

## Entwicklung der Sickerwassermengen bei abgedichteten Deponien im Freistaat Sachsen

### 1 Vorbemerkungen

Neben der Menge und der Zusammensetzung der abgelagerten Abfälle ist insbesondere der Wasserhaushalt für das Emissionsverhalten von Deponien verantwortlich. Der Wasserhaushalt einer Deponie lässt sich durch die in Abbildung 1 sowie Tabelle 1 dargestellten Parameter beschreiben:

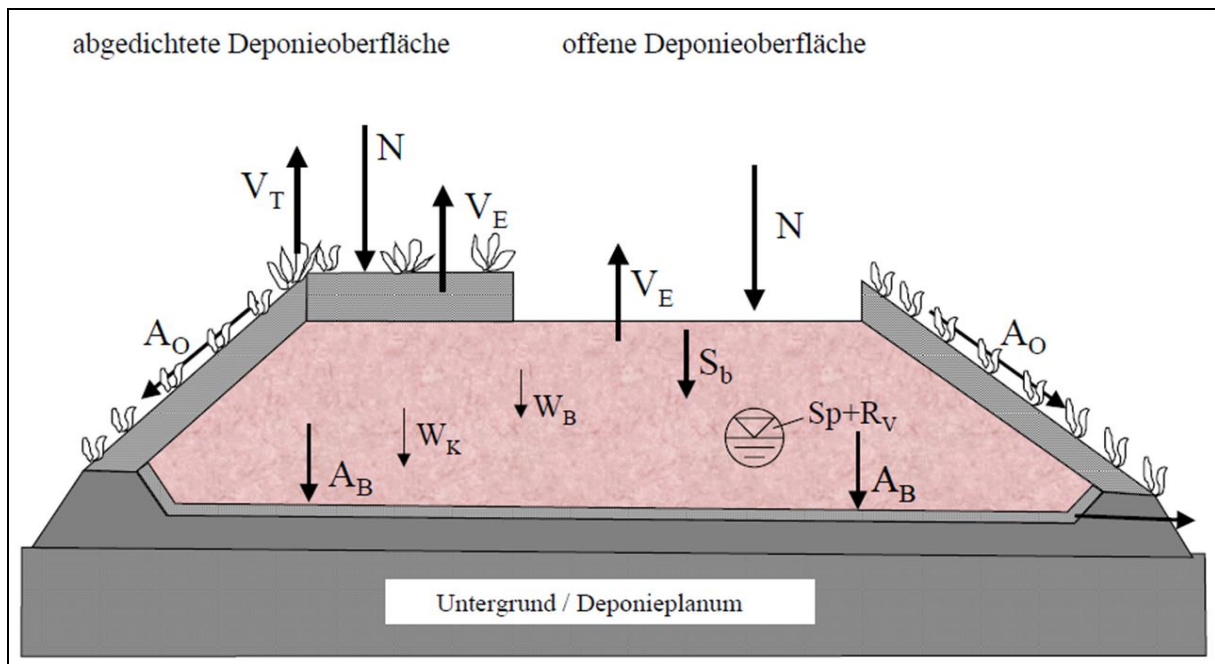


Abbildung 1: Wasserhaushalt einer Deponien (Quelle: Heyer 2003)

Tabelle 1: Wasserhaushaltsgrößen einer Deponie

Eingangsgrößen	Ausgangsgrößen
Niederschlag (N)	Evaporation ( $V_E$ )
Wasserbedarf/-freisetzung aus biologischer Umsetzung ( $W_B$ )	Transpiration ( $V_T$ )
Rückhalt (Verzögerter Abfluss) ( $R_V$ )	Oberflächenabfluss ( $A_O$ )
Konsolidation ( $W_K$ )	Speicherung (Sp)

→ **Sickerwasserabfluss an der Deponiebasis ( $A_B$ )**

$$= N - V_E - V_T - A_O - Sp \pm R_V \pm W_B + W_K$$

→ **klimatische Sickerwasserbildung ( $S_b$ )**

$$= N - V_E - V_T - A_O$$

**Sickerwasser-Emissionen** (§2 Nr. 30 DepV) entstehen im Wesentlichen durch eingetragenes Niederschlagswasser, durch die Eigenfeuchte von abgelagerten Abfällen und durch eindringendes Grund- und Fremdwasser, das dann anschließend – zum Teil mit Schadstoffen angereichert – an der Sohle oder seitlich wieder austritt (siehe Abbildung 1). Damit das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt und der Schutz der natürlichen Gütern wie Boden und Grundwasser gewährleistet werden, sind Regelungen und Maßnahmen in den Gesetzen zur Ablagerung von Abfällen verankert, die die Bildung von Sickerwasser zunächst verhindern, aber auch vermindern bzw. entsprechend erfassen und behandeln sollen.

Die Bilanzierung des Wasserhaushaltes und damit auch die **Menge des anfallenden Sickerwassers** durch die Ermittlung der Ein- und Ausgangsgrößen (siehe Tabelle 1) werden von wesentlichen Faktoren beeinflusst. Als die Wichtigsten seien genannt:

- **Oberflächenabdeckung bzw. -abdichtung**  
Regelsysteme nach TA Siedlungsabfall oder alternative Oberflächenabdichtungen, temporäre Abdeckung, offene Deponiefläche, Bodenart, bodenphysikalische Parameter, Bewuchs
- **Basisabdichtungssystem/geologische Barriere**  
ja/nein, natürliche bzw. technische Ausstattung
- **Meteorologische Vor-Ort Bedingungen**  
z.B.: Niederschläge, Temperatur
- **Lage der Deponie**  
Hang, Grube, hydrogeologische Bedingungen
- **Abgelagerte Abfälle**  
Einbauart/Einbautechnik, Zusammensetzung des Abfalls, Zeitraum der Ablagerung, Fläche und Volumen der Ablagerung, Verdichtungsgrad des Abfalls, biochemische Prozesse, Eigenfeuchte des Abfallkörpers (Sättigungszustand und Wasserspeichervermögen)
- **auf der Deponie zusätzlich durchgeführte Baumaßnahmen, wie**
  - a. **Nachnutzung von Deponiestandorten**  
Photovoltaikanlagen, Windkraftanlagen  
Freizeit-, Sport- und Erholungsflächen (z.B. Golfplatz)
  - b. **Maßnahmen zur Verbesserung des Deponieverhaltens (§ 25 Abs. 4 DepV)**  
Sickerwasserinfiltration  
Belüftung des Deponiekörpers

Ganz entscheidend für die Höhe und den Verlauf des Sickerwasserabflusses ist der Zustand oberhalb des Deponiekörpers. Dieser hat unmittelbaren Einfluss auf den Oberflächenabfluss, seitlichen Abfluss und letztendlich auf die Menge des durch den Deponiekörper sickenden Wassers.

