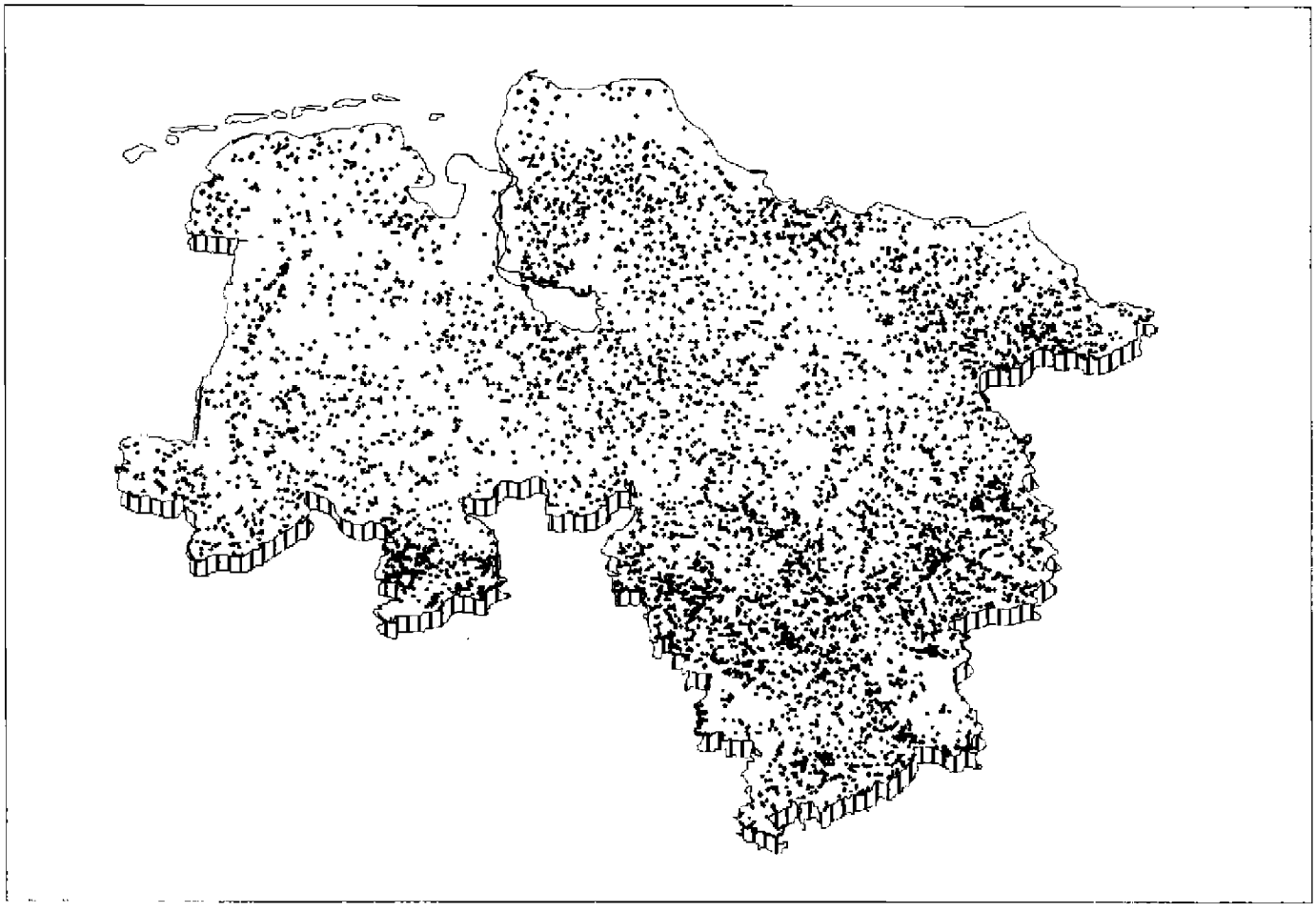
Stellungnahme

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung



Altlast Münchehagen
Risikoabschätzung

Niedersachsen

Stellungnahme

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

Altlast Münchehagen
Risikoabschätzung

Sachbearbeiter: Dipl.-Chem. Dr. U. Kallert (NLÖ)
Dipl.-Geol. K.P. Röttgen (NLfB)

Auftraggeber: Bezirksregierung Hannover
Staatliches Amt für
Wasser und Abfall Sulingen

Datum: Februar 1997

Tagebuch-Nr. (NLfB): 7982/96

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A Veranlassung und Bedeutung der Risikoabschätzung 2

B Bewertung der Kontaminationssituation 4

B.1 Wirkungspfad LUFT 4

B.1.1 Beschreibung des Wirkungspfades LUFT
B.1.2 Bewertung des Wirkungspfades LUFT

B.2 Wirkungspfad BODEN 7

B.2.1 Beschreibung des Wirkungspfades BODEN
B.2.2 Bewertung des Wirkungspfades BODEN

B.3 Wirkungspfad OBERFLÄCHENGEWÄSSER 8

B.3.1 Beschreibung des Wirkungspfades OBERFLÄCHENGEWÄSSER
B.3.2 Bewertung des Wirkungspfades OBERFLÄCHENGEWÄSSER

B.4 Wirkungspfad GRUNDWASSER 10

B.4.1 Beschreibung des Wirkungspfades GRUNDWASSER
B.4.2 Bewertung des Wirkungspfades GRUNDWASSER

C Bewertung der Sicherungskonzeption 22

C.1 Entwicklung der Sicherungskonzeption 22

C.2 Empfehlungen für die Sicherungskonzeption 23

D Quellenverzeichnis 25

E Anlagen 28

Wirkungspfad LUFT

Wirkungspfad BODEN

Wirkungspfad OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Wirkungspfad GRUNDWASSER

