert bei pH 11,9.

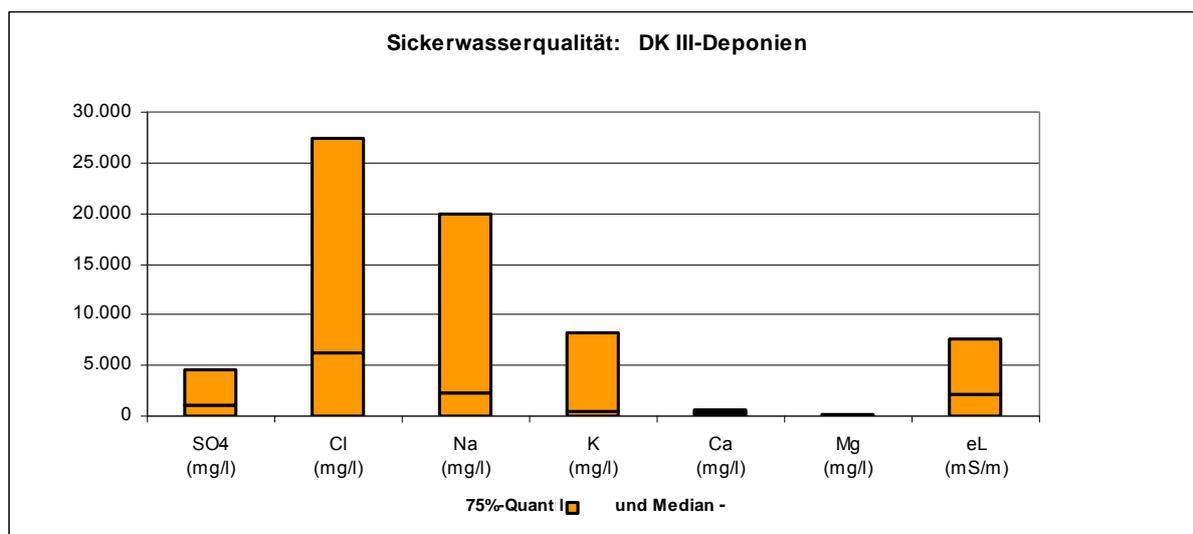
### Salzbildner

Auf Deponien der Klasse III werden vorwiegend Industrieabfälle sowie Bodenaushub und Bauschutt mit schädlichen Verunreinigungen abgelagert. In diesen Abfällen sind in der Regel salzbildende Stoffe in höherer Konzentration enthalten.

**Tabelle 1** Salzbildner – Deponieklasse III

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Sulfat	mg/l	1.083	4.577	44.800
Chlorid	mg/l	6.200	27.485	189.600
Natrium	mg/l	2.302	19.906	89.500
Kalium	mg/l	500	8.240	43.000
Calcium	mg/l	304	610	10.200
Magnesium	mg/l	123	220	1.700
el. Leitfähigkeit	mS/m	2.100	7.680	96.300

Abbildung 1 stellt die Konzentrationen der Salzbildner für DK III-Deponien gegenüber.



**Abbildung 1** Salzbildner – Deponieklasse III

Von den Salzbildnern weist Chlorid die höchste Konzentration auf, gefolgt von Natrium. Bei den dargestellten Parametern liegt der jeweilige Mittelwert deutlich über dem Median. Die hohen Konzentrationen wurden insbesondere im Sickerwasser zweier Deponien gemessen.

### Organische Parameter und Stickstoff

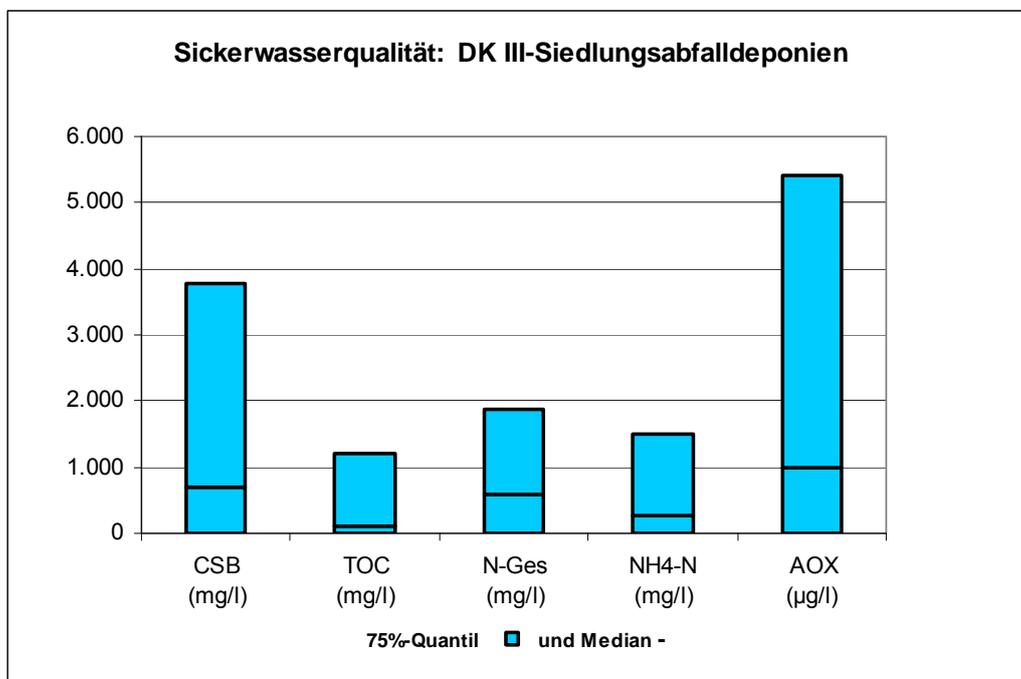
Auf Deponien der Klasse III wurden auch große Mengen an organischen Abfällen abgelagert. Diese sind zumeist nicht oder nur schwer biologisch abbaubar. Mengenmäßig bedeutend sind hierbei vor Allem kohlenteeerhaltige Bitumengemische.

**Tabelle 2** Organik und Stickstoff – Deponieklasse III

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
CSB	mg/l	658	3.781	35.000
TOC	mg/l	102	1.192	8.700
N <sub>ges</sub> , gebunden	mg/l	583	1.875	10.300
Ammonium-N	mg/l	258	1.497	9.845
AOX	µg/l	1.000	5.412	34.000

Eine Messstelle wurde für den Parameter CSB aufgrund der sehr hohen Konzentrationen nicht berücksichtigt. Es handelte sich hier um eine Jahressickerwassermenge von etwa 200 m<sup>3</sup> aus einem Teilbereich dieser Deponie. Andere Bereiche wiesen deutlich niedrigere Konzentrationen auf.

Abbildung 2 zeigt die organischen Parameter und Stickstoff für die Deponieklasse III im Vergleich.



**Abbildung 2** Organische Parameter - Deponieklasse III

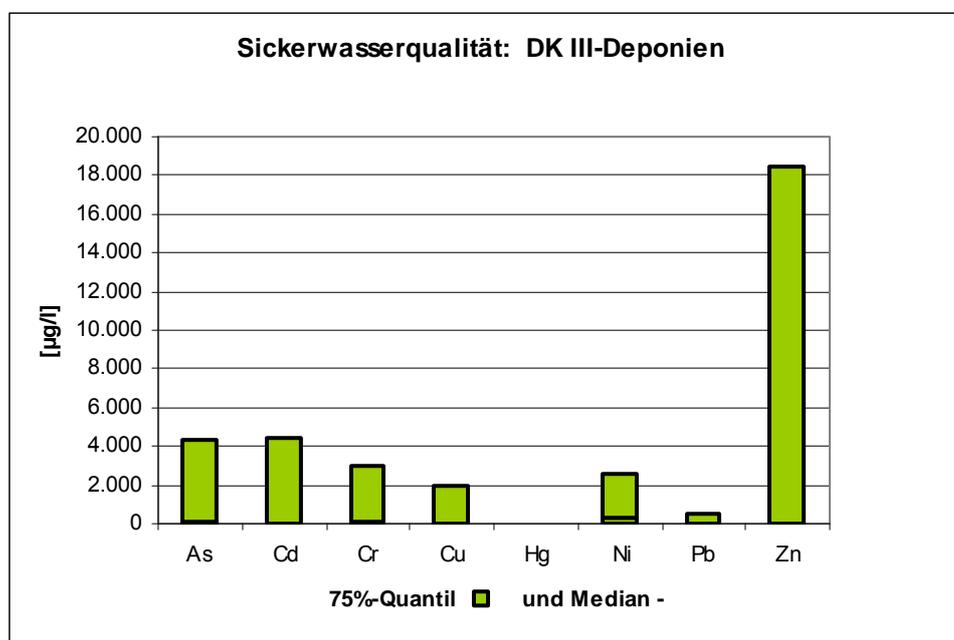
### Schwermetalle

Bei den Sonderabfalldeponien sind auch die Schwermetalle von Bedeutung. Sie können in den sogenannten „Abfällen mit schädlichen Verunreinigungen“, in Aschen aus Verbrennungsprozessen oder in Industrieschlämmen enthalten sein.

**Tabelle 3** Schwermetalle – Deponieklasse III

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Arsen	µg/l	150	4.376	38.000
Cadmium	µg/l	2	4.386	87.000
Chrom	µg/l	56	2.954	50.000
Kupfer	µg/l	40	1.960	21.000
Quecksilber	µg/l	0,4	9	274
Nickel	µg/l	320	2.590	55.000
Blei	µg/l	8	481	8.200
Zink	µg/l	50	18.498	590.000

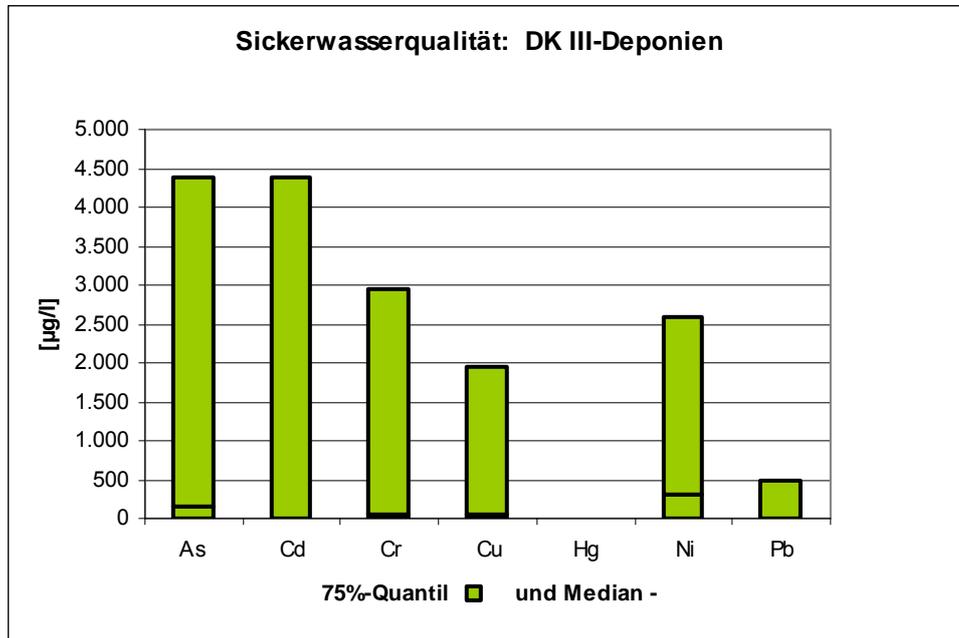
Die Werte einer Deponie wurden für die Aufstellung nicht berücksichtigt, da sie den hier dargestellten Rahmen weit überschreiten und nicht übertragbar erscheinen. Abbildung 3 zeigt die Schwermetallkonzentrationen für DK III-Deponien im Vergleich.



**Abbildung 3** Schwermetalle – Deponieklasse III

Der hohe Wert des 75 %-Quantils für Zink rührt insbesondere von hohen Konzentrationen im Sickerwasser zweier Sonderabfalldeponien. Auffällig ist der enorme Größenunterschied zwi-

schen Median und 75 %-Quantil. Die weiteren Parameter werden in Abbildung 4 in einem geeigneten Maßstab dargestellt.



**Abbildung 4** Schwermetalle – Deponieklasse III (Auszug)

Abgesehen vom kaum vorhandenen Quecksilber liegen die Parameter etwa im gleichen Größenbereich. Am Verhältnis zwischen Median und 75 %-Quantil ist deutlich zu erkennen, dass es bei den Schwermetallen einige sehr hohe Analysenwerte gibt. Die Spannweite ist bei den DK III-Deponien sehr groß.

## **1.2 Deponieklasse II**

Die Auswertungen für die Deponieklasse II werden für die folgenden Deponietypen getrennt vorgenommen, da sich das Sickerwasser in Abhängigkeit des abgelagerten Abfalls deutlich unterscheidet:

- Siedlungsabfalldeponien
- Deponien mit geringen Anteilen an Siedlungsabfällen (Mischdeponien)
- Deponien für kommunale Klärschlämme
- Deponien für anorganische Abfälle.

### **1.2.1 Siedlungsabfalldeponien**

Als Siedlungsabfalldeponien werden die Deponien angesehen, auf denen vorwiegend Siedlungsabfälle abgelagert wurden bzw. werden. In der Gruppe der Siedlungsabfalldeponien sind viele ehemalige Hausmülldeponien vertreten, auf denen bis zum 31.5.2005 unbehandelter Hausmüll mit hohen Organikanteilen abgelagert werden durfte.

Zu 55 Siedlungsabfalldeponien liegen für die Standardparameter zwischen 2.200 und 5.800 (je Parameter) Analysendaten vor. Die Siedlungsabfalldeponien stellen damit den größten Anteil an der Zahl der Sickerwasseranalysen.

Der pH-Wert liegt meist im neutralen bis schwach alkalischen Bereich zwischen pH 7,3 und pH 8,0. Der kleinste Messwert lag bei pH 5,0 und das höchste Wert bei pH 9,3.

