

3 Material und Methoden

Inhaltsverzeichnis

Die Grundlage der durchgeführten Untersuchungen bilden die Überwachungsdaten von Deponien bzw. Deponieabschnitten, die bereits vollständig mit unvorbehandeltem Abfall verfüllt worden sind und über einen Oberflächenabschluß verfügen. Die Deponien mußten hinsichtlich ihrer Emissionsüberwachung bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllen, damit die von den Betreibern im Rahmen der Überwachung erhobenen Daten mit in den Datenpool einbezogen werden konnten. Ansonsten unterlag die Auswahl der Deponiestandorte dem Zufallsprinzip. Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen zweier zeitlich versetzter Untersuchungsvorhaben, die durch das BMBF [KRÜMPELBECK UND EHRIG, 1999] und das nordrhein-westfälische Landesumweltamt [KRÜMPELBECK, 1996] gefördert wurden.

Die zur Verfüllung gelangten Abfälle umfassen sowohl Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle als auch Bauschutt, belasteten Boden und Klärschlamm. In Einzelfällen wurden auch größere Mengen Industrieabfälle und MVA-Schlacken abgelagert. Die Deponiestandorte befinden sich alle auf dem Gebiet der Alten Bundesländer. Die Deponien der Neuen Länder bleiben unberücksichtigt, da einerseits die Abfallzusammensetzung dieser älteren Deponien, die zu Zeiten der DDR verfüllt wurden, signifikante Unterschiede zum Abfall der Alten Bundesländer aufweisen, andererseits kaum Sickerwasser- oder Gaserfassungssysteme existieren, so daß sich anhand dieser wenigen Daten keine Aussagen treffen lassen.

In den Tab. 3.1 und 3.2 ist die Anzahl der Sickerwasser- und Gasanalysen jeweils den einzelnen Parametern zugeordnet worden. Insgesamt setzt sich die Datenbasis aus 36.780 Sickerwasseranalysen und 3.970 Gasanalysen zusammen. Über die Sorgfalt der Probenahme und die Durchführung der Analysen kann im nachhinein keine Aussage getroffen werden. Grundsätzlich stellt sich die Qualität und die Datendichte von Deponie zu Deponie als sehr heterogen dar. So verfügen einige Deponien über langjährige, sorgfältige Aufzeichnungen über die Sickerwasserkonzentrationen der unterschiedlichen Parameter, andere Dokumentationen reichen hingegen lediglich wenige Jahre zurück. Ähnliche Aussagen treffen auch für den Emissionspfad Deponiegas zu. Ein wichtiger Bestandteil der Arbeit bestand somit in der Auswahl von geeigneten Deponien bzw. deren Überwachungsdaten für bestimmte Fragestellungen.

Tab. 3.1: Anzahl der Sickerwasseranalysen pro Parameter

Parameter	Analysenanzahl
AOX	1106
Arsen	295
Blei	802
Bor	322
BSB ₅	2958
Cadmium	498
Calcium	505
Chlorid	2198
Chrom	686
CSB	3701
Eisen	1663
Kalium	310
Kupfer	977
KW Summe	1
Leitfähigkeit	2799
Magnesium	309
Mangan	469
Natrium	490
NH ₄	2075
NH ₄ -N	2087
Nickel	1102
NO ₂	555
NO ₃	629
NO ₂ -N	761
NO ₃ -N	967
PAK	77
PCB-Summe	89
pH-Wert	3257
Stickstoff gesamt	1081
Sulfat	1340
Sulfid	129
TOC	1120
Zink	1422

Tab. 3.2: Anzahl der Gasanalysen pro Parameter

Parameter	Analysenanzahl
Benzol	95
BTEX Summe	12
Chlor gesamt	151
Chloroform	37
CKW Summe	104
1,2-Dichlorethen	94
Dichlormethan	68
Ethylbenzol	82
FCKW Summe	69
Fluor gesamt	124
Kohlendioxid	472
KW Summe	12
Methan	987
PAK	2
PCB Summe	1
Sauerstoff	757
Schwefel gesamt	43
Schwefelwasserstoff	76
Stickstoff	278
Tetrachlorethylen	125
Toluol	86
Trichlorethan	84
Trichlorethylen	129
Xylol	82

3.1 Mittelwertbildung

Zur Darstellung der Konzentrationsverläufe verschiedener Parameter und Deponien wurden die jeweiligen Jahresmittelwerte gebildet.