A Veranlassung und Bedeutung der Risikoabschätzung

Die Arbeitsgruppe „Sonderabfalldeponie Münchehagen" bei der Bezirksregierung Hannover hat in Ihrer Sitzung am 24.04.1990 auf Vorschlag des NLfB die Durchführung einer Risikoabschätzung für die ehemalige Sonderabfalldeponie Münchehagen beschlossen. Gleichzeitig wurde die Arbeitsgruppe „Risikoabschätzung" zur Begleitung des Vorhabens durch die Landesfachbehörden gegründet und die Leitung dem NLfB übertragen. Die zu bearbeitende Fragestellung basierte auf dem Diskussionspapier „Vorgehensweise bei der Risikoabschätzung für die Altdeponie Münchehagen" von PanGeo, wobei mit dem Begriff „Altdeponie" die gesamte Anlage bezeichnet wurde. Zudem wurde eine Vorgehensweise in zwei Arbeitsschritten vereinbart: „Der erste Arbeitsschritt umfaßt die Entwicklung einer Konzeption zur Risikoabschätzung sowie die Entwicklung einer Vorgehensweise für die Gefährdungsabschätzung für solche Expositionsbedingungen, für die ein Risiko nicht bestimmt werden kann" und „der zweite Arbeitsschritt besteht in der Durchführung der Risikoabschätzung bzw. der Gefährdungsabschätzung als Voraussetzung für die **angemessene Entscheidung über Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen**" (PanGeo 30.06.90). Mit dem Schreiben vom 16.07.1990 hat das NLfB zur Konkretisierung der zu bearbeitenden Fragestellung mitgeteilt, daß auf der Basis der Ergebnisse des Standorterkundungsprogramms „Maßnahmen zum Schutz der Biosphäre vor Emissionen aus der Deponie erforderlich" seien, aber „die Frage nach **Art, Umfang** und **Zeitpunkt** einzelner Maßnahmen" noch geklärt werden müsse.

Im Juli 1993 wurde der Bericht über die Ergebnisse der Phase I von PanGeo vorgelegt. Eine Vorab-Stellungnahme zum Wirkungspfad LUFT und den geplanten Sicherungsmaßnahmen folgte im März 1994. Zunächst ist im Juni 1996 ein Vorabzug und mit Datum vom Oktober 1996 der endgültige Ergebnisbericht der Phase II vorgestellt worden.

Durch die gleichlautenden Schreiben vom 10.06.1996 hat die Bezirksregierung Hannover das Niedersächsisches Landesamt für Ökologie und das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung um Stellungnahme und Bewertung der Risikoabschätzung von PanGeo gebeten. Die vorliegende Stellungnahme wurde gemeinsam von beiden Ämtern erarbeitet. Dabei wurden folgende Leitvorstellungen beachtet:

- Im Sinne des Altlastenprogramms des Landes Niedersachsen (1993) hat die Altablagerung „Altlast Münchehagen" die Handlungsphasen III B (Detailuntersuchung) und IV (Sanierungsuntersuchung) weitgehend durchlaufen (Abb. 1). Beide Handlungsphasen finden mit einer Bewertung ihren Abschluß auf der **Fachebene**. Die auf umfangreiche Detailuntersuchungen gestützte Gefahrenbeurteilung liegt als Fachgutachten in der Form der Risikoabschätzung (PanGeo 1993/94/96) vor. Erster Gegenstand dieser Stellungnahme ist die Darstellung der fachbehördlichen Auffassung zu diesem Fachgutachten (Bewertung bei BN 3).
- Im Rahmen der Risikoabschätzung war eine „Beurteilung der vorgesehenen **Sicherungsmaßnahmen**" (PanGeo 1996) vorzunehmen. Die fachbehördliche Auffassung zu dieser Beurteilung und somit die abschließende Bewertung des Sicherungskonzeptes ist zweiter Gegenstand der vorliegenden Stellungnahme (Bewertung bei BN 4). Der im August 1991 vorgelegte „Vorentwurf weiterer Sicherungsmaßnahmen" (Dr. Born - Dr. Ermel GmbH) wird hierfür als Grundlage betrachtet.
- Entsprechend des Auftrags dient die Risikoabschätzung als Voraussetzung für die „**angemessene Entscheidung** über Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen" (PanGeo 1996). Die Gestaltung solcher Maßnahmen erfordert eine Aussage darüber, ob oder in welchem Umfang Inhaltsstoffe der Altlast Münchehagen unter den Bedingungen denkbarer Handlungszenarien über die **Wirkungspfade** LUFT, BODEN, OBERFLÄCHENGEWÄSSER und GRUNDWASSER in das Umfeld gelangen. Hierzu gilt es zunächst, die einzelnen Wirkungspfade zu **beschreiben** und anschließend mit Bezug auf die einschlägigen Regelwerke zu **bewerten**.

Auf dieser Basis ist eine Überprüfung der erwarteten **Wirksamkeit** der geplanten Einzelmaßnahmen sowie ihrer möglichen Kombinationen erforderlich. Dabei ist das Papier „Sanierungsziel und Kriterien für die Beurteilung eines Sicherungs- und Sanierungskonzeptes für die SAD Münchehagen" (Vermittlungsausschuß 1992) zu berücksichtigen.

- Im Rahmen dieser Stellungnahme wird der Begriff „**Sicherung**" als Synonym für die Durchführung aller unter dieser Bezeichnung geplanten Maßnahmen verstanden. Entsprechend der gegebenen Zielsetzung wird auf die Aspekte Art, Umfang und Zeitpunkt der Umsetzung einzelner Sicherungsmaßnahmen eingegangen. Die Frage nach der Beständigkeit der bautechnischen Elemente ist nicht Gegenstand dieser Stellungnahme.
- **Dekontaminationsmaßnahmen** zur endgültigen Beseitigung der Schadstoffquelle werden an dieser Stelle nicht betrachtet.