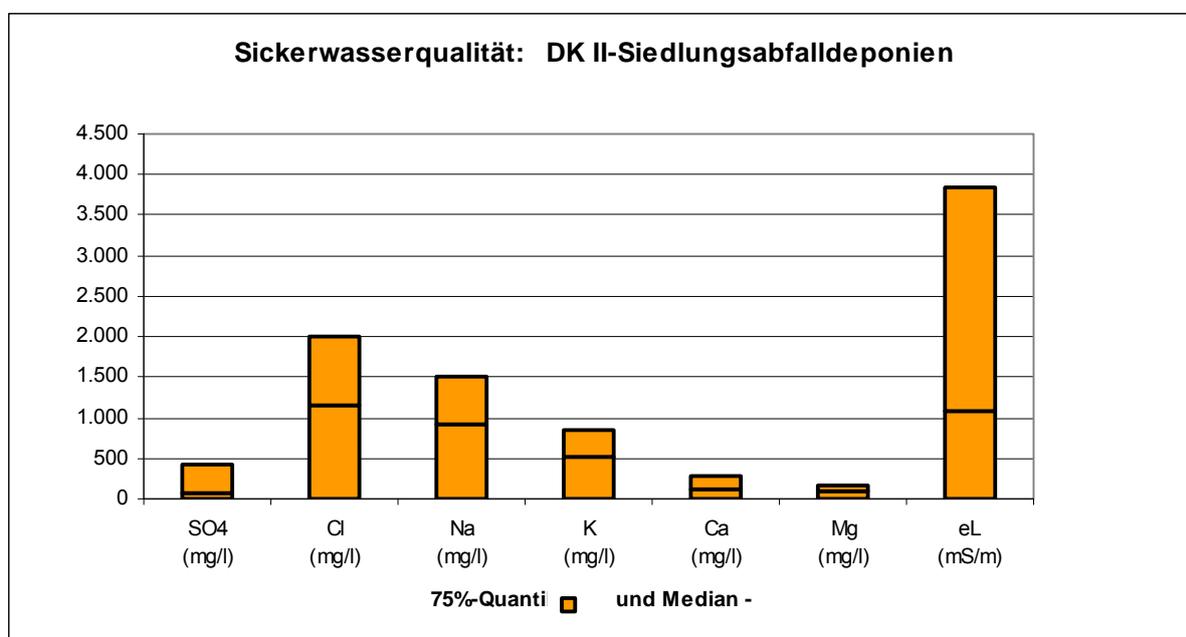
### Salzbildner

Bei zwei Deponien sind für diesen Deponietyp untypisch hohe Konzentrationen an Natrium, Kalium und Chlorid aufgetreten. Diese beiden Deponien wurden für diese drei Parameter in den statistischen Auswertungen nicht berücksichtigt. Die elektrische Leitfähigkeit ist mit bis zu 14.000 mS/m bei den beiden Deponien dagegen nicht untypisch hoch, da einige andere Deponien noch höhere Werte aufweisen.

**Tabelle 4** Salzbildner – Siedlungsabfalldeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Sulfat	mg/l	77	431	11.000
Chlorid	mg/l	1.153	1.998	10.668
Natrium	mg/l	912	1.509	10.100
Kalium	mg/l	518	840	4.900
Calcium	mg/l	127	271	5.490
Magnesium	mg/l	92	155	1.121
el. Leitfähigkeit	mS/m	1.091	3.845	42.500

Die Konzentrationen an Sulfat, Calcium und Magnesium sind eher unauffällig. Abbildung 5 zeigt die Salzbildner in einer vergleichenden Gegenüberstellung.



**Abbildung 5** Salzbildner – Siedlungsabfalldeponien

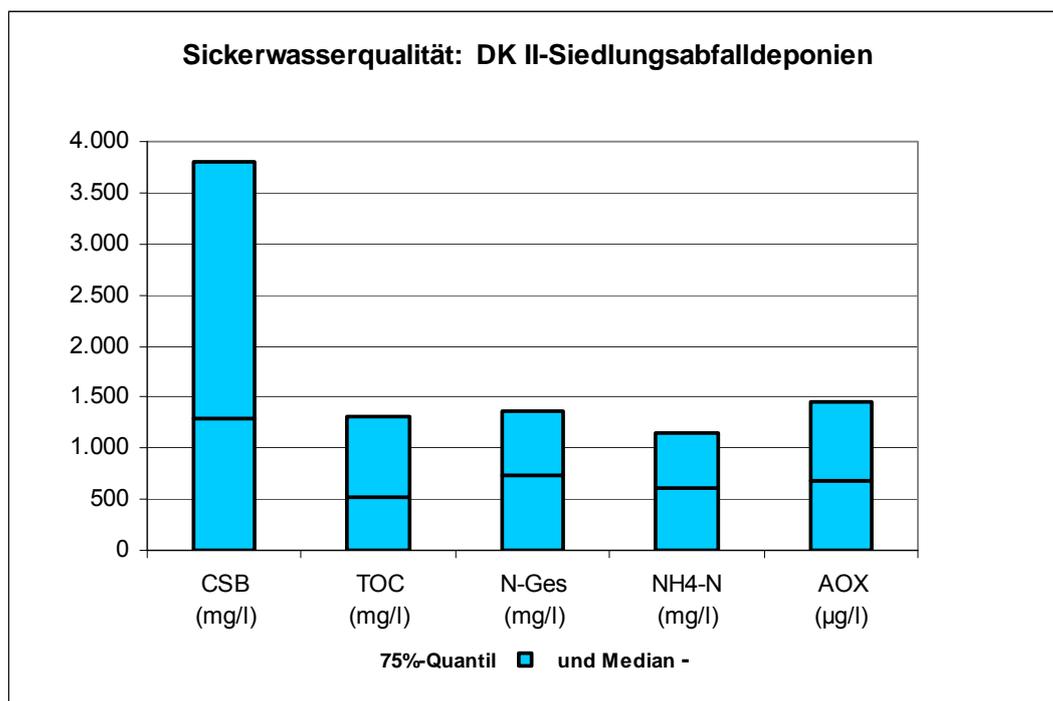
### Organische Parameter und Stickstoffverbindungen

Die organischen Parameter sind bei Siedlungsabfalldeponien typischerweise relativ hoch, da bis zum 31.5.2005 unbehandelter Hausmüll mit hohem organischen Anteil abgelagert werden durfte und dieser Abfall bis heute das Sickerwasser solcher Deponien prägt. Die Spanne der Werte ist auch deswegen relativ hoch, weil auf den ausgewerteten Deponien zu unterschiedlichen Zeitpunkten die Ablagerung organischer Abfälle eingestellt wurde.

**Tabelle 5** Organik und Stickstoff – Siedlungsabfalldeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
CSB	mg/l	1.300	3.809	49.250
TOC	mg/l	512	1.305	16.320
N <sub>ges</sub> , gebunden	mg/l	730	1.355	19.000
Ammonium-N	mg/l	615	1.149	8.160
AOX	µg/l	680	1.461	22.900

Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt die organischen Parameter und Stickstoffverbindungen im Vergleich.



**Abbildung 6** Organik und Stickstoff - Siedlungsabfalldeponien

Die Mittelwerte der dargestellten Parameter liegen leicht oberhalb des jeweiligen Medians, d.h. die Verteilung der Messwerte ist relativ symmetrisch. Das CSB/TOC-Verhältnis liegt bei 2,5 (Median) bzw. 2,9 (75%-Quantil).

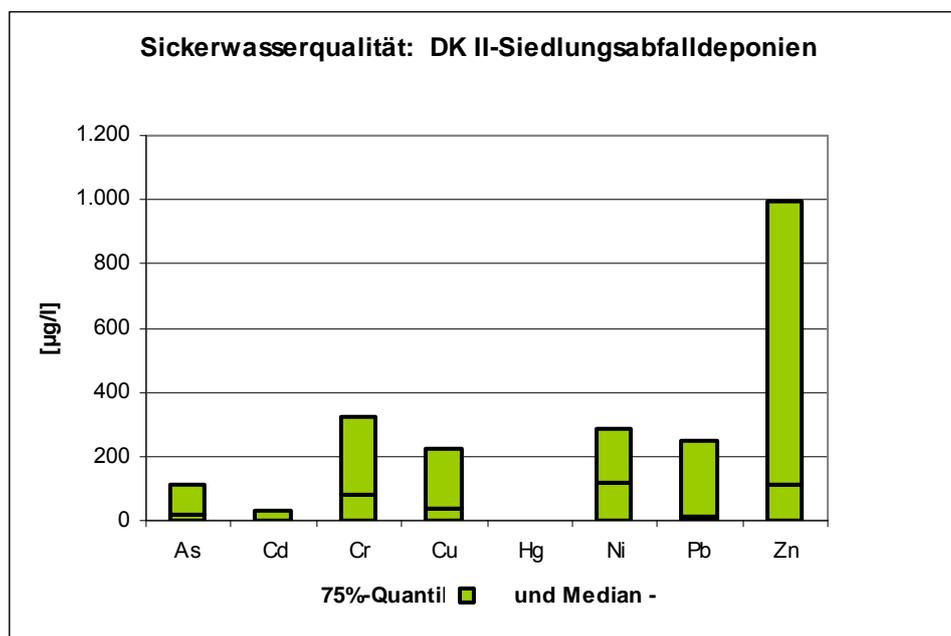
### Schwermetalle

Lösbbare Schwermetalle können bei Siedlungsabfalldeponien aus Bodenaushub und Bau-schutt mit schädlichen Verunreinigungen sowie aus Aschen aus der Müllverbrennung und anderen Prozessen stammen.

**Tabelle 6** Schwermetalle – Siedlungsabfalldeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Arsen	µg/l	20	111	18.000
Cadmium	µg/l	1,5	30	1.000
Chrom	µg/l	80	322	4.120
Kupfer	µg/l	40	224	4.100
Quecksilber	µg/l	0,5	1,9	40
Nickel	µg/l	116	283	3.560
Blei	µg/l	13	246	5.240
Zink	µg/l	110	996	23.300

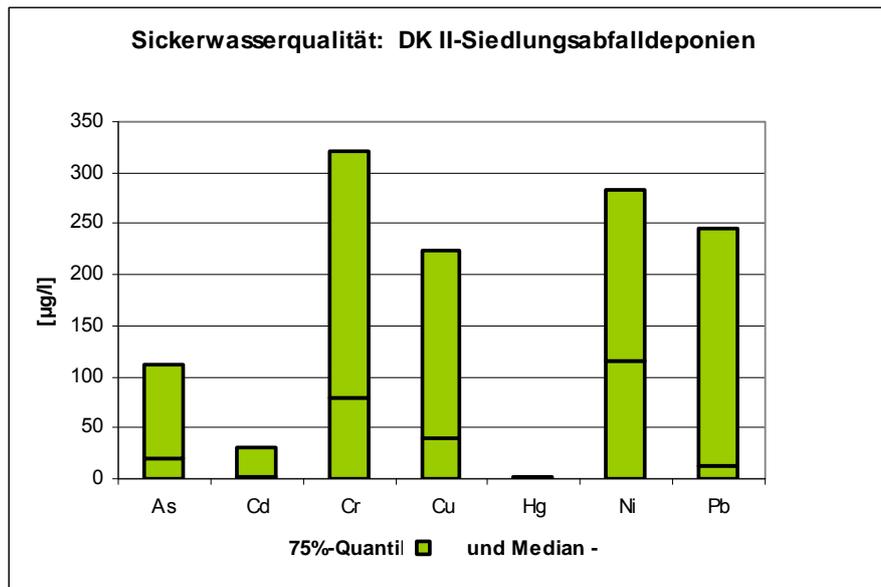
Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt die Schwermetallkonzentrationen im Sickerwasser von Siedlungsabfalldeponien.



**Abbildung 7** Schwermetalle - Siedlungsabfalldeponien

Wie bei den Sonderabfalldeponien weist auch das Sickerwasser von Siedlungsabfalldeponien wesentlich höhere Konzentrationen an Zink auf als an anderen Schwermetallen, jedoch insgesamt auf wesentlich niedrigerem Niveau.

Die restlichen Schwermetalle werden in Abbildung 8 in geeignetem Maßstab dargestellt.



**Abbildung 8** Schwermetalle – Siedlungsabfalldeponien (Auszug)

Insbesondere die Parameter Cadmium und Quecksilber sind hier von untergeordneter Bedeutung.

### 1.2.2 Deponien mit geringem Anteil an Siedlungsabfällen (Mischdeponien)

Unter dem Begriff Mischdeponien wurden zehn Deponien zusammengefasst, auf denen in geringerem Maße Siedlungsabfälle abgelagert wurden. Auf diesen Deponien findet zwar eine Deponiegasbildung statt, das Gas kann jedoch aufgrund der geringen Menge und geringen Methankonzentration nicht verwertet werden. Das Sickerwasser unterscheidet sich von dem Sickerwasser aus herkömmlichen Siedlungsabfalldeponien.

Für diesen Deponietyp liegen zwischen 187 und 423 Analysendaten vor.

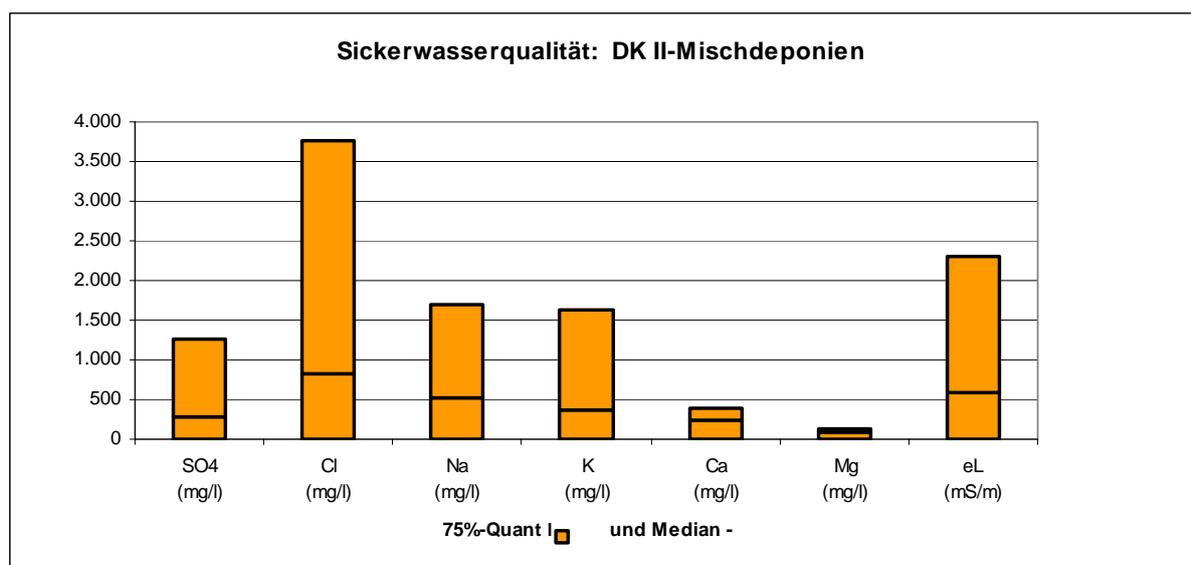
Der pH-Wert liegt meist im neutralen bis schwach alkalischen Bereich zwischen pH 7,3 und pH 7,8. Der kleinste Messwert lag bei pH 4,6 und der höchste Wert bei pH 9,2.