Bei einer **offenen Deponiefläche** ist der Oberflächenabfluss bei den meisten Deponien vernachlässigbar. Aus der Differenz aus Niederschlag und Verdunstung kann somit auf die klimatische Sickerwasserbildung geschlossen werden. Berechnungen zufolge wurde bei einer offenen Ablagerungsfläche mit einer Verdunstung von 49% eine klimatische Sickerwasserbildung von 51% ermittelt (Ramke 1993). Bei offenen Deponieflächen ist der Sickerwasseranfall auch abhängig von der Art des Einbaus. So fallen bei einem Einbau mit einer Raupe ca. 40 % und bei einem Einbau mit Kompaktor ca. 25 % des Niederschlages als Sickerwasser an (Bilitewski et al. 2000). Es ist allerdings zu erwarten, dass Unterschiede in der Einbautechnik mit zunehmender Ablagerungsdauer - aufgrund unter anderem von Setzungen, Erschöpfung der Speicherkapazität - kleiner werden.

Nach Aufbringen einer Oberflächenabdichtung verläuft die Ganglinie des Sickerwasseranfalls entkoppelt vom Niederschlag. Bei einer **abgedichteten Deponie** ist die Entwicklung der Sickerwassermenge über die Zeit zu betrachten. Zunächst ist der Oberflächenabfluss als Faktor mit einzuberechnen, d.h. den seitlichen Abfluss, der je nach Vegetation mehr oder weniger stark ausgeprägt ist. Der Sickerwasserabfluss innerhalb des Deponiekörpers kann auf den weiteren biologischen Abbau organischer Substanz – und damit wasserspeichernder Materialien – und auf Konsolidierungsprozesse zurückgeführt werden (Heyer 2003). Ausschlaggebend sind dabei vor allem die Geometrie des Abfallkörpers, Abfallzusammensetzung sowie der Sättigungszustand der Deponie. Üblicherweise wird Hausmüll im Bereich der Eigenfeuchte von 20 – 40 Gew. % in die Deponie eingebracht (Bilitewski et al. 2000). Bei vollständig abgedichteten Deponiekörpern stellen sich mit der Zeit biochemische Prozesse ein und es erfolgt eine Reduzierung der Sickerwassermengen. Ramke (2006) prognostiziert bei 50 mm/a Sickerwasserabfluss nach Aufbringung der Oberflächenabdichtung in den ersten drei Jahren einen Zeitraum von ca. 10 Jahren, indem aufgrund von Konsolidierungsvorgängen noch Sickerwasser abgegeben wird.

Während also die Art der Oberflächenabdichtung bzw. -abdeckung der Deponie für die Höhe der Sickerwassermenge in den und durch den Deponiekörper ausschlaggebend ist, ist die technische Ausstattung unterhalb des Deponiekörpers entscheidend für den Verlauf des Sickerwassers im Untergrund. Nicht alle Deponien verfügen über eine qualifizierte Basisabdichtung sowie über die technische Ausrüstung zur Sickerwasserfassung. Aus diesem Grund kann ein Teil des Sickerwassers aus dem Deponiekörper über den Boden in das Grundwasser gelangen. Erst mit den technischen Anleitungen (TA Abfall 1991 und TA Siedlungsabfall 1993, außer Kraft getreten am 16.07.2009) und nicht zuletzt durch die neue Deponieverordnung vom 27.04.2009 wurden wirksame Vorgaben zum Untergrund einer Deponie gemacht.

Ebenfalls zu Sickerwasser-Emissionen in das Grundwasser kann es kommen, wenn die Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen zur Erfassung und Ableitung des Sickerwassers oberhalb der Basisabdichtung eingestellt und damit ein Aufstau im Deponiekörper erzeugt wird.

Die **Sickerwassermenge** ist somit als Funktion von der Dichtigkeit der Deponie, der Deponiefläche und von der Ablagerungsdauer der Abfälle zu verstehen. Mit Hilfe von Simulationsmodellen kann die Höhe und der Verlauf des Sickerwasserabflusses bei Deponien abgeschätzt werden (u.a. SiWaPro DSS, BOWAHALD, HELP). Langfristige Erfahrungen hinsichtlich des Sickerwasseraufkommens, vor allem nach dem Aufbringen von Oberflächenabdichtungen und damit zur Durchlässigkeit von Oberflächenabdeckungen und -abdichtungen, liegen allerdings erst wenige vor (Stegmann et al. 2006).

## 2 Erfahrungen zum Sickerwasseraufkommen in Sachsen

Die Datengrundlage für die hier dargestellte Betrachtung des Sickerwasserverhaltens auf sächsischen Deponien bezieht sich auf eine Beobachtungsreihe von etwa 10 bis 15 Jahren. Um sowohl einen Vergleich untereinander als auch zwischen Deponien verschiedenster technischer Ausstattung zu erhalten, werden die hier betrachteten Deponien in drei Gruppen aufgeteilt. Diese Klassifizierung richtet sich nach dem Deponiezustand. Gruppe 1 umfasst die Deponien, die derzeit zur Ablagerung zur Verfügung stehen, d.h. mit offener Deponiefläche. Gruppe 2 beinhaltet die Deponien, die über eine temporäre Abdeckung verfügen und nicht zuletzt Gruppe 3, bei der es sich um Deponien handelt, die bereits endgültig abgedichtet sind. Weiterhin erfolgt die Darstellung des Sickerwasserverhaltens für Deponien mit und ohne Basisabdichtung.