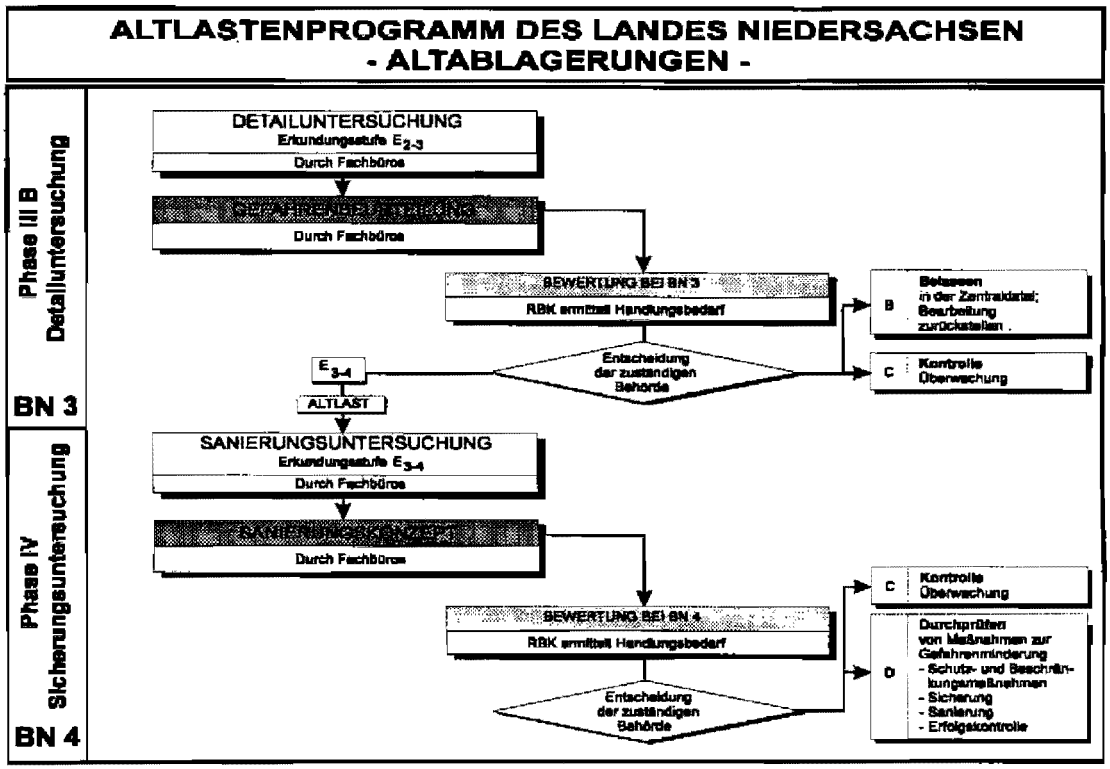


Abb. 1: Altlastenprogramm des Landes Niedersachsen - Altablagerungen (1993); Auszug

B Bewertung der Kontaminationssituation

Die Wirkungspfade LUFT, BODEN, OBERFLÄCHENGEWÄSSER und GRUNDWASSER werden bewertet. Aufgrund seiner besonderen Bedeutung für den Standort wird der Wirkungspfad GRUNDWASSER im Vergleich zu den übrigen Wirkungspfaden ausführlicher betrachtet (B.4).

B.1 Wirkungspfad LUFT

B.1.1 Beschreibung des Wirkungspfades LUFT

Zwar liegt eine Reihe von Untersuchungen zum Freisetzungspotential flüchtiger Stoffe auf dem Luftpfad aus einzelnen Emissionsbereichen der Altlast Münchehagen vor, systematische Untersuchungen zur tatsächlichen Emissionssituation mit dem Ziel der Ermittlung von Stoff-Frachten (Massenströmen) sind jedoch wegen methodischer Schwierigkeiten und der Heterogenität der mutmaßlichen Emissionsbereiche und -quellen nicht durchgeführt worden.

Durch die Abdichtung der Altdeponie 1990/91 wurde die Freisetzung flüchtiger Stoffe auf dem Luftpfad wesentlich herabgesetzt. Ältere Untersuchungen zum Freisetzungspotential auf dem Luftpfad sind daher großenteils überholt; teils wäre im einzelnen zu prüfen, ob eine aktuelle Relevanz dieser älteren Untersuchungen noch gegeben ist.

Die WCI Umwelttechnik GmbH erhielt 1992 den Auftrag, ein orientierendes Meßprogramm *„Gefährdungsermittlung luftgetragener Schadstoffe auf der Altlast Münchehagen und in deren Umfeld"* durchzuführen. In 4 Meßkampagnen von jeweils 2-3 Wochen Dauer über ein Jahr verteilt wurden einzelne, möglicherweise relevante Emissionsquellen direkt (Schächte) oder leeseitig beprobt, ferner wurden die Immissionen an einzelnen Meßpunkten eines über das Deponiegelände und Randbereiche gelegten Rasters stichprobenartig ermittelt. Gemessen wurden meßtechnisch übliche Halbstunden-Mittelwerte von mehr als 20 deponietypischen Schadstoffen - leichtflüchtige CKW, BTX und Alkylsulfide - an 45 Meßpunkten. Ergänzend fanden entsprechende Messungen der Hintergrundbelastung im Umfeld der Deponie parallel zu den beiden letzten Meßkampagnen statt.

Durch die räumliche und zeitliche Verteilung der Messungen auf mehr als 60 Tage ist eine hinreichend repräsentative Stichprobe hinsichtlich Wind- und anderen Witterungseinflüssen gegeben, so daß anhand der jeweils mindestens 4 Meßwerte pro Meßpunkt und mehr als 250 Meßproben insgesamt- teilweise wurden zusätzlich Doppel- und Dreifachbestimmungen durchgeführt - statistische Aussagen über die Größenordnung der Stoffkonzentrationen auf dem Deponiegelände und im Umfeld möglich sind.

Folgende gesicherte Erkenntnisse sind festzuhalten:

- Die Konzentrationen von allen gemessenen Schadstoffen liegen im Durchschnitt im Bereich von wenigen Mikrogramm pro m^3 und nicht wesentlich oberhalb der Hintergrundbelastung.
- In den Meßkampagnen 2-4 lagen nur einzelne Werte geringfügig oberhalb 10 µg pro m^3 (zu den Meßwerten der ersten Kampagne (Anl. 0)).
- Die Immissionskonzentrationen der Schadstoffe auf dem Deponiegelände unterschieden sich im Durchschnitt kaum von der Hintergrundbelastung.
- Schadstoffkonzentrationen im Lee von vermuteten Emissionsquellen waren im Durchschnitt nicht wesentlich höher als an den Immissionsmeßpunkten oder als die Hintergrundbelastung. Nur vereinzelt traten erhöhte Werte auf, die überwiegend nur geringfügig erhöht waren. Daraus kann geschlossenen werden, daß die Massenströme (Stoff-Frachten) dieser Emissionsquellen und somit auch deren Relevanz über den Luftpfad gering sind.