**Salzbildner**

**Tabelle 7** Salzbildner – Mischdeponien DK II

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Sulfat	mg/l	280	1.260	4844
Chlorid	mg/l	820	3.757	22.172
Natrium	mg/l	552	1.687	5.300
Kalium	mg/l	380	1.627	5.440
Calcium	mg/l	230	399	2.470
Magnesium	mg/l	79	124	330
el. Leitfähigkeit	mS/m	582	2.313	11.190

Abbildung 9 zeigt die Salzbildner für die Gruppe der Mischdeponien im Vergleich.



**Abbildung 9** Salzbildner – Mischdeponien DK II

Im Vergleich zu den Siedlungsabfalldeponien ist die Konzentration an Chlorid und Sulfat höher, die elektrische Leitfähigkeit jedoch niedriger. Dies zeigt, dass auch weitere Inhaltsstoffe als die aufgeführten Salzbildner - insbesondere bei den Siedlungsabfalldeponien - maßgeblich zur elektrischen Leitfähigkeit beitragen.

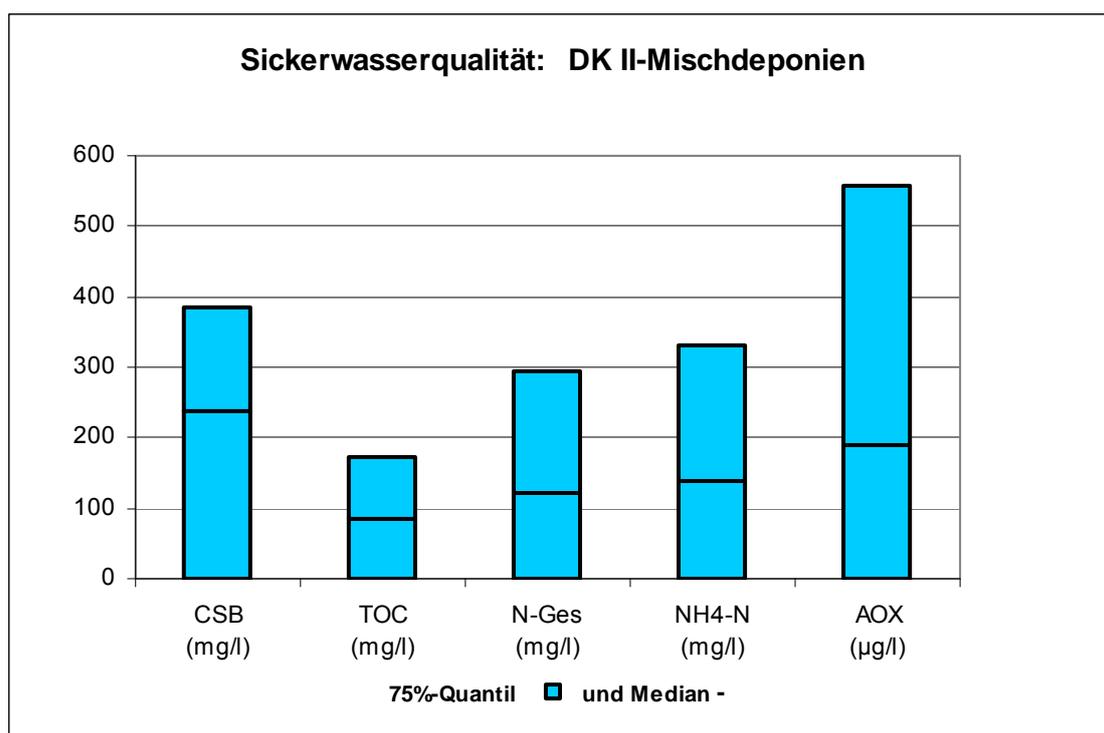
### Organische Parameter und Stickstoffverbindungen

Bei Mischdeponien ist insbesondere der Anteil an biologisch abbaubaren Abfällen geringer als bei Siedlungsabfalldeponien. Dadurch ist auch der Anteil an gebundenem Stickstoff niedriger.

**Tabelle 8** Organik und Stickstoff – Mischdeponien DK II

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
CSB	mg/l	239	384	1.099
TOC	mg/l	84	172	423
N <sub>ges</sub> , gebunden	mg/l	122	293	716
Ammonium-N	mg/l	140	331	750
AOX	µg/l	190	557	3.300

Abbildung 10 zeigt die organischen Parameter und Stickstoffverbindungen für Mischdeponien im Vergleich.



**Abbildung 10** Organik und Stickstoff – Mischdeponien DK II

Die Mittelwerte der dargestellten Parameter liegen leicht oberhalb des jeweiligen Medians. Das 75 %-Quantil ist etwa doppelt so hoch. Das CSB/TOC-Verhältnis liegt bei 2,4 (Median) bzw. 2,2 (75 %-Quantil). Die Mediane der dargestellten Parameter liegen bei den herkömmlichen Siedlungsabfalldeponien um den Faktor 4 bis 6 höher.

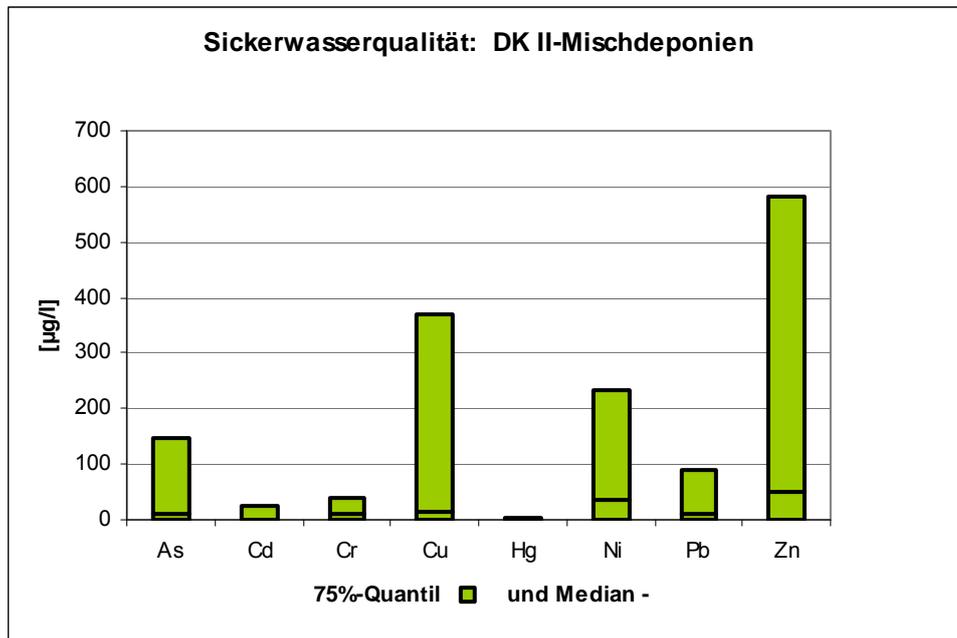
### Schwermetalle

Beim Sickerwasser der Mischdeponien, deren pH-Wert meistens im neutralen bis schwach alkalischen Bereich liegt, sind keine höheren Metallkonzentration zu erwarten. Dies zeigt auch Tabelle 9.

**Tabelle 9** Schwermetalle – Mischdeponien DK II

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Arsen	µg/l	10	147	2.580
Cadmium	µg/l	1,0	24	350
Chrom	µg/l	11	38	390
Kupfer	µg/l	13	368	4.610
Quecksilber	µg/l	0,2	3,1	50
Nickel	µg/l	36	234	1.830
Blei	µg/l	10	89	750
Zink	µg/l	51	583	4.170

Abbildung 11 zeigt die Schwermetallkonzentrationen für die Mischdeponien im Vergleich.



**Abbildung 11** Schwermetalle – Mischdeponien DK II

Bei allen Schwermetallen liegt der Median weit unterhalb des 75 %-Quantils, d.h. die Verteilungsfunktionen sind deutlich asymmetrisch. Bei der Mehrzahl der Deponien sind die Schwermetallgehalte im Sickerwasser daher von untergeordneter Bedeutung.

### 1.2.3 Deponien für kommunale Klärschlämme

Die Gruppe der Klärschlammdeponien setzt sich aus den Deponien zusammen, auf denen ausschließlich oder überwiegend Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen abgelagert worden ist. Fünf Deponien wurden in die Auswertung einbezogen. Für diesen Deponietyp liegen zwischen 121 und 222 (CSB: 84) Analysendaten je Parameter vor.

Der pH-Wert liegt meist im neutralen Bereich zwischen pH 6,8 und pH 7,5. Der kleinste Messwert lag bei pH 5,9 und der höchste Wert bei pH 9,8.

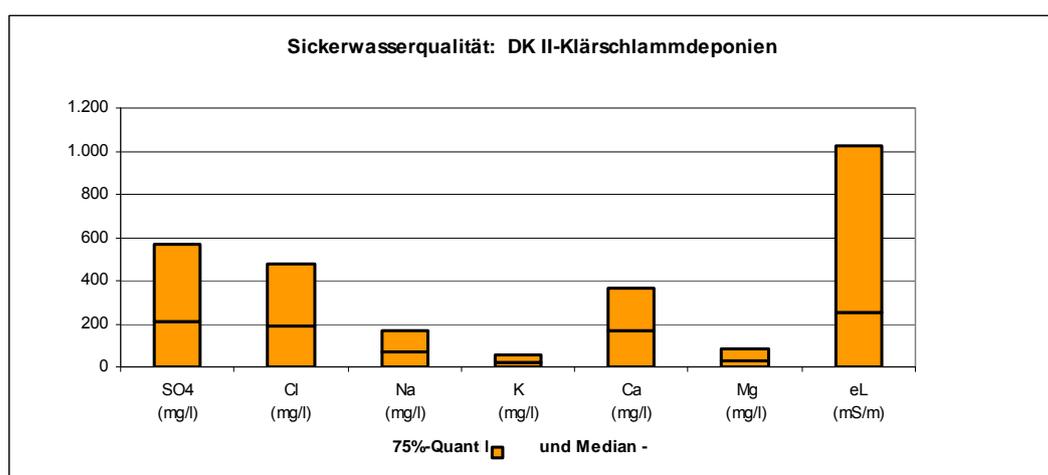
#### Salzbildner

Die im Abwasser kommunaler Kläranlagen gelösten Salze verbleiben zum großen Teil im gereinigten Abwasser. Im abgelagerten Klärschlamm ist der Anteil an Salzbildnern für eine DK II-Deponie daher vergleichsweise gering, wie Tabelle 10 zeigt.

**Tabelle 10** Salzbildner – Klärschlammdeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Sulfat	mg/l	210	569	2.200
Chlorid	mg/l	190	479	1.900
Natrium	mg/l	67	171	650
Kalium	mg/l	23	57	300
Calcium	mg/l	165	364	786
Magnesium	mg/l	30	86	250
el. Leitfähigkeit	mS/m	256	1.022	4.980

Abbildung 12 zeigt die Konzentrationen der Salzbildner in einer Übersicht für die Gruppe der Klärschlammdeponien.



**Abbildung 12** Salzbildner - Klärschlammdeponien

Die Konzentrationen der Salzbildner sind im Sickerwasser von Klärschlammdeponien unauffällig.

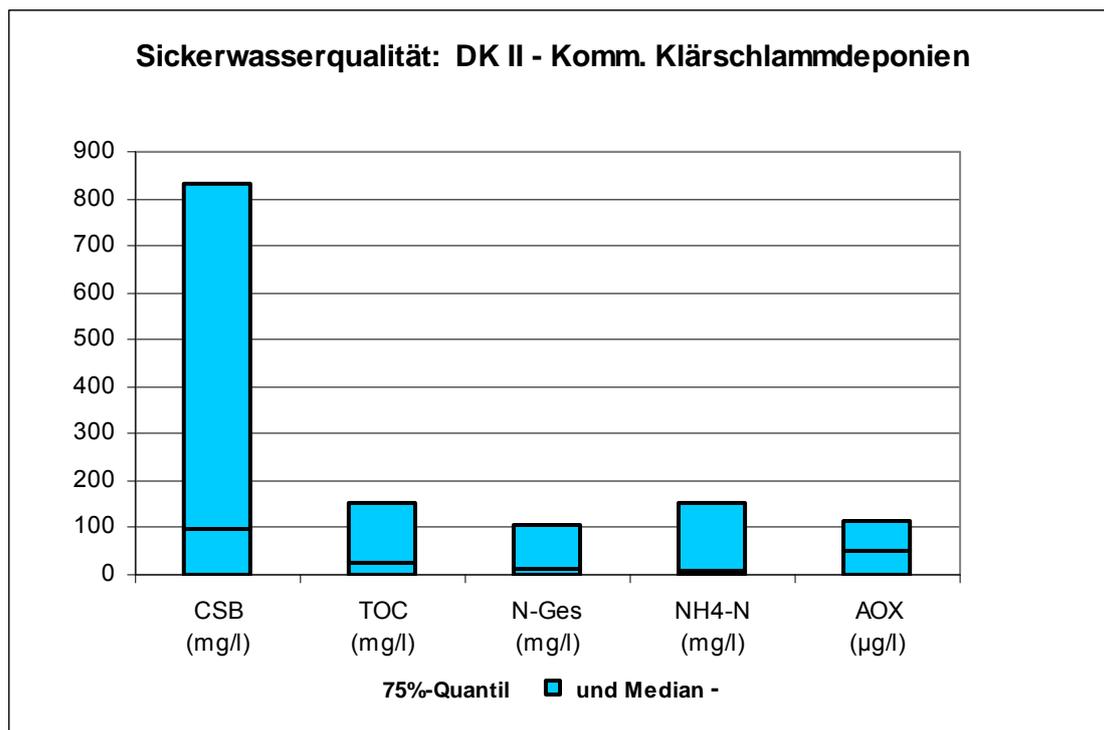
### Organische Parameter und Stickstoffverbindungen

Auf den Klärschlammdeponien wurden in der Regel ausgefaulte Klärschlämme abgelagert. Hohe Konzentrationen an organischen und stickstoffhaltigen Inhaltsstoffen sind im Sickerwasser nicht zu erwarten (Tabelle 11).