Der folgenden Auswertung liegen Daten an Sickerwassermengen zugrunde, die von 21 Deponien in Sachsen stammen. Tabelle 2 gibt einen kurzen Überblick hinsichtlich deren Charakteristik.

Tabelle 2: Charakterisierung der 21 betrachteten Deponien

<b>Anzahl der hier betrachteten Deponien</b>	<b>17</b>
Basisabdichtung	Ja: 14 Nein: 3
Offene Deponieflächen	3
Deponien mit temporärer Abdeckung	5
Deponien, die bereits endgültig abgedichtet sind	9
Art der Oberflächenabdichtung:	
▪ Gemäß TASI (Kombinationsoberflächenabdichtung)	6
▪ Alternative Oberflächenabdichtungssysteme wie z.B. Asphaltflächenabdichtung	3
Sickerwasserfassung, davon	Ja: 16 Nein: 1
▪ Direkteinleitung	1
▪ Indirekteinleitung/Sickerwasserbehandlung	16
Abfallart	vorwiegend Hausmüll

Die Betrachtung der Entwicklung der Sickerwassermengen der einzelnen Deponien erfolgt nach folgender Aufteilung:

### 1. Betrachtung der Gruppen untereinander

#### a. offen – temporär abgedeckt – endgültig abgedichtet

Bei dieser Überlegung werden zunächst die drei Gruppen durch jeweils ein Deponiebeispiel gegenüber gestellt.

#### **Schlussfolgerung:**

Es zeigt, dass die Oberflächenabdeckung bzw. -abdichtung und Rekultivierung von Deponien (Deponie 2 und 3) längerfristig zu einer Verminderung der klimatischen Sickerwasserbildung und des Sickerwasserabflusses führen im Gegensatz zu offenen Deponieflächen. Deponien mit offener Fläche unterliegen vor allem der Wasseraufnahmefähigkeit des Deponiekörpers sowie der Niederschlagsmenge und weisen somit höhere Sickerwassermengen auf. Eine Zunahme an Starkniederschlagsereignissen sowie ein gesättigter Deponiekörper können zudem zu einer abrupten Erhöhung des Sickerwasserabflusses führen (siehe Deponie 1). Ferner zeigt sich, dass aufgrund der nicht vollendeten Oberflächengestaltung bei Deponien mit lediglich temporärer Abdeckung starke Schwankungen der Sickerwassermenge von Jahr zu Jahr auftreten können.

## 2. Betrachtung der Gruppen nach der geografischen Lage

- a. offene Deponieflächen
- b. Deponien, die lange temporär abgedeckt waren bzw. noch sind

Hierbei geht es um die Darstellung der einzelnen Gruppen untereinander nach unterschiedlich geografischer Lage. Die in Abschnitt (a) betrachteten Deponien zeigen Sickerwassermengen über die Jahre von 1996 bis 2009 für den Raum Leipzig, Dresden und Görlitz. In Abschnitt (b) wird die Sickerwassermenge von 1997 bis 2009 für den Raum Chemnitz, Leipzig, Görlitz und das Erzgebirge abgebildet.

Dabei verhält sich die Niederschlagsverteilung für den Raum Sachsen wie folgt:

Tabelle 3: Durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge von 1981 – 2009

	Leipzig	Chemnitz	Dresden	Görlitz	Fichtelberg
<b>Höhe über NN [m]</b>	141	418	222	238	1213
<b>Ø Jahresniederschlagsmenge [mm]</b>	528	722	656	647	1126

(Quelle: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 2010)

### Schlussfolgerung:

- a. Die Niederschlagsverteilung über die Jahre verhält sich bei allen drei Deponien in etwa gleich. Trotzdem unterscheiden sich Ihre Sickerwassermengen im Wesentlichen. Wenn auch ein Zusammenhang zwischen Höhe des Niederschlags und Höhe der Sickerwassermenge zu erkennen ist, spielt die Niederschlagshöhe hierbei nicht die alleinige Rolle. Dies zeigt sich, dass im Mittel die Sickerwassermenge im Raum Leipzig höher ist als im Raum Dresden und Görlitz. Zurückzuführen ist dies auf deponiespezifische Parameter wie unterschiedliche Abfallzusammensetzung, Einbauart sowie Sättigungszustand der Deponiekörper.
- b. Im Gegensatz zu den Abschnitt (a) werden hier Deponien mit temporärer Abdeckung betrachtet. Zunächst ist eindeutig zu erkennen, dass hier die durchschnittliche Sickerwassermenge im Erzgebirge deutlich über denen der anderen Gebiete liegt. Zurückzuführen ist dies auf die unterschiedliche Niederschlagsverteilung. Trotz ähnlicher Niederschlagsverteilungen in den Gebieten Leipzig, Görlitz und Chemnitz zeichnet sich im Raum Chemnitz langfristig eine Abnahme und im Raum Leipzig und Görlitz eine leichte Zunahme der Sickerwassermengen ab. Die Begründung ist in den Trendlinien der Niederschlagshöhen zu finden. Während über die Jahre die Niederschlagshöhe im Raum Chemnitz abgenommen hat, ist sie hingegen im Raum Leipzig und Görlitz mit der Zeit gestiegen.

## 3. Betrachtung der Gruppen nach der Niederschlagsverteilung

- a. Raum Chemnitz

Die im Raum Chemnitz betrachteten Sickerwassermengen zählen zur Gruppe 3 – bereits vollständig abgedichtete Deponien. Alle Deponien wurden relativ zeitgleich zunächst temporär abgedeckt (ca. 1999/2000) und dann etwa 4-6 Jahre später endgültig abgedichtet. Die Sickerwassermenge über die Jahre 1997 bis 2009 ist in Tabelle 4 und der Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag in Tabelle 5 zu finden. Tabelle 6 gibt die Zusammenfassung aus Tabelle 4 und 5 wieder.