In der Risikostudie (PanGeo 1996) werden diese Fakten, aber auch die z.T. offenen Fragen, wie meßtechnische Schwierigkeiten in der Anfangsphase etc. (Anl. 0), nicht oder nicht ausreichend

berücksichtigt. Statt dessen werden in der Tabelle 7-15 (PanGeo 1996) einzelne, statistisch ungesicherte, z.T. offensichtlich nicht plausible Maximalwerte aus dem WCI-Gutachten aufgelistet.

Zudem werden in Tabelle 7-16 (PanGeo 1996) ausgehend von gemessenen Konzentrationen in umschlossenen Arbeitsbereichen unter Anwendung allein von Verdünnungsfaktoren Immissionskonzentrationen abgeschätzt, d.h. ohne Berücksichtigung von Massenströmen und anderen wichtigen Randbedingungen. Daher sind die auf diese Weise „hochgerechneten" möglichen maximalen Immissionskonzentrationen in Tabelle 7-16 (bei fehlendem Mittelungszeitraum!) um bis zu 4 Größenordnungen höher als die gemessenen maximalen Immissionskonzentrationen in Tabelle 7-15 und liegen in ähnlicher Weise höher als die (statistisch besser abgesicherten) 95- bis 98-Perzentile der Meßwerte insgesamt.

Diese hochgerechneten möglichen maximalen Immissionskonzentrationen in Tabelle 7-16 werden als Datenbasis für die nachfolgende Risikobeurteilung verwendet, weil die gemessenen Maximalwerte in Tabelle 7-15 für nicht ausreichend gesichert gehalten werden. Eine Datenbasis von mehr als 4000 Meßdaten mit einer statistisch besser gesicherten Konzentrationsobergrenze wird jedoch von PanGeo (1996) ohne ausreichende fachliche Begründung abgelehnt oder außer acht gelassen.

B.1.2 Bewertung des Wirkungspfades LUFT

Bewertung in PanGeo

Der Datenlage auf der Altlast Münchehagen entsprechend, werden von PanGeo (1996) für eine Reihe von leichtflüchtigen CKW, Aromaten sowie Alkylsulfiden toxikologische Daten aus der Literatur herangezogen und Beurteilungswerte abgeleitet.

In Tabelle 7-8 (PanGeo 1996) werden niedrigste, in der wissenschaftlichen Literatur beschriebene Konzentrationen dieser Stoffe aufgelistet, die bei kurzfristiger Exposition, d.h., im Bereich zwischen wenigen Minuten und einigen Stunden, beim Menschen erste Symptome - hier sind es im wesentlichen reversible Befindlichkeitsstörungen - auslösen. Bei einigen Stoffen ist auch eine niedrigere Luftkonzentration ohne Wirkung aufgeführt. Die Alkylsulfide verursachen nach den Daten in der Tabelle bei akuter Exposition erste Befindlichkeitsstörungen im unteren mg/m³ -Bereich, alle anderen Stoffe sind erst bei Konzentrationen zwischen hundert und mehreren tausend mg/m³ wirksam.

In den Tabellen 7-9 und 7-10 (PanGeo 1996) werden Konzentrationen der Stoffe genannt, die nach Auffassung der vom Umweltbundesamt beauftragten Gutachtergruppe FOBIG (Freiburg) bzw. der amerikanischen Institution ATSDR als unbedenklich für Expositionszeiträume von 2-4 Wochen gelten können. Ausgangsbasis sind Daten zur akuten Exposition des Menschen, u.a. Daten aus Tabelle 7-8. Dabei wurde zur Ableitung der Werte für diese längeren Expositionszeiträume ein Verfahren mit mehreren Sicherheitsfaktoren von jeweils 10 und Gesamtfaktoren zwischen 10 und 1000 verwendet (Anl. 0), mit der Folge von vermutlich z.T. beträchtlichen Sicherheitsspannen zwischen den Beurteilungswerten und möglichen ersten Effekten bei wiederholter Exposition. Für die Alkylsulfide liegen allerdings keine Werte vor.

Bei der Ableitung von Beurteilungswerten für langfristige Exposition kommen durch multiplikative Verknüpfung Sicherheitsfaktoren von 300 - 10.000 zur Anwendung (PanGeo 1996: Tabelle 7-11), wobei Werte resultieren, die z. T. in den Bereich der Hintergrundbelastung reichen.

MAK-Werte der DFG-Kommission für Arbeitsstoffe werden zwar in Tabelle 7-12 (PanGeo 1996) genannt, die Konvention, bei fehlenden Werten im Immissionsschutz unter Vorsorgegesichtspunkten auf die durch 100 geteilten MAK-Werte zurückzugreifen, wird aber nicht erörtert. Auch die Referenzkonzentrationen RfC der US-EPA werden nicht näher diskutiert, es wird aber der Wert für Toluol ohne weitere Begründung, vermutlich weil am niedrigsten, in die Tabelle der empfohlenen tolerablen Konzentrationen übernommen (PanGeo 1996: Tab. 7-14).

Die Werte der WHO-Arbeitsgruppe Europa von 1987 (1995 ff. aktualisiert) bzw. einer Arbeitsgruppe unter Leitung von Prof. Schlipköter (1992) werden von den Gutachtern nicht erwähnt.

In Tab 7-14 (PanGeo 1996) finden sich auch Werte für die Alkylsulfide in Höhe von je 0,005 mg/m³. Da bei Überschreitung der sehr niedrigen Geruchsschwellen für diese unangenehm riechenden Schwefelverbindungen Befindlichkeitsstörungen bei auf der Deponie Beschäftigten aufgetreten sind, sind die Werte für Alkylsulfide aus praktischen Gesichtspunkten heraus als Werte zur Vermeidung gravierender Belästigungen akzeptabel, sie sollten aber als Belästigungswerte in der Tabelle gesondert gekennzeichnet werden.