Bei der Berechnung der mittleren Konzentration für einen festgelegten, mehrere Jahre umfassenden Zeitraum (5 oder 10 Jahre) wurde folgendermaßen vorgegangen: Zuerst wurde der Jahresmittelwert pro Parameter und Deponie gebildet, dann der mittlere Wert für die Zeitspanne pro Parameter und Deponie. Zum Schluß wurde der Mittelwert für die Zeitspanne und den betreffenden Parameter ermittelt (siehe u. a. Tab. 4.1 - 4.4). Mit dieser Vorgehensweise wurde verhindert, daß Deponien mit überdurchschnittlich vielen Analysen in einem Zeitraum

zuviel Gewicht erlangten und umgekehrt, Deponien mit geringer Datendichte unterrepräsentiert wurden.

Für die Berechnung von mittleren Konzentrationsbereichen wurden Deponien, bei denen eine Sickerwasserfremdbeeinflussung nicht ausgeschlossen werden konnte, nicht mit einbezogen. Zudem wurden Daten von sehr alten Deponien und Deponien mit überdurchschnittlichen Salzfrachten für die Berechnung mittlerer Konzentrationsbereiche ebenfalls ausgenommen, da sie für die Prognose der Langzeitentwicklung nur einen geringen Informationsgewinn darstellen. Daten von Deponien mit sehr hohen Anteilen an Inertabfällen blieben bei Mittelwertbildung einiger Salzionen ebenfalls unberücksichtigt.

Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, daß es bei einigen Abbildungen, in denen Einzelwerte dargestellt werden, zu optischen Verzerrungen kommen kann. Diese sind auf die jeweils unterschiedlichen Datendichten zu den jeweiligen Zeitpunkten zurückzuführen.

3.2 Charakterisierung der Deponien

Im Anhang 1 sind die Betriebskenndaten der Deponien tabellarisch aufgelistet. Aus ihnen geht hervor, daß der überwiegende Teil der Deponien bereits in den sechziger und siebziger Jahren mit Abfall verfüllt wurde. Die Dokumentation des Deponiebetriebes hinsichtlich Abfallart und -menge sowie Abfalleinbau und Emissionsaufkommen wurde erst zu Beginn der siebziger Jahre vereinzelt begonnen. Aus diesem Zeitraum stammen auch die ältesten Daten. Die umfangreichsten Angaben datieren aus den achtziger und neunziger Jahren.

Das jeweilige Abfallvolumen der Deponien variiert erheblich. Es befinden sich viele kleinere Ablagerungen unter den untersuchten Deponien. Diese besitzen häufig ein Abfallvolumen deutlich < 1 Mio. m^3 . Diese geringe Größe ist für Deponien in ländlich strukturierten Gebieten in der Vergangenheit durchaus charakteristisch. Kreisdeponien oder großstädtische Deponien, deren Abfallvolumina sich zumeist im Bereich > 1 Mio. m^3 befinden, wurden ebenfalls erfaßt. Die durchschnittliche Abfallzusammensetzung der untersuchten Deponien besteht i. d. R. zu einem hohen Anteil aus Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbeabfall. Bauschutt und belasteter Boden sind ebenfalls häufig vertreten. Während des Betriebes der hier untersuchten Deponien haben Recyclingmaßnahmen und die zum damaligen Zeitpunkt noch steigenden Deponiegebühren zu einer deutlichen Verringerung dieses Abfallanteils geführt.