Tabelle 4: Sickerwassermenge [mm] für Raum Chemnitz von 1997 bis 2009

Datum	Niederschlag [mm]	Deponie A Sickerwassermenge [mm]	Deponie B Sickerwassermenge [mm]	Deponie C Sickerwassermenge [mm]	Deponie D Sickerwassermenge [mm]	Deponie E Sickerwassermenge [mm]
1997	679,9	212	25	176	56	24
1998	750,6	234	31	174	53	46
1999	689,2	253	24	115	47	32
2000	753,0	233	25	70	51	77
2001	749,6	187	18	47	30	190
2002	884,1	284	25	66	33	201
2003	521,7	201	16	74	17	54
2004	863,2	222	11	73	27	61
2005	862,8	245	4	66	30	92
2006	674,3	92	2	72	32	102
2007	867,7	100	8	86	24	73
2008	697,0	229	2	69	11	66
2009	855,3	12	1	66	11	65

Tabelle 5: Sickerwasseranteil vom Niederschlag in % für Raum Chemnitz von 1997 bis 2009

Datum	Niederschlag [mm]	Deponie A [Siwa % vom NS]	Deponie B [Siwa % vom NS]	Deponie C [Siwa % vom NS]	Deponie D [Siwa % vom NS]	Deponie E [Siwa % vom NS]
1997	679,9	31	4	26	8	4
1998	750,6	31	4	23	7	6
1999	689,2	37	3	17	7	5
2000	753,0	31	3	9	7	10
2001	749,6	25	2	6	4	25
2002	884,1	32	3	8	4	23
2003	521,7	39	3	14	3	10
2004	863,2	26	1	8	3	7
2005	862,8	28	0	8	3	11
2006	674,3	14	0	11	5	15
2007	867,7	12	1	10	3	8
2008	697,0	33	0	10	2	9
2009	855,3	1	0	8	1	8

Tabelle 6: Zusammenfassung Tabelle 4 und Tabelle 5

Oberflächenabdeckung/ -abdichtung	Anzahl untersuchter Standorte	Durchschnittlicher Sickerwasserabfluss [als % vom Niederschlag] von 1997 - 2009
<b>Kombinationsoberflächenabdichtung</b>	4	
Deponie A		27
Deponie C		12
Deponie D		5
Deponie E		12
<b>Asphaltoberflächenabdichtung</b>	1	
Deponie B		2

**Schlussfolgerung:**

Alle 5 betrachteten Deponien stammen aus dem Raum Chemnitz und besitzen damit dieselbe Niederschlagsverteilung. Im Zuge der endgültigen Oberflächenabdichtung nimmt die Sickerwassermenge bei allen Deponien über die Jahre ab. Dennoch sind innerhalb des Zeitraumes unterschiedliche Verläufe und Höhen des Sickerwasserabflusses zwischen den Deponien zu verzeichnen. Einflussfaktoren sind in diesem Fall vielmehr die deponiespezifischen Faktoren wie Abfallmenge und -zusammensetzung, Wasserspeichervermögen, Sättigungszustand, aber auch die Art der Sickerwasserführung (z.B. zusätzlicher Zulauf von Sickerwasser aus einer Tiefendrainage) sowie die Wirkung des Oberflächenabdichtungssystems. Ferner spielt auch die Beendigung der Abfallablagerung eine Rolle. Deponie A wurde zuletzt stillgelegt und war damit am längsten von Niederschlägen beeinflusst. Dies könnte der Grund sein, warum Deponie A den höchsten Sickerwasseranteil gegenüber den anderen Deponien besitzt.

Vergleicht man den Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag zeigt sich, dass Deponien mit Kombinationsabdichtung über einen höheren Anteil im Durchschnitt verfügen, als eine Deponie mit einer Asphaltoberflächenabdichtung beispielsweise.

## b. Raum Leipzig

Die im Raum Leipzig betrachteten Sickerwassermengen zählen zur Gruppe 2 – temporär abgedeckte Deponien: Deponie A seit 2004 und Deponie B seit 2000. Die in Tabelle 7 dargestellte Sickerwassermenge und -anteil in Prozent vom Niederschlag umfassen einen Zeitraum von 1996 bis 2008.

Tabelle 7: Sickerwassermenge und Sickerwasseranteil vom Niederschlag in % für Raum Leipzig von 1996 bis 2009

Datum	Niederschlag [mm]	Deponie A Sickerwassermenge [mm]	Deponie A [Siwa % vom NS]	Deponie B Sickerwassermenge [mm]	Deponie B [Siwa % vom NS]
1996	410,5	46	11	14	3
1997	500,8	26	5	40	8
1998	561,1	29	5	40	7
1999	538,6	40	7	41	8
2000	518,7	53	10	40	8
2001	610,1	31	5	38	6
2002	669,7	37	5	82	12
2003	432,5	32	7	49	11
2004	593,7	37	6	58	10
2005	528,7	38	7	48	9
2006	411,5	35	9	34	8
2007	658,9	40	6	33	5
2008	490,7	45	9	39	8
2009	619,3	40	7	46	7
<b>Durchschnitt von 1996 - 2009</b>	<b>528</b>		<b>7</b>		<b>8</b>

**Schlussfolgerung:**

Sowohl die Niederschlagshöhe als auch die Sickerwassermenge bei beiden Deponien ist während des Betrachtungszeitraumes gestiegen. Im Mittel ist der Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag bei beiden Deponien mit ca. 7-8% etwa gleich. Innerhalb des Zeitraumes unterscheiden sich beide Deponien in ihrem Sickerwasserabflussverhalten deutlich. Bei Deponie A erfolgt die temporäre Abdeckung 4 Jahre später als bei Deponie B. Infolgedessen zeigen sich bei Deponie A stärkere Schwankungen im Verlauf. Generell höhere Sickerwassermengen bei Deponie A gegenüber Deponie B hängen von deponie-spezifischen Faktoren ab. Die Fläche als auch das Volumen von der Deponie B entsprechen etwa einem Vielfachen von Deponie A (ca. 1/10).