**Tabelle 11** Organik und Stickstoff – Klärschlammdeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
CSB	mg/l	96	831	1.850
TOC	mg/l	24	152	1.000
N <sub>ges</sub> , gebunden	mg/l	11	107	395
Ammonium-N	mg/l	10	153	820
AOX	µg/l	50	114	530

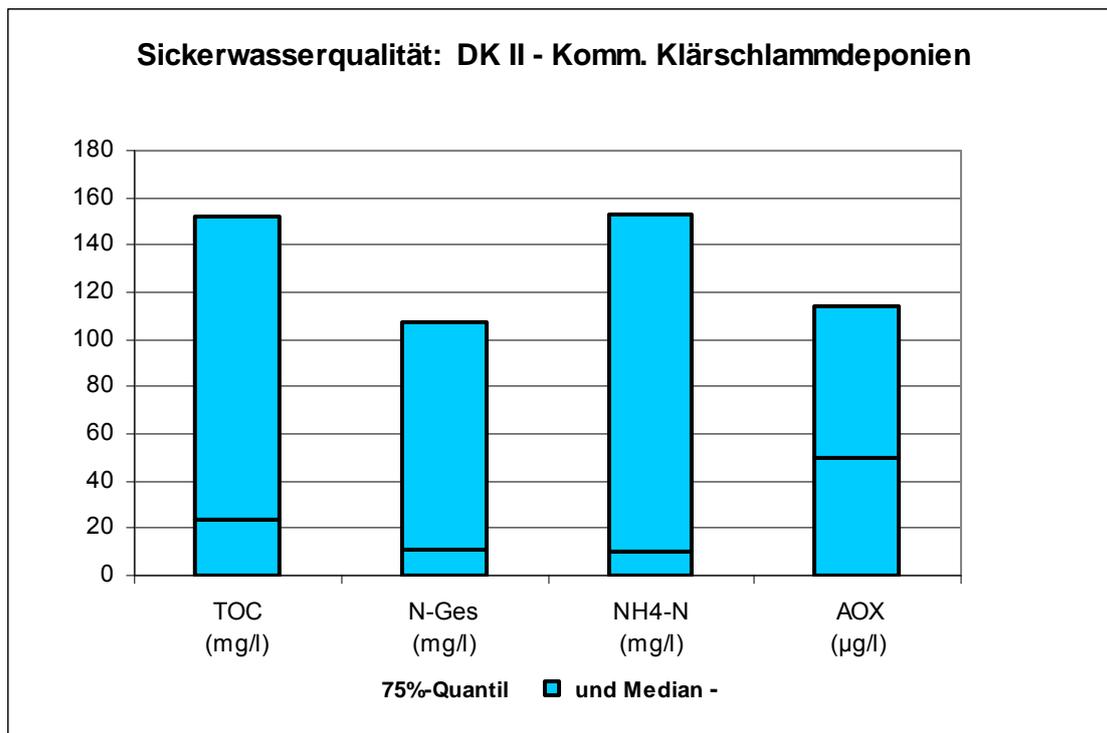
Abbildung 13 zeigt die organischen Parameter und Stickstoffverbindungen für die Gruppe der Klärschlammdeponien im Überblick.



**Abbildung 13** Organik und Stickstoff - Klärschlammdeponien

Abbildung 13 zeigt anschaulich, dass von den fünf Parametern nur der CSB eine maßgebliche Rolle spielt. Das arithmetische Mittel liegt mit 477 mg/l deutlich über dem Median von 96 mg/l, d. h. die Verteilung der Werte ist sehr asymmetrisch. Die hohen Werte stammen überwiegend von nur einer der fünf Klärschlammdeponien.

In Abbildung 14 werden die restlichen Parameter in anschaulicherem Maßstab dargestellt.



**Abbildung 14** Organik und Stickstoff - Klärschlammdeponien

Im Vergleich zu Siedlungsabfalldeponien sind die Konzentrationen für die organischen Parameter und für Stickstoffverbindungen erheblich niedriger.

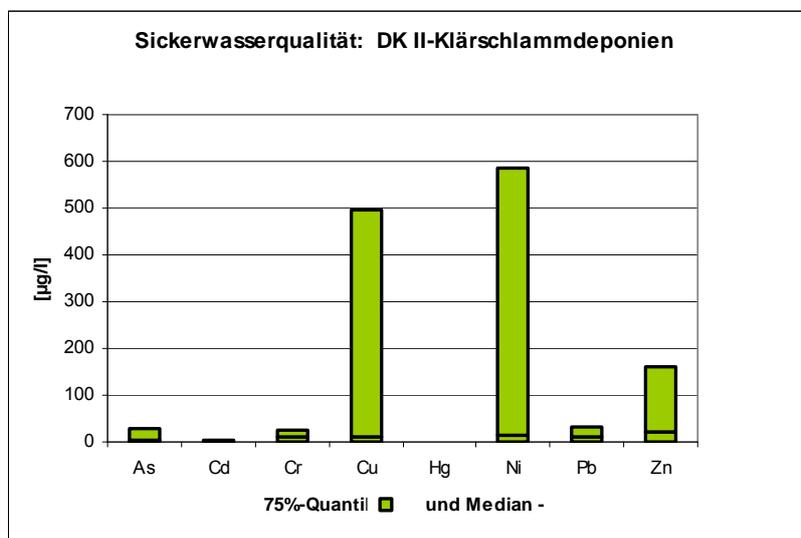
### Schwermetalle

Im Sickerwasser von Klärschlammdeponien sind Schwermetalle in der Regel von untergeordneter Bedeutung, da der Schlamm überwiegend aus der Behandlung kommunalen Abwassers stammt, das meistens vergleichsweise geringe Mengen an Schwermetallen enthält.

**Tabelle 12** Schwermetalle – Klärschlammdeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Arsen	µg/l	5	28	109
Cadmium	µg/l	0,1	2	11
Chrom	µg/l	10	25	150
Kupfer	µg/l	12	495	7.600
Quecksilber	µg/l	0,1	0,2	1
Nickel	µg/l	16	586	4.700
Blei	µg/l	10	32	200
Zink	µg/l	20	162	1.300

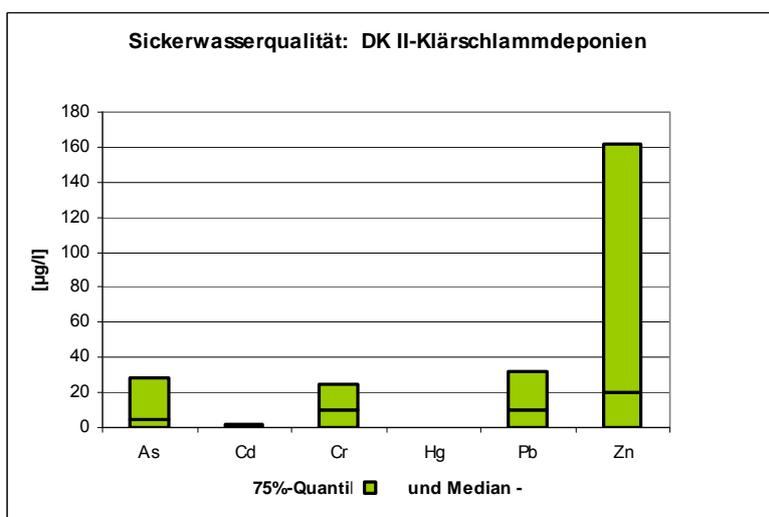
Abbildung 15 zeigt die Schwermetallkonzentrationen für die Gruppe der Klärschlammdeponien in einer Übersicht.



**Abbildung 15** Schwermetalle - Klärschlammdeponien

Zu den Parametern Nickel und Kupfer liegen einige sehr hohe Analysenwerte vor. Das 75%-Quantil weicht deshalb stark von den 75 %-Quantilen der übrigen Parameter ab. Die Mediane liegen jedoch alle auf niedrigem Niveau. Die Wertespanne wird hier von relativ wenigen, hohen Werten geprägt. Die hohen Werte stammen von zwei Deponien. Die Messwerte der relevanten Messstellen streuen sehr stark, d.h. es wurden dort auch niedrige Konzentrationen an Kupfer und Nickel bestimmt.

Zur besseren Übersicht werden die sechs anderen Parameter in Abbildung 16 noch einmal gesondert dargestellt.



**Abbildung 16** Schwermetalle – Klärschlammdeponien (Auszug)

### 1.2.4 Deponien für anorganische Abfälle

Auf DK II-Deponien für anorganische Abfälle wurden in Nordrhein-Westfalen vorrangig Müllverbrennungssaschen, unbearbeitete Schlacken aus der Stahlindustrie, Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung und Bodenaushub mit schädlichen Verunreinigungen abgelagert.

Es liegen bei acht Deponien für anorganische Abfälle zwischen 136 und 394 Analysendaten (je Parameter) vor.

Der pH-Wert liegt meist im neutralen bis alkalischen Bereich zwischen pH 7,2 und pH 9,1. Der kleinste Messwert lag bei pH 5,1, der höchste Wert bei pH 12,8.

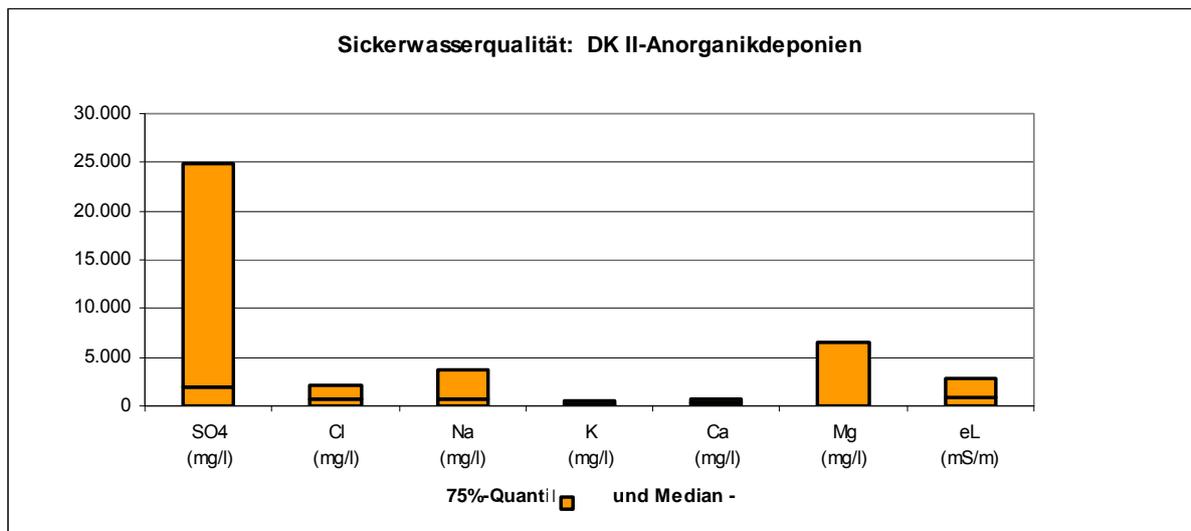
#### Salzbildner

Mineralische (anorganische) Abfälle enthalten in der Regel höhere Salzkonzentrationen als sie z. B. in Hausmüll und Klärschlamm zu finden sind. Dies zeigt auch Tabelle 13.

**Tabelle 13** Salzbildner – Anorganikdeponien DK II

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Sulfat	mg/l	2.000	24.928	145.200
Chlorid	mg/l	639	2.162	8.216
Natrium	mg/l	625	3.692	35.000
Kalium	mg/l	150	599	2.400
Calcium	mg/l	417	774	2.990
Magnesium	mg/l	83	6.508	33.200
el. Leitfähigkeit	mS/m	825	2.740	17.600

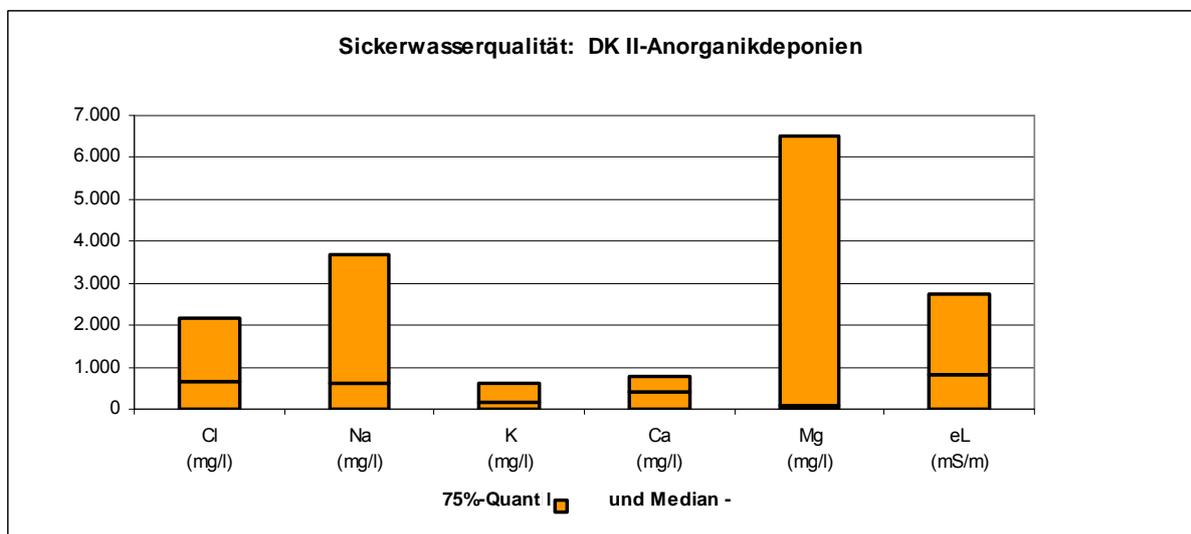
Abbildung 17 zeigt die Salzbildner für die Gruppe der Anorganikdeponien der Klasse II in einer Übersicht.



**Abbildung 17** Salzbildner – Anorganikdeponien DK II

Bei den Salzbildnern ist insbesondere das hohe 75 %-Quantil von Sulfat bei gleichzeitig recht niedrigem Median auffällig. Die hierfür verantwortlichen hohen Analysenwerte stammen von einer einzigen Deponie; gleiches gilt für den Parameter Magnesium.

Das gleiche Diagramm wird nachfolgend ohne Sulfat in einem günstigeren Maßstab dargestellt (Abbildung 18).