Gegen die Anwendung des unit risk-Konzeptes bei der Risikoabschätzung kanzerogener Stoffe ist im Grundsatz nichts einzuwenden. Die ungeprüfte Übernahme von unit-risk-Daten der US-EPA für einzelne kanzerogene Stoffe ist hingegen problematisch, weil besonders bei den meisten hier diskutierten CKW die Datengrundlage für ein abgesichertes unit risk nicht ausreicht (Tab. 7-13 und 7-14). Mit Ausnahme von Vinylchlorid und Benzol sind die unit risk-Daten nicht gesichert. Das tolerierbare Risiko bei kanzerogenen Luftschadstoffen von 1/100.000 bedarf ebenfalls der Diskussion.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die von PanGeo (1996) vorgenommene Ableitung von als tolerabel angesehenen Stoffkonzentrationen problematisch ist, teilweise hinsichtlich der methodischen Grundlagen (Sicherheitsfaktoren), teilweise hinsichtlich der Datenbasis (unit risk-Daten von CKW), teilweise hinsichtlich der fehlenden Gewichtung oder Begründung bei vorliegenden unterschiedlichen Bewertungsansätzen oder Werten.

Schlußfolgerungen

Die Schlußfolgerungen der Risikostudie - die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen der Deponie über den Luftpfad betreffend - sind fachlich nicht korrekt und führen zu einer Überschätzung des Handlungsbedarfs.

Die zugrundegelegten Annahmen der Risikoabschätzung und die abgeleiteten, als tolerabel angesehenen Luftkonzentrationen von Schadstoffen bedürfen einer vertieften Betrachtung und ggf. einer gesonderten Diskussion. Jedoch selbst wenn man den Annahmen und Bewertungsmaßstäben folgt, sind die Schlußfolgerungen fachlich nicht haltbar:

- Die herangezogene Datenbasis für erhöhte Immissionskonzentrationen beruht nicht auf Messungen, sondern auf unzulässig groben Schätzungen (Tabelle 7-16) bzw. auf nicht abgesicherten einzelnen, über Intervalle von jeweils einer halben Stunde gemessenen und gemittelten Maximalwerten (PanGeo 1996: Tabelle 7-15).
- Die herangezogenen Maximalwerte für kurzfristige Immissionsspitzen werden mit Beurteilungswerten verglichen, die für lebenslange Aufnahme durch den Menschen abgeleitet wurden. Es widerspricht den Grundsätzen der Risikobeurteilung, gemessene kurzfristige Konzentrationsspitzen mit tolerablen Luftkonzentrationen zu vergleichen, die für dauerhafte durchschnittliche Exposition (lebenslang) abgeleitet wurden. Für die Beurteilung von gemessenen kurzfristigen Konzentrationsspitzen sind hingegen entsprechende Beurteilungswerte für kurzzeitige Exposition heranzuziehen, die oft um mehrere Größenordnungen höher liegen als für langfristige Exposition. Für die Beurteilung der langfristigen Exposition werden im allgemeinen Durchschnittswerte langfristiger Immissionsmessungen mit Beurteilungswerten für langfristige Exposition verglichen.

Abschließend ist festzustellen, daß für den Wirkungspfad LUFT unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Gefährdungsermittlung (WCI 1993) kein Handlungsbedarf besteht. Dies gilt umso mehr, falls der Wirkungspfad LUFT durch eine Oberflächenabdichtung unterbrochen werden sollte.

Die vollständige Stellungnahme ist der Anlage 0 zu entnehmen.

B.2 Wirkungspfad BODEN

B.2.1 Beschreibung des Wirkungspfades BODEN

Im Rahmen des Bodenuntersuchungsprogramms (GÖTTNER 1992, 1993; NLfB 1983, 1987, 1988, 1990, 1993) wurde eine Bodenkartierung, Untersuchungen der bodenphysikalischen Eigenschaften, Untersuchungen auf Organika und eine Ermittlung der ubiquitären Grundbelastung niedersächsischer Böden durchgeführt. Innerhalb dieses Programms wurden an 150 Lokalitäten Bodenproben entnommen. Die Analytik konzentrierte sich auf PCB, PAK und PCDD/F. Dabei wurde für PAK und PCDD/F keine Abhängigkeit der Konzentrationshöhe von der Deponieentfernung festgestellt. Für PCB konnte hingegen eine direkte Beziehung zwischen Konzentration und Deponieentfernung festgestellt werden. Es wird wird dargestellt, daß im Nahbereich der Altlast (Auflagehumus der Forstböden) erhöhte PCDD/F- (Maximalwert im Auflagehumus 400 ng TE (BGA)/kg TS) und PCB-Gehalte ermittlet wurden. Bezogen auf den A_h-Horizont der Forstböden konnte einmalig ein Maximalwert von annähernd 90 ng TE (BGA)/kg TS festgestellt werden. Alle anderen Werte waren deutlich niedriger.

B.2.2 Bewertung des Wirkungspfades BODEN

Für PanGeo (1996) sind die in den diversen Gutachten erhobenen Daten nur von begrenzter Aussagekraft für die Risikoabschätzung. Es wird jedoch formuliert: *„Da die Flächen innerhalb des Deponieareals keiner empfindlichen Nutzung unterliegen, spielt der Mensch als betroffenes Schutzgut keine Rolle."*