## c. Raum Görlitz

Der Sickerwasserabfluss sowie der Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag (1995 – 2008) für den Raum Görlitz zeigt Tabelle 8. Die hier betrachteten Sickerwassermengen zählen sowohl zur Gruppe 2 - temporär abgedeckte Deponien (Deponie A seit 2000):

1. Ausgleichsschicht
2. Bentonitmatte
3. 1m Oberboden,

als auch zur Gruppe 3 - endgültig abgedichtete Deponien (Deponie B seit 2009):

1. Ausgleichsschicht
2. 2x25 cm mineralische Dichtung (Sedimente)
3. 2,5 mm Kunststoffdichtungsbahn
4. 30 cm mineralische Drainschicht
5. 1-2 m Oberboden.

Tabelle 8: Sickerwassermenge und Sickerwasseranteil vom Niederschlag in % für Raum Görlitz von 1995 bis 2008

Datum	Niederschlag [mm]	Deponie A Sickerwassermenge [mm]	Deponie A [Siwa % vom NS]	Deponie A Sickerwassermenge [mm]	Deponie B [Siwa % vom NS]
1995	746,1			165	22
1996	580,5			108	19
1997	741,6			116	16
1998	640,8	35	5	133	21
1999	505,4	34	7	101	20
2000	671,9	5	1	109	16
2001	778,0	5	1	154	20
2002	737,8	4	1	176	24
2003	405,6	4	1	100	25
2004	632,0	4	1	79	13
2005	656,2	4	1	185	28
2006	517,7	3	1	125	24
2007	574,0	12	2	223	39
2008	663,4			190	29
<b>Durchschnitt von 1995 - 2008</b>	<b>647</b>		<b>1,7</b>		<b>22</b>



**Schlussfolgerung:**

Vergleicht man den Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag der Deponien A und B im Raum Görlitz fällt auf, dass der von Deponie B um ein vielfaches höher ist als der von Deponie A. Die Begründung liegt womöglich darin, dass Deponie A ein Jahr nach Beendigung der Ablagerung temporär abgedeckt wurde und somit nicht viel Niederschlag in den Deponiekörper eindringen konnte. Im Gegensatz zu Deponie B, bei der erst 2004 die Abfallablagerung beendet wurde und die Oberflächenabdichtung erst viel später vorgenommen wurde. Auch innerhalb der Sickerwassermengen unterscheiden sich beide sehr stark, trotz gleicher geografischer Lage. Es zeigt sich auch hier wieder der Einfluss deponiespezifischer Faktoren.

**4. Betrachtung der Gruppen nach der Oberflächenabdichtung**

## a. Deponien mit Oberflächenabdichtung

Im Abschnitt 4a sind Einzelfallbeispiele (siehe Tabelle 9) der Gruppe 3 – endgültig abgedichtet - aufgeführt, die sich hinsichtlich ihrer geografischen Lage als auch ihrer Niederschlagsmenge unterscheiden.

Tabelle 9: Charakterisierung der Einzelfallbeispiele

	Deponie A	Deponie B	Deponie C	Deponie D	Deponie E
<b>Fläche</b>	5,8 ha	2,5 ha	13,2 ha	3,4 ha	4,5 ha
<b>Volumen/ Menge</b>	ca. 450.000 m <sup>3</sup>	ca. 300.000 t	ca. 1.1 Mio m <sup>3</sup>	250.000 m <sup>3</sup>	700.000 m <sup>3</sup>
<b>Basisab- dichtung</b>	√	√	√	√	√
<b>Ober- flächen- ab- dichtung</b>	Temporäre Abdeckung	Temporäre Abdeckung	Temporäre Abdeckung	endgültig abgedichtet mittels Asphalt- abdichtung	endgültig abgedichtet gemäß TAsi
<b>Jahres- durch- schnitt an Siwa in % vom NS</b>	2 (1998-2008)	50 (2001-2009)	28 (1997-2009)	2 (1997-2009)	26 (1997-2009)

**Schlussfolgerung:**

**Deponie A:** Die Deponie A besitzt ein Ablagerungsvolumen von ca. 450.000 m<sup>3</sup> und ist seit 2000 temporär abgedeckt bzw. die Böschungen bereits endgültig gesichert. Anhand der Sickerwassermengen von 1998 bis 2008 ist zu erkennen, dass nach der temporären Abdeckung ein starker Rückgang von etwa 2.000m<sup>3</sup> auf 500m<sup>3</sup> des angefallenen Deponiesickerwassers zu verzeichnen ist. Ab 2000 verhält sich die Höhe des Sickerwasserabflusses moderat und harmonisiert in etwa mit der Niederschlagsverteilung. Der große Unterschied zwischen 1999 und 2000 ist auch mit der kurzen Zeit zwischen Beendigung der Ablagerung und temporärer Abdeckung zu erklären.

**Deponie B:** Die Deponie B verfügt seit 2007 über eine Zwischenabdeckung mit 50 cm mineralischem Material und 10 cm Oberboden. Anhand der Sickerwassermengen von 2001 bis 2009 ist bis 2007 ein Anstieg und anschließend ein starker Rückgang zu beobachten. Dies lässt sich mit der temporären Abdeckung 2007 begründen. Weiterhin war aufgrund der Abfallablagerung von etwa 2001 bis 2005 der Zustand des Abfallkörpers (ohne Vorbehandlung) bereits gesättigt. Hinzu kam der Einfluss des Niederschlags, welcher bis 2007 gut mit dem Verlauf des Sickerwasserabflusses korreliert.

**Deponien C:** Die Sickerwassermengen der Deponie C sind ab dem Erfassungsdatum 1997 bis 2008 tendenziell gestiegen. Von 1999 zu 2000 ist lediglich ein Anstieg um das Doppelte zu beobachten. Nach temporärer Abdeckung eines kleinen Teils der Deponiefläche 2000 sank die Sickerwassermenge. Ab 2002 stieg der Sickerwasserabfluss und auch die Niederschlagshöhe wieder an und blieb bis 2008 relativ konstant. Hintergrund für das sprunghafte Verhalten an Sickerwassermengen ist die in verschiedenen zeitlichen Etappen durchgeführte temporäre Abdeckung verschiedener Abschnitte. Nicht nur das Einzugsgebiet für die Erfassung der Sickerwassermenge vergrößerte sich, sondern auch die temporär abgedeckte Deponiefläche. Heute beträgt die noch offene Deponiefläche etwa 2,5 ha. Etwa 1/3 der Deponiefläche erhielt 2008 eine Asphaltoberflächenabdichtung. Im Anschluss dessen war ein deutlicher Rückgang der Sickerwassermengen zu verzeichnen.