**Abbildung 18** Salzbildner – Anorganikdeponien DK II (Auszug)

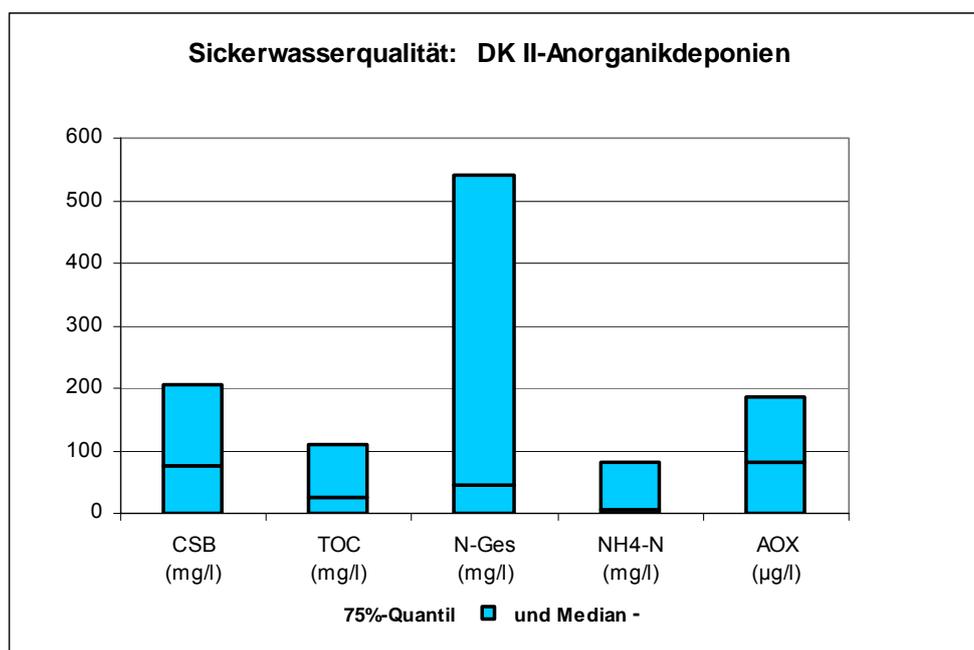
### Organische Parameter und Stickstoffverbindungen

Auf den Deponien werden Abfälle mit organischen Verbindungen nicht in relevantem Maße abgelagert. Im Deponiekörper herrschen nicht die im Deponiekörper von Hausmülldeponien typischen, reduzierenden Verhältnisse. Im Sickerwasser tritt Stickstoff daher zumeist in Form von Nitrat auf.

**Tabelle 14** Organik und Stickstoff – Anorganikdeponien DK II

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
CSB	mg/l	77	206	883
TOC	mg/l	25	110	1.300
N <sub>ges</sub> , gebunden	mg/l	46	542	1.780
Ammonium-N	mg/l	6	81	820
AOX	µg/l	82	187	760

Abbildung 19 zeigt die organischen Parameter und die Stickstoffverbindungen für Anorganikdeponien im Vergleich.



**Abbildung 19** Organik und Stickstoff – Anorganikdeponien DK II

Auffällig ist in diesem Diagramm das hohe 75 %-Quantil von Gesamtstickstoff im Vergleich zum 75 %-Quantil von Ammonium-Stickstoff. Der Grund hierfür liegt im Sickerwasser einer einzigen Deponie, von der die hohen Gesamtstickstoff-Konzentrationen stammen. Die Ammonium-Konzentration ist in diesem Sickerwasser vergleichsweise gering, der Nitratstickstoff dagegen liegt dort bei vielen Messergebnissen über 1.000 mg/l.

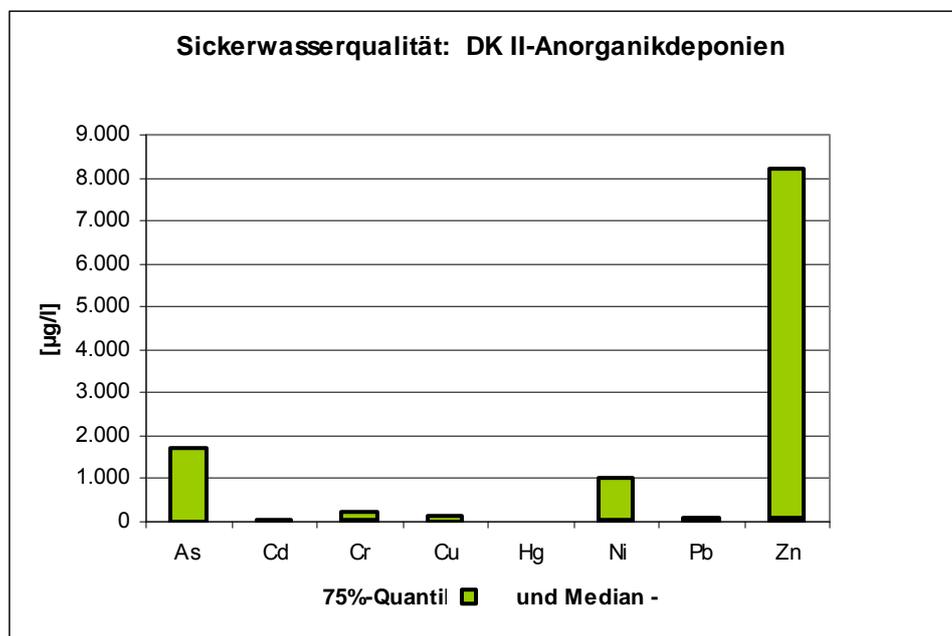
### Schwermetalle

Schwermetalle spielen bei den Anorganikdeponien vielfach nur eine untergeordnete Rolle. Aus der Ablagerung bestimmter Industrieabfälle können jedoch auch höhere Konzentrationen resultieren, wie Tabelle 15 zeigt.

**Tabelle 15** Schwermetalle – Anorganikdeponien DK II

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Arsen	µg/l	17	1.739	16.000
Cadmium	µg/l	1	48	200
Chrom	µg/l	30	243	2.100
Kupfer	µg/l	20	133	1.600
Quecksilber	µg/l	0,2	5,3	50
Nickel	µg/l	60	999	4.980
Blei	µg/l	10	84	660
Zink	µg/l	109	8.212	49.500

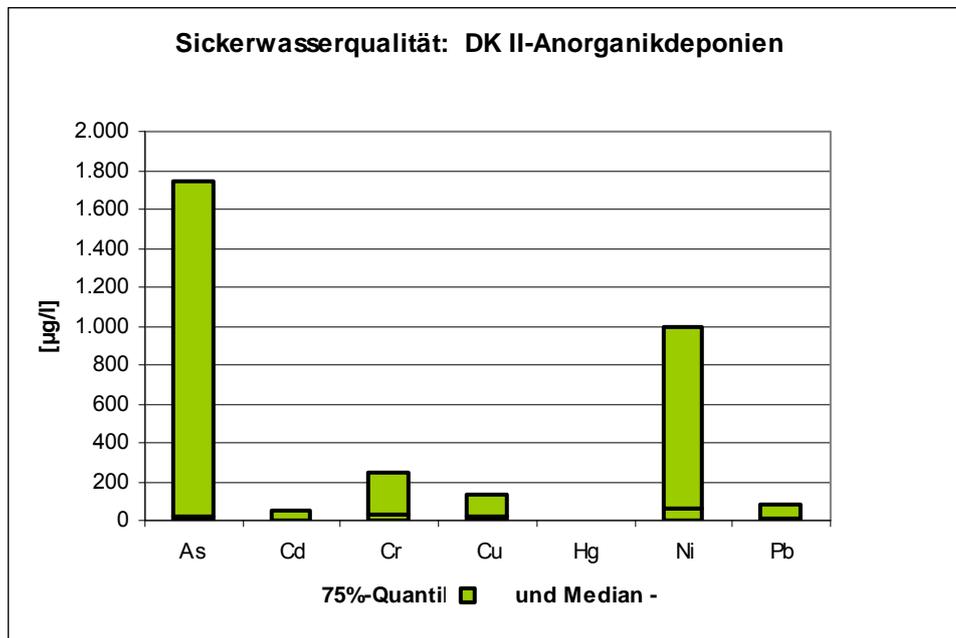
Abbildung 20 zeigt die Schwermetallkonzentrationen für die Gruppe der Anorganikdeponien im Vergleich.



**Abbildung 20** Schwermetalle – Anorganikdeponien DK II

Das Diagramm zeigt für Zink ein verhältnismäßig hohes 75 %-Quantil. Dies rührt von den Analysen einer einzigen Deponie. Dort sind die meisten Messwerte sehr hoch. Daraus resultieren der hohe Mittelwert mit 3.002 mg/l und der deutlich niedrigere Median mit 109 mg/l.

Zur Veranschaulichung werden die übrigen sieben Parameter in Abbildung 21 in einem anschaulicheren Maßstab dargestellt.



**Abbildung 21** Schwermetalle – Anorganikdeponien DK II (Auszug)

Die hohen Werte für Nickel stammen von der vorgenannten Deponie mit den hohen Zinkkonzentrationen, die für Arsen jedoch von einer anderen Deponie.

### 1.3 Deponieklasse I

Die Auswertungen für die Deponieklasse I werden in die Gruppen

- Gewerbeabfalldeponien und
- Kraftwerksreststoffdeponien

unterteilt, da sich deren Charakteristiken sehr deutlich voneinander unterscheiden.

#### 1.3.1 Gewerbeabfalldeponien

Es liegen zu 25 Deponien zwischen 334 und 1.031 Analysendaten (je Parameter) vor.

Der pH-Wert liegt meistens zwischen pH 7,0 und pH 9,3. Bei einer Deponie für Produktionsrückstände tritt saures Sickerwasser auf (bis pH 3,3). Abgesehen von dieser Ausnahme liegt der pH-Wert der Deponien im neutralen bis alkalischen Bereich

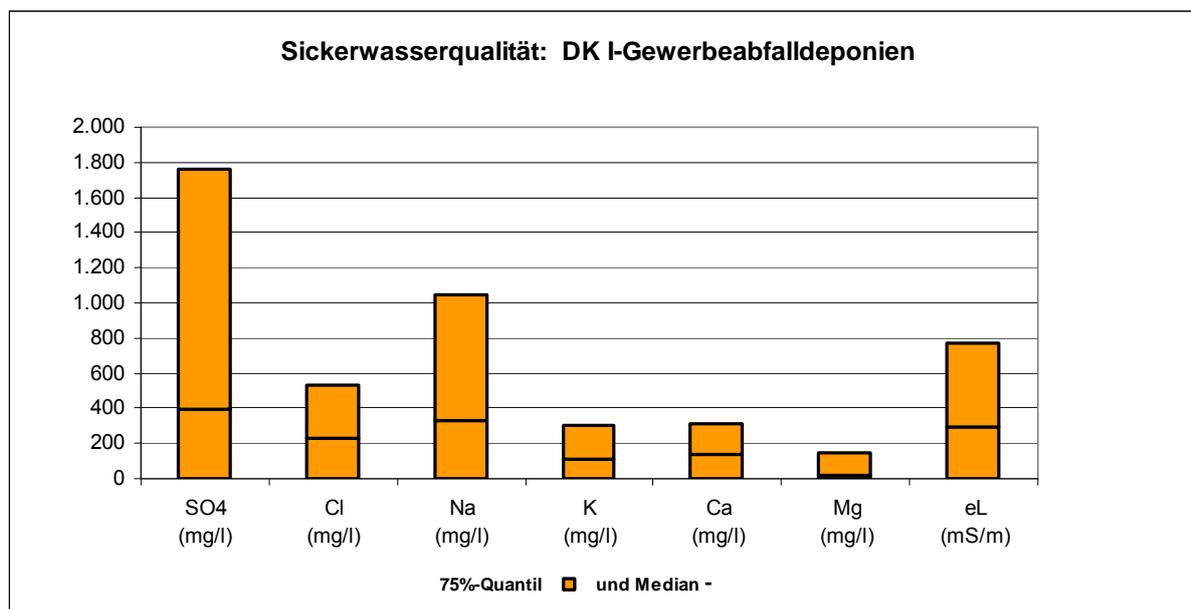
### Salzbildner

Typische Abfälle mit salzbildenden Inhaltsstoffen sind auf den Gewerbeabfalldeponien in erster Linie Bodenaushub und Bauschutt sowie Stahlwerksschlacken. Insbesondere Bauschutt weist oft einen hohen Sulfatgehalt auf.

**Tabelle 16** Salzbildner – Gewerbeabfalldeponien DK I

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Sulfat	mg/l	398	1.761	6.600
Chlorid	mg/l	230	529	2.712
Natrium	mg/l	330	1.043	3.350
Kalium	mg/l	106	305	1.540
Calcium	mg/l	140	308	1.230
Magnesium	mg/l	18	151	1.100
el. Leitfähigkeit	mS/m	292	774	7.120

Abbildung 22 zeigt die Konzentrationen der Salzbildner für die Gruppe der Gewerbeabfalldeponien im Vergleich.



**Abbildung 22** Salzbildner – Gewerbeabfalldeponien DK I

Von den Salzbildnern ist insbesondere Sulfat relevant. Der Median liegt bei 398 mg/l, der Mittelwert bei 904 mg/l. Zum Vergleich: bei den DK II-Anorganikdeponien liegen der Median mit 2.000 mg/l und der Mittelwert mit 9.391 mg/l wesentlich höher.

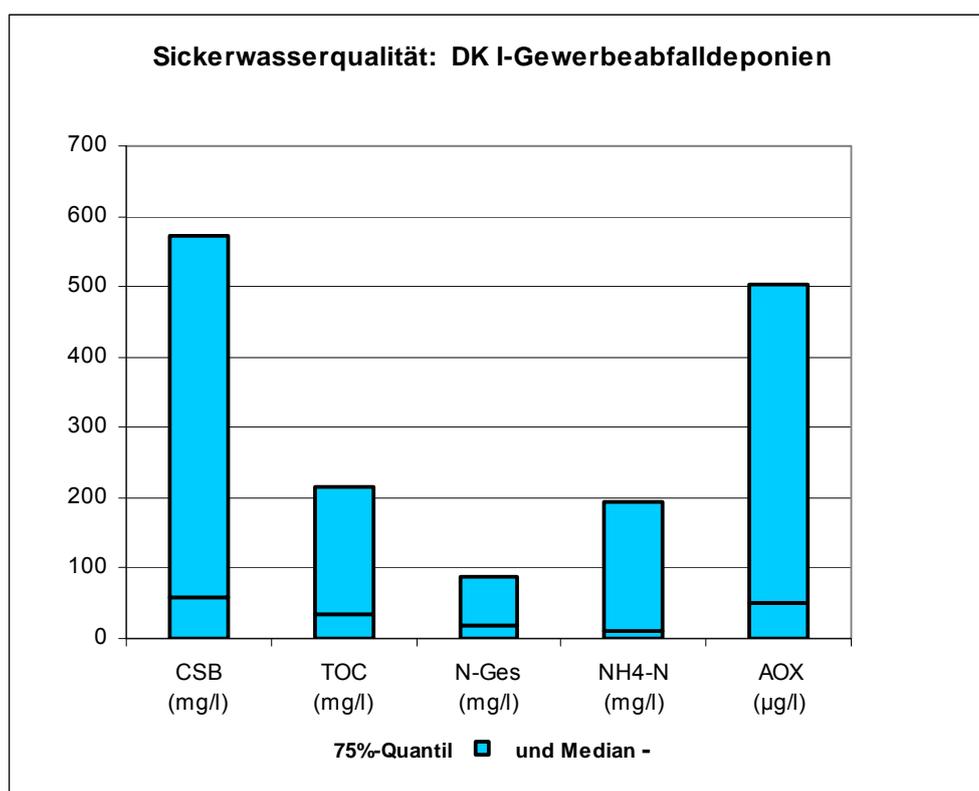
### Organische Parameter und Stickstoffverbindungen

Die auf den Gewerbeabfalldeponien abgelagerten mineralischen Abfälle lassen in der Regel nur einen geringen Gehalt an Organik und Stickstoff im Sickerwasser erwarten.