Die technische Ausstattung der Deponien erweist sich als sehr unterschiedlich. Eine Basisabdichtung ist in weniger als der Hälfte der Deponien vorhanden. Häufig wurde der Untergrund als "naturdicht" angesehen. Diejenigen, die über eine technische Barriere verfügen, können nicht an den heute gültigen Maßstäben der Deponietechnik für Basisabdichtungen gemessen werden. Vielfach handelt es sich um mineralische Dichtungen mit k_f -Werten von 10^{-8} - 10^{-9} m/s. Der überwiegende Teil der Deponien verfügt über eine Sickerwasserfassung und eine Entgasungsanlage. Dieses war für die Einbeziehung der ausgesuchten Deponien ausschlaggebend.

Auf Grund der Verschiedenartigkeit der Deponien mußten für die gemeinsame Auswertung der Daten einige Annahmen getroffen werden, die im Anhang 2 dargestellt worden sind. Hierbei handelt es sich z. B. um den jeweils angenommenen Wassergehalt oder die abbaubare Abfallmenge pro Deponie.

In Tab. 3.3 sind die unteren Grenzwerte für die unterschiedlichen Parameter angegeben. Diese wurden in Anlehnung an die DIN Vorschriften [DIN] festgelegt, so daß niedrigere Konzentrationen als diese mit großer Sicherheit nicht mehr als meßbar angesehen werden können und im Rahmen der Auswertungen unberücksichtigt geblieben sind. Insbesondere in der Sickerwassermatrix ist auf Grund der vielfältigen Störstoffe eine Analyse niedrigster Konzentrationen einer Einzelsubstanz als kritisch anzusehen.

Grundsätzlich stehen für die Darstellung der Überwachungsdaten gegenüber der Zeit zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Die aufgeführte Zeit entspricht dem Alter der Deponie oder des jeweiligen Deponieabschnittes. Diese Darstellung ist besonders für das Aufzeigen von Veränderungen zu Anfang der Verfüllung empfehlenswert. In den meisten Fällen wird das Alter im Rahmen dieser Darstellungen als Sickerwasserabschnittsalter (SW-Abschnittsalter) bezeichnet, da das gesamte Deponiealter in Einzelfällen vom Alter des Abschnittes mit Sickerwasserfassung abweicht.
- Die weitere Möglichkeit besteht darin, das Schließungsjahr als das Jahr Null zu definieren und den davor liegenden Zeitraum mit negativen Zahlenwerten zu besetzen und den sich anschließenden Zeitraum mit positiven Zahlenwerten. Diese Darstellungsweise eignet sich am besten für Zukunftsprognosen, da hier die unterschiedlichen Laufzeiten der Deponien

keinen Einfluß ausüben und somit eine Datengrundlage mit einigermaßen übereinstimmenden Voraussetzungen geschaffen wird.

Tab. 3.3: Bestimmungsgrenzen

Parameter	Bestimmungsgrenze
CSB	> 15 mg/l
BSB5	> 5 mg/l
Chlorid	> 10 mg/l
AOX	≥ 20 µg/l
TOC	≥ 10 mg/l
Leitfähigkeit	> 500 µS/cm
NH₄	≥ 0,5 mg/l
NH₄-N	≥ 0,4 mg/l
Nges	> 10 mg/l
NO₃	≥ 0,1 mg/l
NO₃-N	≥ 0,02 mg/l
NO₂	≥ 0,01 mg/l
NO₂-N	≥ 0,003 mg/l
pH-Wert	-
Zink	> 0,005 mg/l
Blei	≥ 0,005 mg/l
Eisen	> 0,05 mg/l
Nickel	≥ 0,005 mg/l
Kupfer	> 0,001 mg/l
Cadmium	> 0,0001 mg/l
Chrom	≥ 0,005 mg/l
Sulfat	> 1mg/l
Sulfid	≥ 0,04 mg/l
Bor	> 0,1 mg/l
Calcium	> 10 mg/l
Magnesium	> 10 mg/l
Kalium	> 10 mg/l
Natrium	> 10 mg/l
Mangan	> 0,01 mg/l
Arsen	≥ 0,001 mg/l