**Deponie D:** Die Deponie D wurde 1998, ein Jahr nach Beendigung der Abfallablagerung, temporär abgedeckt und wurde 2003 endgültig - teils mit Asphaltabdichtung und teils mit mineralischer Dichtung - abgedichtet. Während des Beobachtungszeitraumes von 1997 bis 2009 ist die Sickerwassermenge bei der Deponie B stetig gesunken – von ca. 800m<sup>3</sup> auf ca. 50m<sup>3</sup>. Einen Wendepunkt gab es vor allem nach 2003. Einen parallelen Lauf zwischen Niederschlagsverteilung und Verlauf des Sickerwasserabflusses während der Jahre ist ebenfalls zu sehen.

**Deponie E:** Die Deponie E wurde 2005 mit einer Oberflächenabdichtung gemäß TASI versehen. Ab diesem Zeitpunkt ist ein Rückgang der Sickerwassermenge zu beobachten. Auch hier wieder ist ein Zusammenhang zwischen Verlauf des Sickerwasserabflusses und der Niederschlagsverteilung auch nach der endgültigen Abdichtung zu erkennen. Weiterhin beeinflusst die zusätzliche Einleitung des Wassers aus der Tiefendrainage (bis 2009) die Höhe des Sickerwasserabflusses.

#### b. Deponien gleicher Oberflächenabdichtung

In Tabelle 10 erfolgt zunächst eine kurze Gegenüberstellung der hierbei betrachteten Deponien mit gleicher Oberflächenabdichtung. Die Abbildung 2 gibt den Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag wieder.

Tabelle 10: Charakterisierung zweier Deponien gleicher Oberflächenabdichtung

	<b>Deponie A</b>	<b>Deponie B</b>
<b>Fläche</b>	ca. 7,6 ha	ca. 5,7 ha
<b>Volumen</b>	ca. 900.000 m <sup>3</sup>	ca. 650.000 m <sup>3</sup>
<b>Basisabdichtung</b>	√	√
<b>Oberflächenabdichtung – Kombinationsabdichtung nach TASI</b>	seit 2006	seit 2007
<b>Sickerwasserfassung</b>	Indirekteinleitung	Indirekteinleitung
<b>Jahresdurchschnitt an Siwa in % vom NS</b>	12 (1997-2009)	5 (1997-2009)

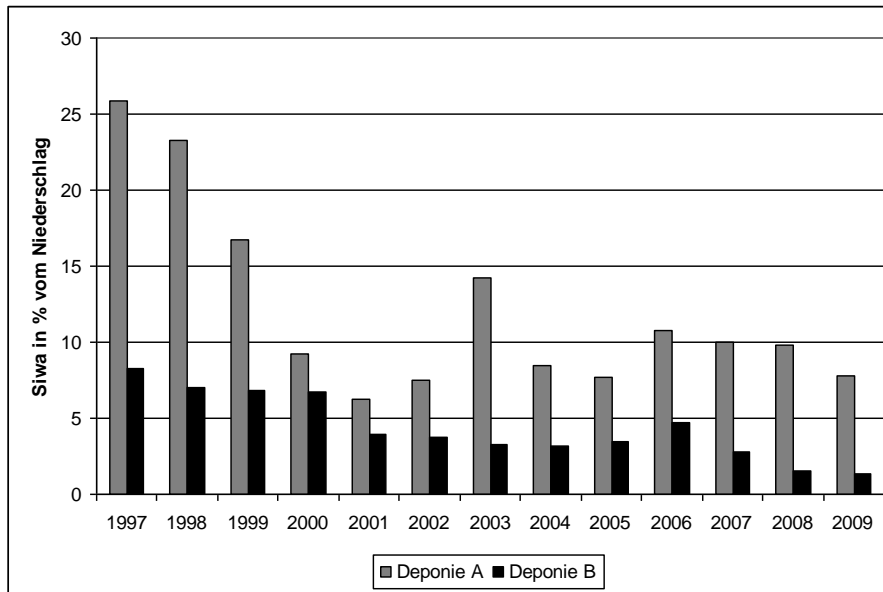


Abb. 2: Sickerwasseranteil in % vom Niederschlag der Deponie A und B

## c. Deponien unterschiedlicher Oberflächenabdichtung

In Tabelle 11 erfolgt zunächst eine kurze Gegenüberstellung der hierbei betrachteten Deponien mit unterschiedlicher Oberflächenabdichtung. Die Abbildung 3 gibt den Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag wieder.

Tabelle 11: Charakterisierung zweier Deponien unterschiedlicher Oberflächenabdichtung

	<b>Deponie A</b>	<b>Deponie B</b>
<b>Fläche</b>	ca. 3,9 ha	ca. 3,4 ha
<b>Volumen</b>	ca. 325.000 m <sup>3</sup>	ca. 250.000 m <sup>3</sup>
<b>Basisabdichtung</b>	√	√
<b>Oberflächenabdichtung</b>	seit 2006 gemäß Kombinations- abdichtung nach TASI	seit 2003 Deponieasphaltabdichtung
<b>Sickerwasserfassung</b>	Indirekteinleitung	Indirekteinleitung
<b>Jahresdurchschnitt an Siwa in % vom NS</b>	5 (1997-2009)	2 (1997-2009)