**Tabelle 17** Organik und Stickstoff – Gewerbeabfalldeponien DK I

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
CSB	mg/l	59	572	6.500
TOC	mg/l	35	215	2.335
N <sub>ges</sub> , gebunden	mg/l	19	87	370
Ammonium-N	mg/l	10	195	1.294
AOX	µg/l	50	503	8.400

Abbildung 23 zeigt die organischen Parameter und die Stickstoffverbindungen für Gewerbeabfalldeponien der Klasse I im Vergleich.



**Abbildung 23** Organik und Stickstoff – Gewerbeabfalldeponien DK I

Bei allen dargestellten Parametern liegt das 75 %-Quantil deutlich höher als der Median. Beim Parameter CSB rührt das hohe 75 %-Quantil von einer einzigen Deponie. Beim Parameter AOX resultieren sie in erster Linie von einer seit Jahrzehnten stillgelegten Deponie für Bauabfälle, auf der damals jedoch auch Industrieschlämme abgelagert wurden sowie von einer Werksdeponie.

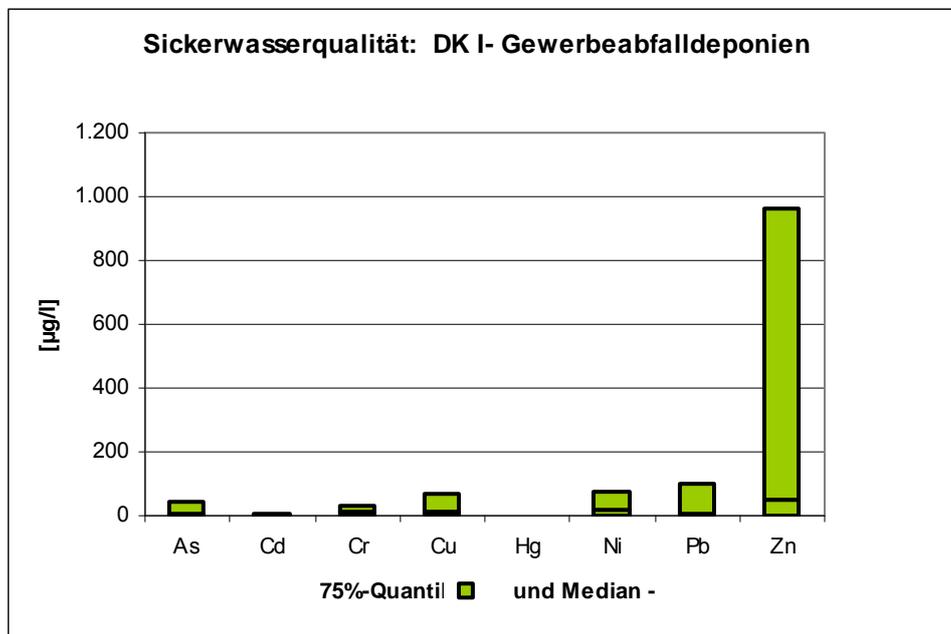
**Schwermetalle**

Für DK I-Deponien – und somit für die meisten Gewerbeabfalldeponien - sind die Zuordnungskriterien für die Ablagerung von Abfällen hinsichtlich der Schwermetalle seit Inkrafttreten der TA Siedlungsabfall im Jahre 1993 relativ streng, so dass das Sickerwasser davon nur relativ geringe Konzentrationen aufweist.

**Tabelle 18** Schwermetalle – Gewerbeabfalldeponien DK I

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Arsen	µg/l	5	45	590
Cadmium	µg/l	0,7	4	34
Chrom	µg/l	10	29	270
Kupfer	µg/l	10	68	1.370
Quecksilber	µg/l	0,2	0,9	5,5
Nickel	µg/l	20	74	1.110
Blei	µg/l	5	97	2.800
Zink	µg/l	49	964	18.900

Abbildung 24 zeigt die Schwermetallkonzentrationen für die Gruppe der Gewerbeabfalldeponien im Vergleich.

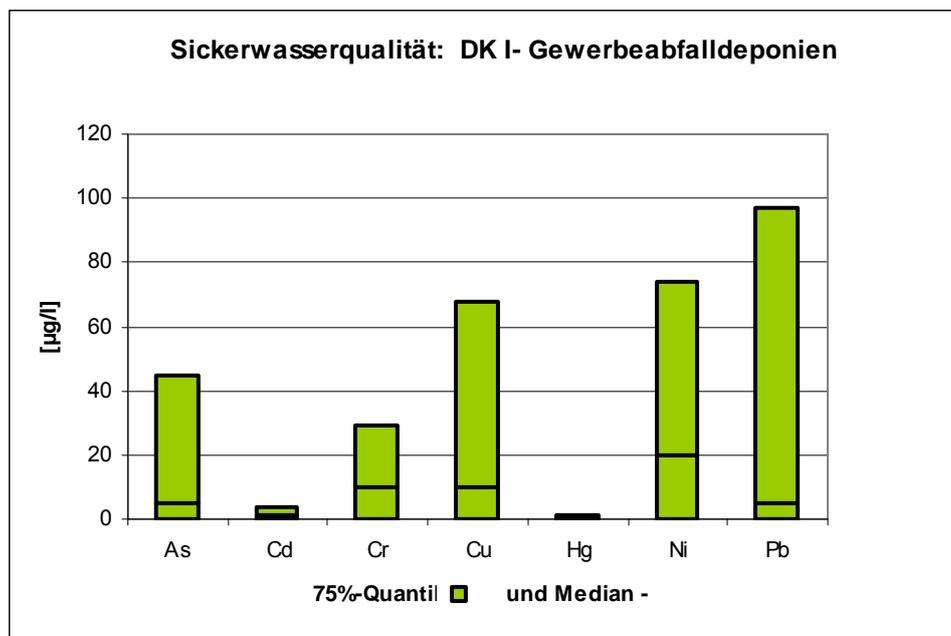


**Abbildung 24** Schwermetalle – Gewerbeabfalldeponien DK I

Im Vergleich zu den restlichen sieben Schwermetallen ist das 75 %-Quantil von Zink recht hoch. Die hierfür verantwortlichen hohen Analysenwerte stammen zum größten Teil von ei-

ner einzigen Deponie. Der Median liegt entsprechend sehr viel niedriger. Bei den DK II-Deponien für Siedlungsabfälle und für anorganische Abfälle liegt der Median mehr als doppelt so hoch.

Zur Veranschaulichung werden die weiteren sieben Parameter in der nachfolgenden Abbildung 25 gesondert in geeignetem Maßstab dargestellt.



**Abbildung 25** Schwermetalle – Gewerbeabfalldeponien DK I

### 1.3.2 Deponien für Kraftwerksreststoffe

Das Sickerwasser von Kraftwerksreststoffdeponien unterscheidet sich insbesondere hinsichtlich der Salzkonzentration vom Sickerwasser sonstiger Deponien der Klasse I. Aus diesem Grund wird es hier gesondert dargestellt.

In Nordrhein-Westfalen gibt es vier große Kraftwerksreststoffdeponien, die im Wesentlichen Verbrennungaschen aus den großen Braunkohlenkraftwerken des Rheinischen Reviers aufnehmen. Das als Niederschlag zugeführte Wasser wird dort größtenteils von den Aschen gebunden. Sickerwasser entsteht nur in geringem Umfang und wird zur Befeuchtung der Betriebsflächen verwendet. Darüber hinaus gibt es in Nordrhein-Westfalen auch Deponien für Aschen aus den Steinkohlekraftwerken. Für vier Kraftwerksreststoffdeponien (zwei für Braunkohle- und zwei für Steinkohleaschen) liegen zwischen 41 und 129 Analysenwerte je Parameter vor.

Der pH-Wert liegt meist zwischen pH 6,9 und pH 9,1 - eher im alkalischen Bereich (bis pH 12,9). Bei einer Deponie wurde in geringem Umfang auch saures Sickerwasser gemessen (bis pH 3,2).

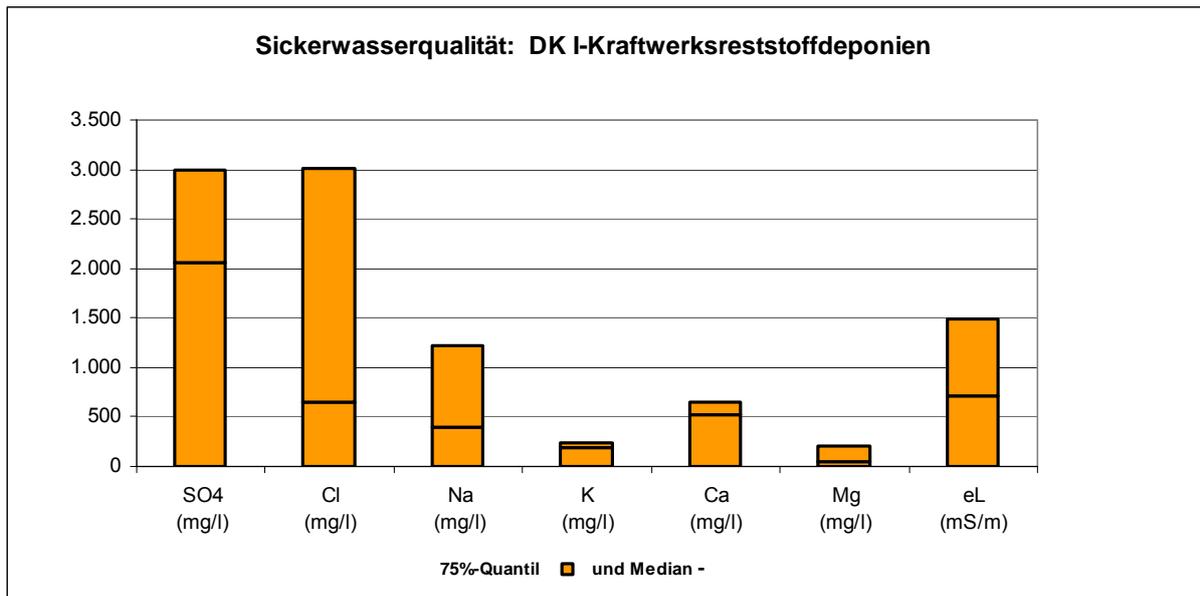
**Salzbildner**

Kraftwerksaschen weisen im Vergleich zu anderen auf DK I-Deponien abgelagerten Abfällen vielfach einen höheren Anteil an Chlorid und Sulfat auf.

**Tabelle 19** Salzbildner – Kraftwerksreststoffdeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Sulfat	mg/l	2.055	2.996	6.040
Chlorid	mg/l	647	3.014	7.010
Natrium	mg/l	395	1.217	3.390
Kalium	mg/l	197	240	445
Calcium	mg/l	525	652	1.040
Magnesium	mg/l	44	200	409
el. Leitfähigkeit	mS/m	708	1.485	2.480

Abbildung 26 zeigt die Konzentrationen der Salzbildner für die Gruppe der Kraftwerksreststoffdeponien im Vergleich.



**Abbildung 26** Salzbildner – Kraftwerksreststoffdeponien

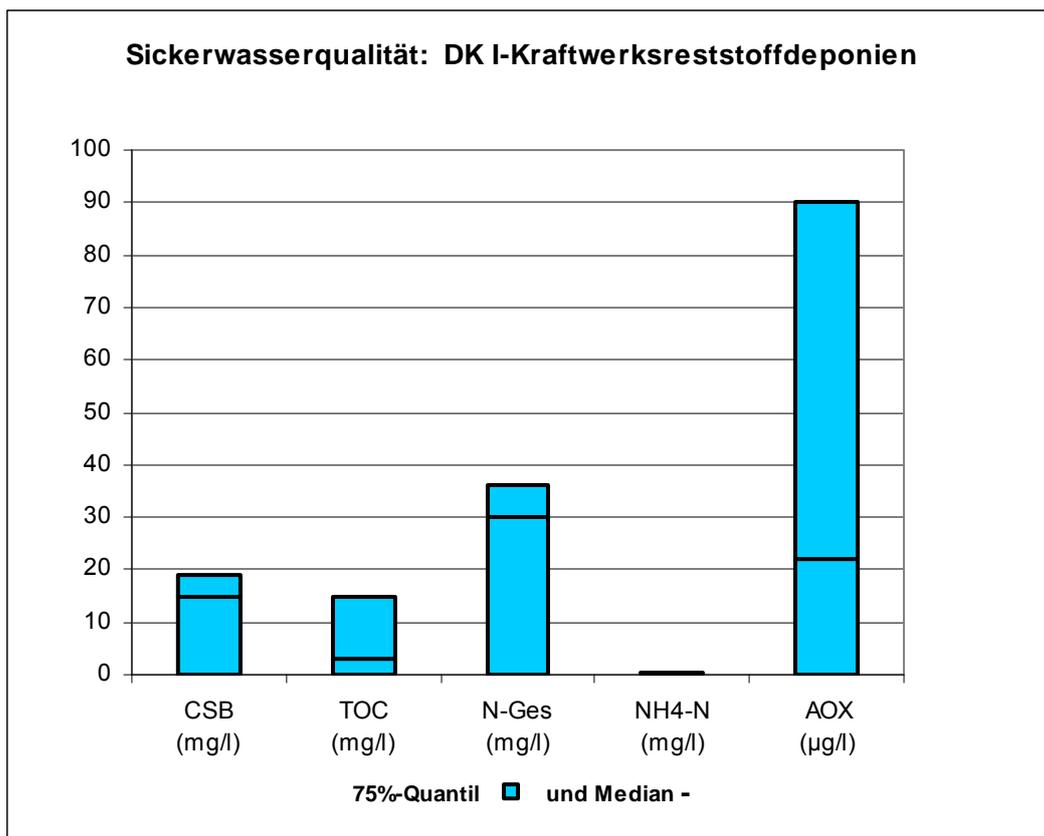
### Organische Parameter und Stickstoffverbindungen

Aufgrund der nahezu vollständigen Zerstörung organischer Bestandteile im Verbrennungsprozess sind die organischen Parameter bei Kraftwerksaschen ohne Bedeutung (Tabelle 20).

**Tabelle 20** Organik und Stickstoff – Kraftwerksreststoffdeponien

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
CSB	mg/l	15	19	31
TOC	mg/l	3	15	55
N <sub>ges</sub> , gebunden	mg/l	30	36	50
Ammonium-N	mg/l	0,1	0,2	1,1
AOX	µg/l	22	90	287

Abbildung 27 zeigt die organischen Parameter und die Stickstoffverbindungen im Vergleich.