In der Altlastenbearbeitung ist in Anlehnung an den Sachverständigenrat für Umweltfragen bzw. die LAGA die Nutzung entscheidend im Hinblick auf die anschließende Bewertung. Insofern ist die von PanGeo (1996) getroffene Aussage, der wir uns anschließen, ausschlaggebend für die weitere Bewertung. Da keine sensible Nutzung stattfindet, sind die Unzulänglichkeiten, die aus unserer Sicht im wesentlichen die Probenahme betreffen (ALA 1996), zwar relevant, eine Berücksichtigung für die Bewertung des Wirkungspfades BODEN ist aber dennoch möglich. Ausschlaggebend für die Bewertung des Wirkungspfades BODEN ist der Direktpfad, wobei in der Regel das Feinbodenmaterial (< 2 mm) bezogen auf die Bodentiefen 0-2 cm, 0-10 cm und 10-35 cm untersucht wird. Die Probenahmeproblematik ist auch insofern unwesentlich, als die festgestellten Maximalgehalte für PCB und PCDD/F im A_h-Horizont, der für die Bewertung des Direktpfades herangezogen werden muß, selbst die Prüfwerte für sensible Nutzungen (LABO-LAGA 1996), wie z.B. Kinderspielflächen von 2 mg/kg TS für die 6 PCB-Kongenere nach Ballschmitter oder von 100 ng TE/kg TS für PCDD/F, nicht überschreiten. Der Maximalwert im Auflagehumus der Forstböden überschreitet zwar den Prüfwert für Kinderspielflächen, erreicht jedoch bei weitem nicht den Prüfwert für Wohngebiete von 1000 ng TE/kg TS. PAK-Konzentrationen oberhalb der Hintergrundwerte konnten nicht ermittelt werden.

Schlußfolgerung

Für den Wirkungspfad BODEN besteht kein Handlungsbedarf.

B.3 Wirkungspfad OBERFLÄCHENGEWÄSSER

B.3.1 Beschreibung des Wirkungspfades OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Wasser der Ils

Das relevante Schutzgut ist hier die Ils. Es liegen diverse Untersuchungsreihen über viele Jahre vor, so daß eine Einschätzung des Einflußes der Altablagerung auf die Ils durch den Ober- und Unterstromvergleich möglich ist. Problematisch ist dabei, daß es sich nur um Einzelproben handelt und eine lückenlose Erfassung durch die Entnahme von Mischproben, wie z.B. für Chlorid oder Sulfat sinnvoll, nicht erfolgte. Dieser Mangel wird jedoch durch die große Anzahl der Einzelanalysen größtenteils kompensiert. Für andere Parameter, die für die Beurteilung der Eintragssituation wesentlicher sind, wie z.B. die LHKW, die hier im wesentlichen über den Summenparameter AOX erfaßt wurden, ist eine Entnahme als Mischprobe nicht zu empfehlen. Hier ist das gewählte Vorgehen sinnvoller.

Sediment der Ils

PanGeo (1996) sieht *„grundsätzliche methodische Probleme bei der Erkundung von Sedimentbelastungen"*. Deshalb wird nur dargestellt, daß *„die Ilssedimente mit Schadstoffen aus der Deponie belastet sind"*. Dabei stellt der Gutachter weiter fest: *„Die Belastung vor allem der feinkörnigen Fraktionen der Ilssedimente mit PCDD/PCDF mit Münchehagen-typischer Prägung des Homologenmusters durch HpCDD ist durch Untersuchungen grundsätzlich gut belegt. Sie scheint allmählich abzunehmen."*

Wir sind der Auffassung, daß die seit 1991 entnommenen Sedimentproben (Lage der Probenahmepunkte sowie Ergebnisse der Jahre 1991 bis 1996: Anlagen 1 - 5) aus den sog. Sedimentkästen (Funktionsprinzip: Anlage 6) eine Erkundung der Sedimentbelastungen zulassen. Dieses Verfahren wird in der Praxis auch an anderen Standorten mit Erfolg angewandt. Die neueren Untersuchungsergebnisse aus 1995 und 1996, die nicht im Betrachtungszeitraum der Risikoabschätzung liegen, geben deutliche Hinweise darauf, daß der momentane Haupteintrag von PCDD/F mit Münchehagenmuster nicht auf den aktuellen Betrieb zurückzuführen ist. Dies begründet sich aus dem Kongenerenprofil der Probe des Sedimentkastens S 8, der direkt das in die Ils abgeschlagene Wasser erfaßt. Hier ist, wie die Anlagen 7 und 8 zeigen, das sog. Münchehagenmuster von dem üblichen durch Deposition geprägten OCDD dominierten Muster überlagert. Wie die Ergebnisse der Proben aus den anderen Sedimentkästen zeigen, erfolgt jedoch weiterhin ein Eintrag partikelgebundener PCDD/F mit Münchehagenmuster in die Ils. Eine mögliche Erklärung für diesen partikelgebundenen Transport in die Ils wäre, daß einerseits bedingt durch die Art des damaligen Einbaus von Sondermüll (Kippkante) über Verwehung das Umfeld belastet wurde, andererseits sind durch Zeitzeugen diverse Brände der Altdeponie bekannt, die ebenfalls zur Belastung des Umfeldes beigetragen haben. Nicht zuletzt ist bekannt, daß es während der Betriebszeit sogenannte „Überpumpaktionen" kontaminierter Sickerwässer in bisher relativ unbelastete Bereiche gab. Diese im Boden akkumulierten Stoffe werden durch Erosion in die Ils verlagert.

B.3.2 Bewertung des Wirkungspfades OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Wasser der Ils

PanGeo (1996) sagt in bezug auf die Eintragssituation wasserlöslicher Stoffe in die Ils: *„Die Wasserbefunde unterhalb der Einleitungsstelle für Niederschlagswasser aus dem Altlastgelände zeigen nur zeitweilig gewisse Auffälligkeiten gegenüber den Proben von oberhalb der Einleitungsstelle; eine nachteilige Beeinflussung des Wassers ist daraus nicht abzuleiten."* Analysenwerte, die eine nachteilige Beeinflussung des Wassers zeigen, sind uns ebenfalls nicht bekannt.

Sediment der Ils

Generell kann man feststellen, daß die Sedimente der Ils eine Münchehagen-typische PCDD/F-Konzentration zeigen, die eindeutig über dem Hintergrundwert für dieses Gewässer liegt. Vergleicht man die festgestellten Konzentrationen mit denen anderer Fließgewässer, so kann festgestellt werden, daß die Befunde aus der Ils (ca. 30 ng TE/kg TS) insgesamt als weniger gravierend einzustufen sind. Es gibt Fließgewässer in Niedersachsen (NLÖ 1994), die ähnliche oder höhere Befunde im Sediment zeigen (Anlage 9). Im Hinblick auf den Direktkontakt, d.h. die orale Aufnahme belasteter Sedimente, kann festgestellt werden, daß der Prüfwert für Kinderspielflächen (LABO-LAGA 1996) von 100 ng TE/kg TS weit unterschritten wird. Auch der Grenzwert der Klärschlammverordnung von ebenfalls 100 ng TE/kg TS wird eingehalten.