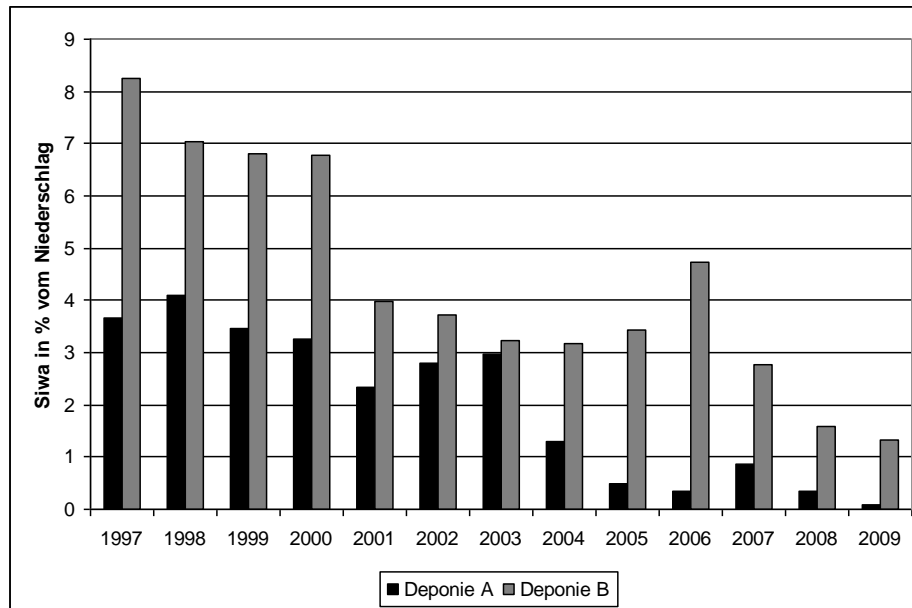


Abb. 3: Sickerwasseranteil in % vom Niederschlag der Deponie A und B

## d. Deponien mit Oberflächenabdichtung, aber ohne Basisabdichtung

In Tabelle 12 erfolgt zunächst eine kurze Gegenüberstellung der hierbei betrachteten Deponien mit Oberflächenabdichtung, aber ohne Basisabdichtung. Die Abbildung 4 gibt den Sickerwasseranteil in Prozent vom Niederschlag wieder.

Tabelle 12: Charakterisierung dreier Deponien mit Oberflächenabdichtung, aber ohne Basisabdichtung

	Deponie A	Deponie B	Deponie C
<b>Fläche</b>	ca. 4,0 ha	ca. 8 ha	ca. 10 ha
<b>Volumen</b>	k.A.	ca. 830.000 m <sup>3</sup>	ca. 1.350.000 m <sup>3</sup>
<b>Oberflächenabdichtung</b>	2008 gemäß Kombinationsabdichtung nach TASI	2007/08 gemäß Kombinationsabdichtung nach TASI	2006-2008 gemäß Kombinationsabdichtung nach TASI
<b>Sickerwasserfassung</b>	Indirekteinleitung	teilweise erfasst, Indirekteinleitung	Direkteinleitung
<b>Jahresdurchschnitt an Siwa in % vom NS</b>	27 (2008)	1,2 (2000-2009)	32 (2003-2009)

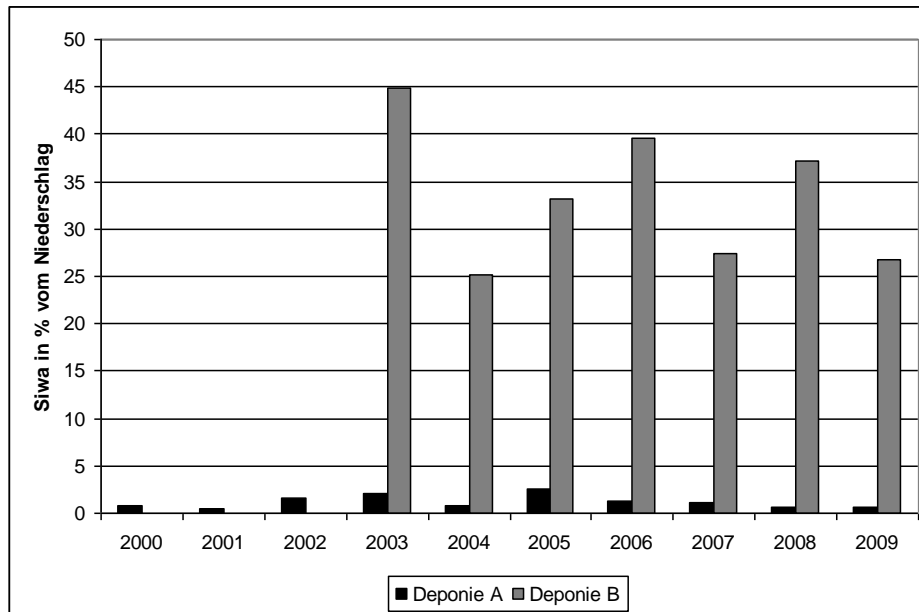


Abb. 4: Sickerwasseranteil in % vom Niederschlag der Deponie A und B

### 3 Schlussbemerkungen

#### Fazit!

Hinsichtlich des Verhaltens und der Emissionen ist bei den meisten Deponien langfristig von einem zunehmenden Sättigungsgrad bis zum weitgehend wassergesättigten Deponiekörper auszugehen. Die Oberflächenabdeckung bzw. -abdichtung und Rekultivierung von Deponien führt zu einer Verminderung der klimatischen Sickerwasserbildung und des Sickerwasserabflusses. Temporäre Abdeckungen und Abdichtungen aus mineralischen Dichtungsschichten und Rekultivierungsschichten weisen häufig noch Durchlässigkeiten des Niederschlages auf. Kombinationsoberflächenabdichtungen oder aber auch Asphaltabdichtungen führen da eher zu einer deutlichen Reduzierung des Niederschlagseintrages in den Deponiekörper. Ungeachtet dessen spielen die deponiespezifischen Faktoren eine wesentliche Rolle bei der Sickerwasserbildung und können somit im Einzelfall unterschiedliche Ergebnisse hervorbringen.

Deponien in Sachsen mit offener Deponiefläche verfügen im Durchschnitt über eine Sickerwassermenge von ca. 10.000 bis 20.000 m<sup>3</sup>/a in Abhängigkeit der klimatischen Bedingungen. Nach Abschluss der Deponierung kann bei temporär abgedeckten Deponien mit einer durchschnittlichen Sickerwassermenge von 1.000 bis 7.000 m<sup>3</sup>/a gerechnet werden. Je nach Ausführung der aufgetragenen Oberflächenabdichtung wird ein Sickerwasseraufkommen von 500 bis 10.000 m<sup>3</sup>/a erreicht.