**Abbildung 27** Organische Parameter - Kraftwerksreststoffdeponien

Die Konzentrationen der dargestellten organischen Parameter bewegen sich auf niedrigem Niveau.

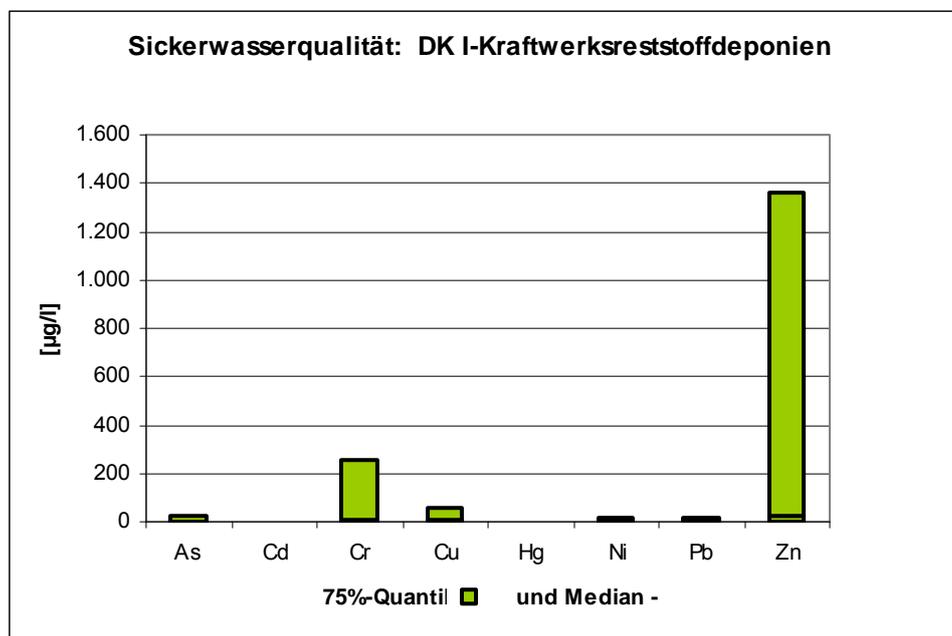
### Schwermetalle

Die natürlicherweise in den Pflanzen und somit auch in der Braunkohle in sehr geringer Konzentration gebundenen Schwermetalle werden durch die Kohlebildung und vor Allem durch den Verbrennungsprozess und den damit verbundenen Volumenverlust stark konzentriert.

**Tabelle 21** Schwermetalle – Kraftwerksreststoffdeponien DK I

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
Arsen	µg/l	3	24	140
Cadmium	µg/l	0,3	1	7
Chrom	µg/l	12	257	790
Kupfer	µg/l	5	59	517
Quecksilber	µg/l	0,2	1,3	10
Nickel	µg/l	10	20	50
Blei	µg/l	5	14	97
Zink	µg/l	23	1.364	10.100

Abbildung 28 zeigt die Schwermetallkonzentrationen für die Gruppe der Kraftwerksreststoffdeponien im Vergleich.

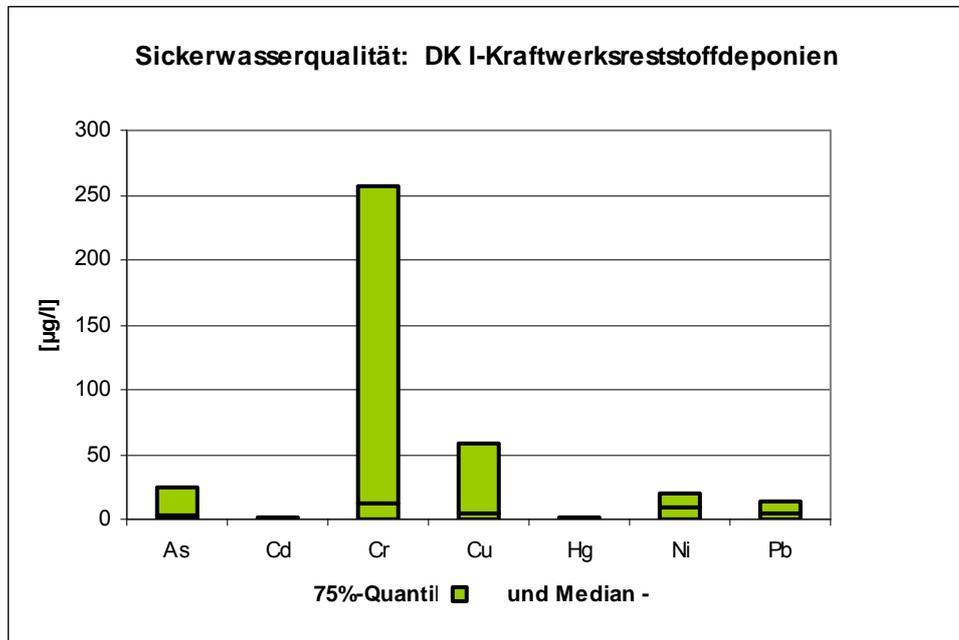


**Abbildung 28** Schwermetalle - Kraftwerksreststoffdeponien

Die Schwermetalle liegen auf niedrigem Niveau. Eine Ausnahme bildet das 75 %-Quantil von Zink. Die hohen Konzentrationen stammen aus einer einzigen Deponie, die teilweise auch

saure pH-Werte aufweist, die zu einer Freisetzung von Zink-Kationen aus den Aschen führen.

Zur Veranschaulichung werden die weiteren sieben Parameter in Abbildung 29 dargestellt.



**Abbildung 29** Schwermetalle – Kraftwerksreststoffdeponien (Auszug)

## 1.4 Deponieklasse 0

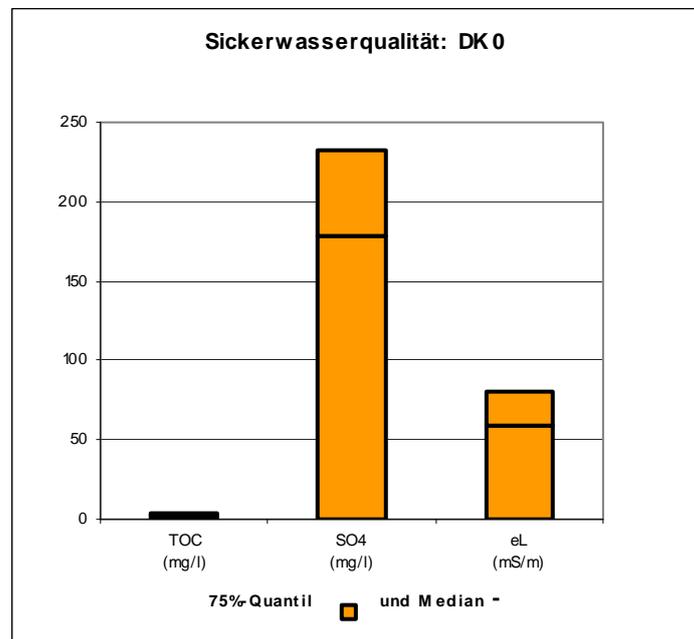
Es liegen nur wenige Daten zu Deponien der Klasse 0 vor, da nur bei wenigen Deponien das Deponiesickerwasser gefasst wird und bislang ein Großteil der Deponiebetreiber von der Vorlage der Deponiejahresberichte in elektronischer Form befreit ist. Die nachfolgende Auswertung beruht auf Daten von nur zwei Deponien und umfasst drei Parameter mit 17–21 Analysenwerten je Parameter.

Der pH-Wert liegt im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich (Min: pH 5,4; Max: pH 8,7). Die elektrische Leitfähigkeit, der Sulfatgehalt und der Gesamtgehalt des organischen Kohlenstoffs sind im Verhältnis zu anderen Deponieklassen sehr gering.

**Tabelle 22** Schadstoffparameter – Deponieklasse 0

Parameter	Einheit	Median	75%-Quantil	Maximum
TOC	mg/l	3	4	6
Sulfat	mg/l	178	233	302
el. Leitfähigkeit	mS/m	59	81	136

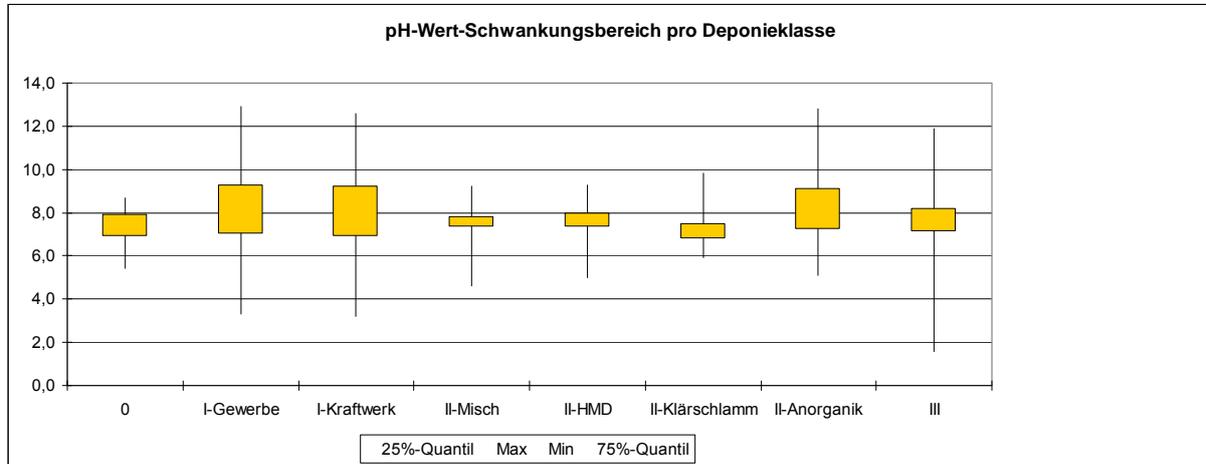
Abbildung 30 zeigt die Parameter der Deponieklasse 0 im grafischen Vergleich.



**Abbildung 30** Schadstoffparameter – DK 0

## 1.5 Vergleiche zwischen den Gruppen

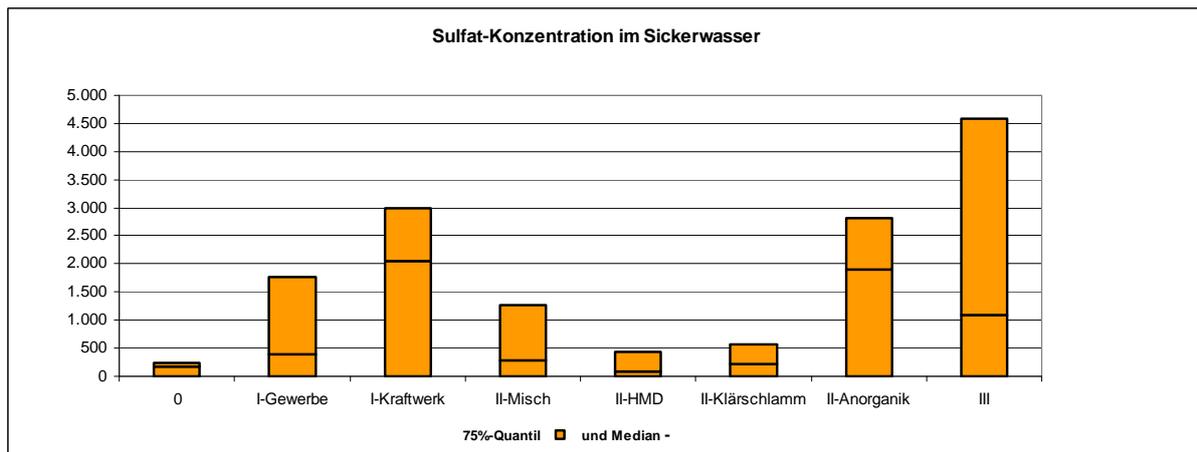
Die nachfolgenden Diagramme sollen für ausgewählte Parameter die Unterschiede zwischen den verschiedenen Deponietypen darstellen.



**Abbildung 31** Vergleich der pH-Werte über alle Deponietypen

Abgesehen von Ausnahmen liegen die pH-Werte im neutralen bis schwach alkalischen Bereich. Die Mediane der jeweiligen Messreihen liegen zwischen pH 7,1 (Klärschlammdeponien) und pH 7,8 (DK II-Anorganikdeponien).

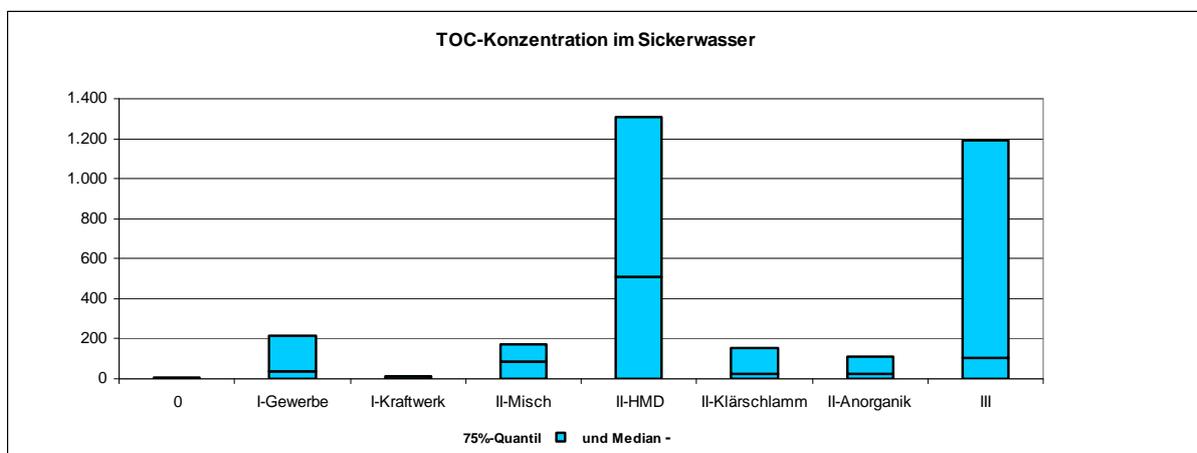
Die nachfolgende Abbildung 32 zeigt die Sulfatkonzentrationen. Wie bereits im Kapitel 1.1 wurde hierbei eine Werksdeponie mit völlig untypischen Werten nicht berücksichtigt. Darüber hinaus wurden auch bei den Siedlungsabfalldeponien die Messdaten einer Deponie nicht verwendet, da sie völlig untypisch sind. Anders als im Kapitel 1.2.4 wurden die Messwerte einer DK II-Anorganikdeponie nicht berücksichtigt. Das 75 %-Quantil liegt dadurch nicht bei 24.928 mg/l, sondern nur bei 2.814 mg/l.