Schlußfolgerungen

Wasser der Ils

Für diesen Wirkungspfad (WASSER) besteht kein Handlungsbedarf.

Sediment der Ils

Der partikelgebundene Eintrag von PCDD/F in die Ils sollte weiterhin überwacht werden. Unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen in der Altlastenbearbeitung besteht darüber hinaus kein Handlungsbedarf.

Für die weitere Untersuchung der Sedimentkästen empfehlen wir folgenden Umfang:

Die Probenahmepunkte in der Ils (S3 bis S6) sollten erhalten bleiben, die anderen Probenahmepunkte sind verzichtbar. Es sollte eine Untersuchung auf PCDD/F sowie eine Bestimmung der Korngröße (<20, 20-63, 63-200, >200µm), der Trockenmasse und des TOC erfolgen.

B.4 Wirkungspfad GRUNDWASSER

B.4.1 Beschreibung des Wirkungspfades GRUNDWASSER

Beschreibung in PanGeo

PanGeo gibt eine detaillierte Beschreibung des Wirkungspfades GRUNDWASSER. Im folgenden werden die Methodik und Kernaussagen kurz skizziert.

Die aktuelle Grundwasserbeeinflussung und ihre Entwicklung wird anhand von Leitparametern aufgezeigt. Als geeignete Stoffe werden vor allem die Organika Trichlorethen, Toluol und Phenol sowie die Anorganika Chlorid und Sulfat betrachtet. Aus den Verhältnissen der mittleren Anstrom- zu Abstrom-Konzentrationen sowie der Verhältnisse ihrer Maximalwerte werden Belastungskoeffizienten abgeleitet und damit die Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit sichtbar gemacht: Die Altlast Münchehagen ist von einer *„stark belasteten Zone"* (PanGeo1996) umgeben, die durch den Austrag auch im Grundwasser vorkommender wie Grundwasser-fremder Stoffe hervorgerufen wird. Anhand der Leitparameter wird nachgewiesen, daß eine unterschiedliche vertikale und laterale Verbreitung der Einzelstoffe vorliegt. Es wird dargestellt, daß sich der Austrag bevorzugt in Oberflächennähe vollzieht. Das Bild der Austragsfahnen für den Zustand von 1993 ist in der für die Beurteilung bedeutsamen Dimension klar umrissen. Nach der Auswertung zahlreicher Detailkarten wurde eine Darstellung erzeugt, die auch den maximalen Stoffaustrag anhand der besonders mobilen Anorganika Chlorid und Sulfat wiedergibt: ***„Gut wasserlösliche Stoffe, wie die für die Bewertung der Grundwasserbeeinträchtigung als „konservative" Leitparameter ausgewählten Anionen Chlorid und Sulfat haben sich rund 200 m vom Deponierand entfernt. Im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers und anderer Schutzgüter kritischer zu bewertende organische Schadstoffe haben dagegen bisher erst einige Zehnermeter zurückgelegt"*** (PanGeo 1996). Zudem wird angemerkt, daß *„deutlich erhöhte Konzentrationen auf die Brunnen unmittelbar am Altlastrand beschränkt sind."* (Abb. 2).

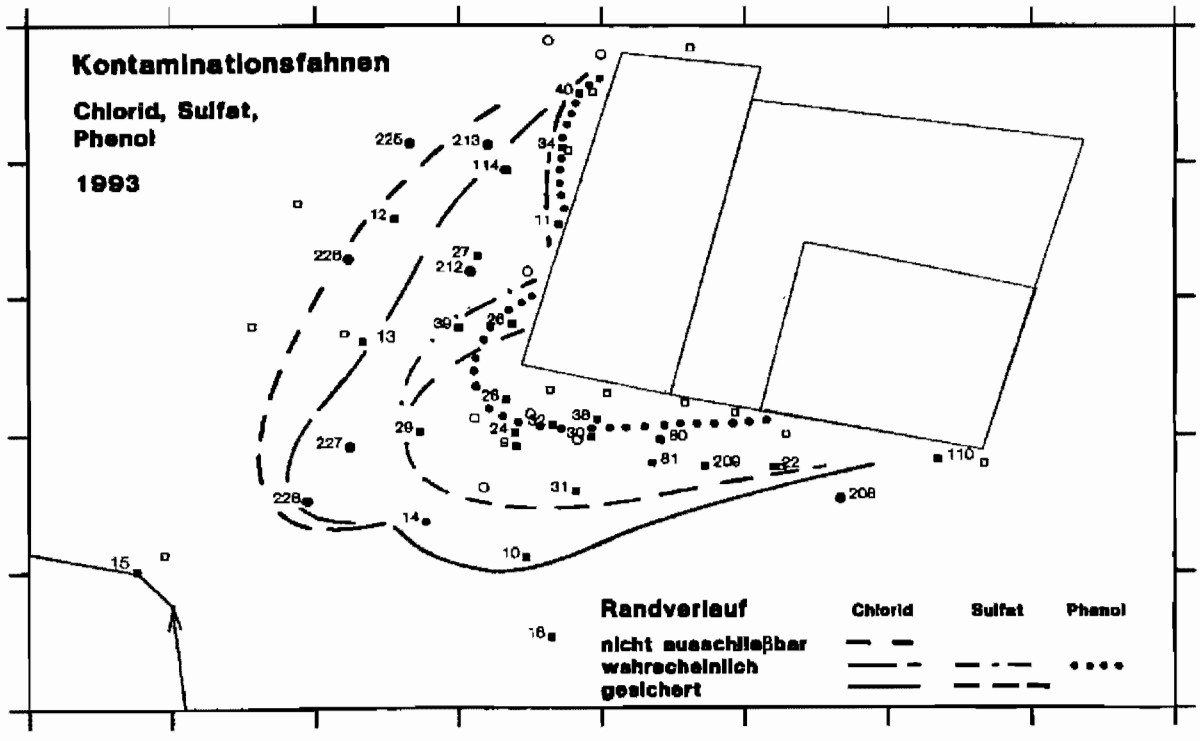


Abb. 2: „Ausdehnung der von der Altlast Münchehagen ausgehenden Chlorid-, Sulfat- und Phenolfahne (Stand 1993)" (PanGeo 1996)