#### Thema: Nachsorgedauer!

Bei der Betrachtung der Sickerwasser-Emissionen von Deponien spielt vor allem das Thema „Nachsorgeverhalten von Deponien“ eine Hauptrolle. Die Nachsorge ist im § 11 der Deponieverordnung in Verbindung mit Anhang 5 Nr. 10 geregelt.

Die Betrachtung der Sickerwassermengen ist danach kein direktes Kriterium für die Entlassung aus der Nachsorge. Es lassen sich jedoch darüber Aussagen zum „Zustand“ der Deponie, wie beispielsweise Anhang 5 Pkt. 10 Nr. 4 „...Oberflächenabdichtungssystem in einem funktionsfähigen und stabilen Zustand...“, treffen. Die Höhe des aufkommenden

Sickerwassers verrät etwas über die Dichtigkeit oder auch Undichtigkeit der Oberflächenabdichtung.

Das Nachsorgeverhalten definiert sich über zwei wesentliche Parameter – die Nachsorgedauer/-aufwand und die damit verbundenen Nachsorgekosten. Sowohl die Sammlung des an der Deponiebasis anfallenden Sickerwassers als auch dessen Behandlung und spätere Ableitung stellen den kritischsten Punkt bei einer Deponieanlage dar. Ungeachtet des enormen zeitlichen als auch technischen Aufwandes bei der Erfassung als auch bei der Behandlung von Deponiesickerwasser liegen die damit verbundenen Kosten in der Stilllegungsphase (14%) und vor allem in der Nachsorgephase (47%) relativ hoch und machen ca. ein Drittel der Gesamtkosten aus (Stegmann et al. 2006). Das Umweltbundesamt in Österreich (2009) stellt in seinen Untersuchungen fest, dass die spezifischen Kosten je m<sup>3</sup> nicht vermisches Sickerwasser bei Zuleitung zu einer Kläranlage verglichen mit einer Behandlung am Deponiestandort in etwa 5,5-mal niedriger sind.

Ferner würden die Kosten steigen, wenn eine Entlassung aus der Nachsorge nicht möglich bzw. nicht absehbar ist, sei es aus vielerlei Gründen wie z.B. die Nicht-Einhaltung der Kriterien zur Entlassung aus der Nachsorge (Anhang 5, Pkt. 10 DepV). Hohe Sickerwassermengen können Probleme wie beispielsweise eine höhere Belastung für die Deponiebasis, Verminderung der Standsicherheit von Böschungen sowie eine Steigerung und Vergleichmäßigung der Gasproduktion mit sich ziehen.

Letztendlich ist jede Deponie einzigartig. Die anfangs genannten Faktoren begründen dies. Der Niederschlag stellt dabei einen der größten Unsicherheitsfaktoren dar. Eine genaue Abschätzung zum Sickerwasseraufkommen für die kommenden Jahre ist somit nicht ableitbar. Über geeignete Maßnahmen (siehe §25 DepV) lässt sich eine Minimierung des Sickerwasseraufkommens erzielen. Die technische Ausstattung einer Deponie spielt eine zentrale Rolle bei der Betrachtung des Nachsorgeverhaltens.

### **Fragen!**

Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen einen ersten Weg auf, wie man Sickerwassermengen bei (abgedichteten) Deponien betrachten kann. Anhand dessen lassen sich weitere Überlegungen ableiten. Die, aufgrund der inhaltlichen Fülle, hier aber nicht näher beleuchtet werden konnten. Ein wesentlicher Gedanke, der sich aus den hier vorliegenden Darstellungen ergibt, lautet:

### **Inwieweit lassen sich Deponien wirklich miteinander vergleichen?**

### **Dank!**

Ein ganz herzlicher Dank geht an die sächsischen Abfallverbände. Mit Ihrer Hilfe und Unterstützung war es möglich, eine in der Form noch nie dagewesene Betrachtung hinsichtlich des Sickerwasseraufkommens bei Deponien im Freistaat Sachsen durchführen zu können.

**Literaturhinweise:**

**Bilitewski, B., Härdtle, G., Marek, K. (2000):** „Abfallwirtschaft – Handbuch für Praxis und Lehre“, ISBN 3-540-64279-6, 3., neubearbeitete Auflage Springer Verlag, 729 Seiten

**Deponieverordnung (2009):** Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009 – Artikel 1 “Verordnung über Deponien und Langzeitlager“

**Heyer, K.-U. (2003):** „Emissionsreduzierung in der Deponienachsorge“, Verlag Abfall *aktuell*, ISBN 3-9808180-4-7

**Ramke, H.G. (1993):** „Abschätzung des Sickerwasseranfalls von Siedlungsabfalldeponien“ - In: Sickerwasser aus Mülldeponien, 8. ZAF-Seminar, Braunschweig Veröffentlichungen des Zentrums für Abfallforschung, Heft 8 Technische Universität Braunschweig

**Ramke, H.G. (2006):** „Wasserhaushalt abgedichteter Deponien“, In: Kranert (Hrsg.): Zeitgemäße Deponietechnik 2006 - Weiterbetrieb, Stilllegung und Nachsorge von Deponien; Vertiefersseminar an der Universität Stuttgart am 14.03.2006, Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 87, Oldenbourg Industrieverlag

**Stegmann, R., Heyer, K.-U., Hupe, K., Wiland, A. (2006):** „Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge“, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, FKZ 204 34 327

**Umweltbundesamt GmbH (2009):** „Aufkommen und Behandlung von Deponiesickerwasser - Bestandsaufnahme an ausgewählten österreichischen Deponien“, Report 0249, ISN 978-3-99004-049-2

**Dipl.-Geoök. Katja Heinke**

Referentin

---

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE  
Referat 44 | Wertstoffwirtschaft  
Hugo - Junkers - Ring 9 | 01109 Dresden – Klotzsche (Sachsen)  
Postanschrift: Postfach 54 01 37 | 01311 Dresden | Pillnitzer Platz 3 | 01326 Dresden  
Tel.: +49 0351 8928 4404 | Fax: +49 0351 2612 4499  
[Katja.Heinke@smul.sachsen.de](mailto:Katja.Heinke@smul.sachsen.de) | [www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)