**Abbildung 32** Vergleich der Sulfatkonzentrationen über alle Deponietypen

Auch ohne die beiden ausgesonderten Deponien ist deutlich zu sehen, dass die Sulfatkonzentration im Sickerwasser von Sonderabfall-, Anorganik- und Kraftwerksreststoffdeponien deutlich höher liegt als bei den restlichen Deponien.

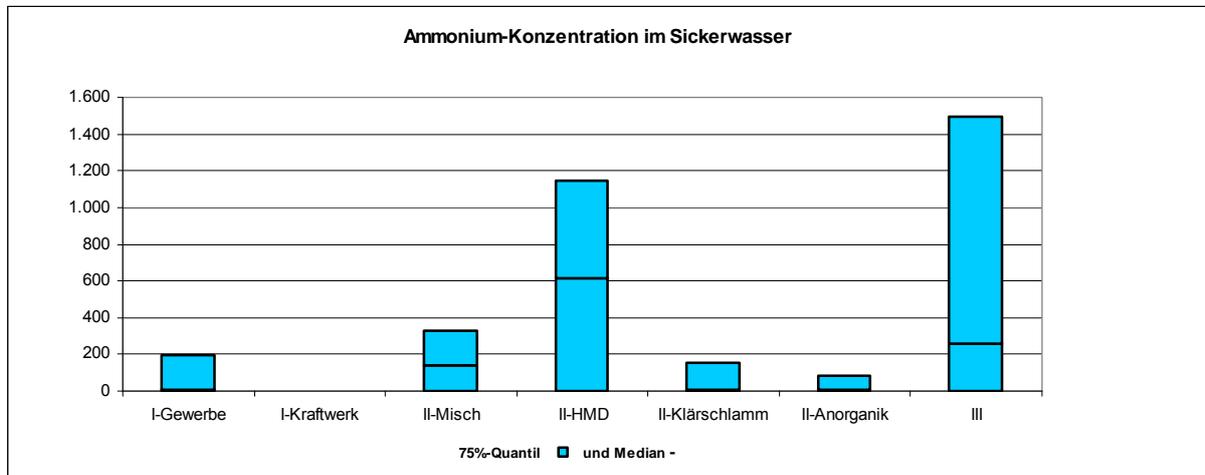
Bei der Gegenüberstellung der TOC-Konzentration in Abbildung 33 sind alle Deponien berücksichtigt.



**Abbildung 33** Vergleich der TOC-Konzentrationen über alle Deponietypen

Der Median der Messreihen für TOC liegt bei den meisten Deponietypen im Bereich bis 100 mg/l. Nur die Siedlungsabfalldeponien liegen mit einem Median von 512 mg/l (arithmetisches Mittel: 698 mg/l) deutlich darüber. Das 75 %-Quantil der Sonderabfalldeponien ist mit 1.192 mg/l nahezu so hoch wie das von den Siedlungsabfalldeponien. Dies liegt an den hohen TOC-Konzentrationen in einer einzigen Deponie.

In der folgenden Abbildung 34 wird die die Ammonium-Konzentration der verschiedenen Deponietypen gegenübergestellt.



**Abbildung 34** Vergleich der Ammonium-Konzentrationen über alle Deponietypen

Der Vergleich der Ammonium-Konzentrationen zeigt ähnliche Tendenzen wie der für die TOC-Konzentrationen. Auch hier resultiert das hohe 75%-Quantil der Sonderabfalldeponien aus den hohen Messwerten einer einzigen Deponie.

## 2 Oberflächenwasser aus Dränschichten

Als Oberflächenwasser wird in dieser Auswertung das in der Entwässerungsschicht des Oberflächenabdichtungssystems einer Deponie gefasste Wasser verstanden. Dieses Oberflächenwasser wird im Rahmen der Deponieselbstüberwachung regelmäßig beprobt und analysiert.

Betrachtet wird hier die Beschaffenheit von Oberflächenwasser aus Dränschichten abgedichteter und rekultivierter Deponien bzw. Deponieabschnitte. Zu diesem Zweck sind die verfügbaren Messergebnisse der Jahre 2006 bis 2008 ausgewertet worden. Berücksichtigt wurden dabei nur Messstellen, bei denen auf Grund der zusätzlichen Informationen zum Baufortschritt der Oberflächenabdichtungen davon ausgegangen werden kann, dass sie ausschließlich Dränagewasser abgedichteter und rekultivierter Oberflächen erfassen. Diese Voraussetzungen sind bei zehn Deponien bzw. Deponieabschnitten mit hinreichender Sicherheit gegeben. Es kann jedoch nicht für jede Messstelle völlig ausgeschlossen werden, dass auch ein geringer Teil des Niederschlages mit erfasst wurde, der oberflächlich abfließt ohne die Rekultivierungsschicht und die Entwässerungsschicht passieren zu haben. Dieser Anteil ist im Rahmen dieser Auswertung aber mengenmäßig vernachlässigbar.

Die Anzahl der untersuchten Parameter ist von Deponie zu Deponie unterschiedlich. Am häufigsten werden die Parameter

- elektrische Leitfähigkeit
- pH-Wert
- Chlorid
- Ammonium-Stickstoff
- organischer Kohlenstoff (TOC)

untersucht. Eine Gesamtübersicht der untersuchten Parameter zeigt die Tabelle 23.

Auf Grund des unter den o. g. Voraussetzungen eingeschränkten Datenkollektivs bietet sich eine eingehende statistische Auswertung der Daten nicht an. Stattdessen wird hier nur die Spannweite der gemessenen Parameter wiedergegeben. In der Tabelle 24 sind die Minimal- und Maximalwerte als Spannweite für die am häufigsten untersuchten Parameter sowie die dazugehörige Anzahl der Deponien und Messwerte dargestellt.

Ein Vergleich der hier aufgeführten Minimal- und Maximalwerte mit den Eluatwerten für Rekultivierungsschichten der DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 9, ist nicht zulässig, da sich die Eluat-Herstellung mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis 10:1 nach der DIN EN 12457-4 deutlich von dem Prozess der Durchsickerung einer Rekultivierungsschicht mit Niederschlagswasser auf der Deponie unterscheidet.

**Tabelle 23** Übersicht über die untersuchten Parameter

Deponie	Parameter																
	LF	pH-Wert	Org. Kohl.	NH4-N	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	F	Ca	Mg	Na	K	Re-dox	KW	AOX	SM	Bor
A	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-
B	-	-	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	●	-	-	-	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-
D	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-	●
E	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	nur As	-
H	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	●	●	●	-
I	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-
J	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabelle 24** Oberflächenwasserqualität – Spannbreiten

Parameter	Einheit	Anzahl Deponien	Anzahl Messwerte	Spannbreite
el. Leitfähigkeit	mS/m	8	59	15,8 – 187,1
pH-Wert	-	7	68	7 – 8,4
Ammonium-Stickstoff	mg/l	8	34	0,01 - 0,4
Chlorid	mg/l	9	40	4 – 200
Org. Kohlenstoff	mg/l	8	34	3,2 – 54,1

### Mögliche Beeinflussung von Bentonitmatten durch Ionenaustausch-Vorgänge

Geosynthetische Tondichtungsbahnen (Bentonitmatten), die vorwiegend mit Natrium-Bentonit gefüllt sind, können einen erheblichen Teil ihrer Dichtigkeit verlieren, wenn sie bei der Erstquellung mit Wasser in Kontakt gelangen, das einen erhöhten Salzgehalt aufweist. Die Ionenbelegung der Tonminerale verändert sich dann und kann die hydraulische Leitfähigkeit in erheblichem Maße erhöhen.

Bis zu einem Wert der elektrischen Leitfähigkeit von 100 mS/m wird die Salzbelastung als unkritisch angesehen. Dieser Wert wird in den Rekultivierungsschichten der ausgewerteten Deponien jedoch nicht in jedem Fall unterschritten. Ca. 25 % der ausgewerteten Messwerte liegen über diesem Orientierungswert. Zu beachten ist an dieser Stelle die relativ geringe Zahl auswertbarer Messstellen und daher die begrenzte Möglichkeit der Verallgemeinerung der inhaltlichen Aussage.

### Sonderfall Rekultivierung mit kalkhaltigem Bodenmaterial

Eine Deponie wurde aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes mit kalkhaltigem Boden rekultiviert, um sie optimal in die landschaftliche Umgebung (ehemaliger Kalksteinbruch) einzubinden. Die Beschaffenheit dieses Oberflächenwassers ist in der Auswertung nicht berücksichtigt worden und wird hier separat erläutert. Die elektrische Leitfähigkeit liegt mit 45-86 mS/m im Mittelfeld der oben angegebenen Spannbreiten. Chlorid (5-5,9 mg/l), Ammoniumstickstoff (0,04-0,07 mg/l) und organischer Kohlenstoff (1,6-3,3 mg/l) liegen im unteren Teil der Spannbreite in der Nähe des Minimalwertes. Der pH-Wert zeigt den Einfluss des kalkhaltigen Bodens und liegt mit 7,8-11,8 deutlich im alkalischen bis stark alkalischen Bereich und damit außerhalb der in Tabelle 24 angegebenen Spannbreite.

## Anhang

### Verzeichnis der Abbildungen

<b>Abbildung 1</b>	Salzbildner – Deponieklasse III	6
<b>Abbildung 2</b>	Organische Parameter - Deponieklasse III	7
<b>Abbildung 3</b>	Schwermetalle – Deponieklasse III	8
<b>Abbildung 4</b>	Schwermetalle – Deponieklasse III (Auszug)	9
<b>Abbildung 5</b>	Salzbildner – Siedlungsabfalldeponien	11
<b>Abbildung 6</b>	Organik und Stickstoff - Siedlungsabfalldeponien	12
<b>Abbildung 7</b>	Schwermetalle - Siedlungsabfalldeponien	13
<b>Abbildung 8</b>	Schwermetalle – Siedlungsabfalldeponien (Auszug)	14
<b>Abbildung 9</b>	Salzbildner – Mischdeponien DK II	15
<b>Abbildung 10</b>	Organik und Stickstoff – Mischdeponien DK II	16
<b>Abbildung 11</b>	Schwermetalle – Mischdeponien DK II	17
<b>Abbildung 12</b>	Salzbildner - Klärschlammdeponien	18
<b>Abbildung 13</b>	Organik und Stickstoff - Klärschlammdeponien	19
<b>Abbildung 14</b>	Organik und Stickstoff - Klärschlammdeponien	20
<b>Abbildung 15</b>	Schwermetalle - Klärschlammdeponien	21
<b>Abbildung 16</b>	Schwermetalle – Klärschlammdeponien (Auszug)	21
<b>Abbildung 17</b>	Salzbildner – Anorganikdeponien DK II	23
<b>Abbildung 18</b>	Salzbildner – Anorganikdeponien DK II (Auszug)	23
<b>Abbildung 19</b>	Organik und Stickstoff – Anorganikdeponien DK II	24
<b>Abbildung 20</b>	Schwermetalle – Anorganikdeponien DK II	25
<b>Abbildung 21</b>	Schwermetalle – Anorganikdeponien DK II (Auszug)	26
<b>Abbildung 22</b>	Salzbildner – Gewerbeabfalldeponien DK I	27
<b>Abbildung 23</b>	Organik und Stickstoff – Gewerbeabfalldeponien DK I	28
<b>Abbildung 24</b>	Schwermetalle – Gewerbeabfalldeponien DK I	29
<b>Abbildung 25</b>	Schwermetalle – Gewerbeabfalldeponien DK I	30
<b>Abbildung 26</b>	Salzbildner – Kraftwerksreststoffdeponien	31
<b>Abbildung 27</b>	Organische Parameter - Kraftwerksreststoffdeponien	32
<b>Abbildung 28</b>	Schwermetalle - Kraftwerksreststoffdeponien	33
<b>Abbildung 29</b>	Schwermetalle – Kraftwerksreststoffdeponien (Auszug)	34
<b>Abbildung 30</b>	Schadstoffparameter – DK 0	35
<b>Abbildung 31</b>	Vergleich der pH-Werte über alle Deponietypen	36
<b>Abbildung 32</b>	Vergleich der Sulfatkonzentrationen über alle Deponietypen	37
<b>Abbildung 33</b>	Vergleich der TOC-Konzentrationen über alle Deponietypen	37
<b>Abbildung 34</b>	Vergleich der Ammonium-Konzentrationen über alle Deponietypen	38

## Verzeichnis der Tabellen

<b>Tabelle 1</b>	Salzbildner – Deponieklasse III	6
<b>Tabelle 2</b>	Organik und Stickstoff – Deponieklasse III	7
<b>Tabelle 3</b>	Schwermetalle – Deponieklasse III	8
<b>Tabelle 4</b>	Salzbildner – Siedlungsabfalldeponien	11
<b>Tabelle 5</b>	Organik und Stickstoff – Siedlungsabfalldeponien	12
<b>Tabelle 6</b>	Schwermetalle – Siedlungsabfalldeponien	13
<b>Tabelle 7</b>	Salzbildner – Mischdeponien DK II	15
<b>Tabelle 8</b>	Organik und Stickstoff – Mischdeponien DK II	16
<b>Tabelle 9</b>	Schwermetalle – Mischdeponien DK II	17
<b>Tabelle 10</b>	Salzbildner – Klärschlammdeponien	18
<b>Tabelle 11</b>	Organik und Stickstoff – Klärschlammdeponien	19
<b>Tabelle 12</b>	Schwermetalle – Klärschlammdeponien	20
<b>Tabelle 13</b>	Salzbildner – Anorganikdeponien DK II	22
<b>Tabelle 14</b>	Organik und Stickstoff – Anorganikdeponien DK II	24
<b>Tabelle 15</b>	Schwermetalle – Anorganikdeponien DK II	25
<b>Tabelle 16</b>	Salzbildner – Gewerbeabfalldeponien DK I	27
<b>Tabelle 17</b>	Organik und Stickstoff – Gewerbeabfalldeponien DK I	28
<b>Tabelle 18</b>	Schwermetalle – Gewerbeabfalldeponien DK I	29
<b>Tabelle 19</b>	Salzbildner – Kraftwerksreststoffdeponien	31
<b>Tabelle 20</b>	Organik und Stickstoff – Kraftwerksreststoffdeponien	32
<b>Tabelle 21</b>	Schwermetalle – Kraftwerksreststoffdeponien DK I	33
<b>Tabelle 22</b>	Schadstoffparameter – Deponieklasse 0	35
<b>Tabelle 23</b>	Übersicht über die untersuchten Parameter	40
<b>Tabelle 24</b>	Oberflächenwasserqualität – Spannbreiten	41