Ein Vergleich der Austragsfahne anorganischer Stoffe von 1993 (Abb. 2) **mit der Darstellung für die Situation von 1990** (PanGeo: Anh. C, Abb. C19) **zeigt keine signifikanten Unterschiede.** Die Entwicklungen des Stoffaustrages ist zudem durch die Auswertung von Konzentrationszeitreihen und Symbolkarten für ausgewählte Substanzen und Zeiträume beziehungsweise -punkte betrachtet (PanGeo 1996: Anl. 1, Abb. 7ff) und der Zusammenhang zur Einlagerungsgeschichte, zu den Wasserhaltungsmaßnahmen und anderen Einflußfaktoren weitgehend hergestellt worden. Die rechnerische Kalkulation der **Transportgeschwindigkeiten** für den nach Südwesten gerichteten advektiven Stofftransport hat folgende Werte ergeben:

Oberflächennahes Grundwasser: Chlorid ca. 25 m pro Jahr, Sulfat ca. 25 m pro Jahr (mehrere Werte um 25 m, Bandbreite 20-30 m pro Jahr), Phenol ca. 5 m pro Jahr;

Tiefes Grundwasser (Unterkante Filter >15 m u. GOK): Chlorid: ca. 12 m pro Jahr, Sulfat: ca. 12 m pro Jahr

Der Retardationskoeffizient R_d bezeichnet die Verzögerung eines sorbierenden Stoffes relativ zur Geschwindigkeit des Transportmittels Wasser. Als Begründung für die Verzögerung des Stofftransportes wird von PanGeo auf den Prozeß der **Matrixdiffusion und Sorption**, die unten im Abschnitt „Beschreibungen in anderen Arbeiten" näher erläutert wird, verwiesen. Hier wurden die Werte aus dem Verhältnis der als Schätzung vorliegenden Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers zur Transportgeschwindigkeit der betrachteten Stoffe errechnet:

R_d-Chlorid, Sulfat: 1,6

R_d-Phenol: 8

Es wird prognostiziert, daß die Ils frühestens um das Jahr 2000 von deponiebürtigen Stoffen (Chlorid, Sulfat) erreicht werden kann, wobei der Nachweis von Stoffen wie Chlorid aufgrund der Überlagerung mit natürlicherweise im Nahbereich der Ils erhöhten Konzentrationen erschwert ist. *„**Kritische Stoffe werden die Ils dagegen frühestens in rund 50 Jahren erreichen.** Um welche Konzentrationen es sich dabei handeln wird, ist unklar. Aus den Modellrechnungen für den Leitparameter Trichlorethen durch CURE (1993) kann geschlossen werden, daß Trichlorethen und hinsichtlich der Ausbreitungseigenschaften vergleichbare Stoffe die Ils auch nach längeren Zeiträumen kaum in bewertungsrelevanten Konzentrationen erreichen werden"* (PanGeo 1996).

Die möglichen Auswirkungen von Zuflüssen belasteten Grundwassers auf die Beschaffenheit des Ilswassers wurde anhand der Leitparameter Chlorid und Sulfat abgeschätzt (PanGeo 1996: Kapitel 7.3.3.6). Auf diese Weise wird festgestellt, ***„daß lange anhaltende Überschreitungen der heute gültigen Konzentrationsbreite im Ilswasser durch Zutritt belasteten Grundwassers nur unter zeitlich begrenzt gültigen Randbedingungen erfolgen können. Im klimatischen Normalfall liegen die resultierenden Konzentrationen dagegen so gering über dem langfristigen Mittelwert, daß sie allenfalls bei der statistischen Auswertung langjähriger Meßreihen erkennbar sind"*** (PanGeo 1996).

Bodenbelastungen als „sekundäre Schadstoffquellen" (PanGeo 1996)

PanGeo (1996) beschreibt von Bodenbelastungen („sekundäre Schadstoffquellen") im Umfeld der Altlast Münchehagen ausgehende Beeinträchtigungen des Grundwassers. Dabei wird vertreten, daß eine Lokalisierung und Quantifizierung der Einträge nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht möglich ist.

Beschreibungen in anderen Arbeiten

Im Rahmen der Überarbeitung des Deponieüberwachungsplanes WASSER wurde durch das NLfB (1996) eine Auswertung der bisherigen Ergebnisse aus der Grundwasserüberwachung mit dem Ziel einer Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit und ihrer Beeinflussung im Umfeld der Altlast vorgenommen (Anl. 10). Für den Wirkungspfad GRUNDWASSER wurde in vergleichbarer Weise zu der Arbeit von PanGeo der von der Schadstoffquelle ausgehende Stoffaustrag nach raum-zeitlichen Kriterien erfaßt. Die Kernaussagen zur Qualität und Quantität der Kontamina-

tionssituation stimmen mit den Darstellungen von PanGeo weitgehend überein. Für den betrachteten Zeitraum (1987 bis 1995) wird auch hier aufgezeigt, daß unter den Bedingungen der bisherigen provisorischen Sicherungsmaßnahmen nur ein **sehr langsames Fortschreiten der Grundwasserbeeinflussung** festzustellen ist, wobei der Austrag organischer Stoffe deutlich gegenüber dem der anorganischen Stoffe zurück bleibt.

*„**Die Anionen Chlorid und Sulfat verhalten sich bezüglich des Transports im Grundwasser konservativ (hohe Mobilität). Anhand dieser Parameter ist ein maximaler Stoffaustrag bis ca. 200 m in Richtung des Grundwasserabstroms nachweisbar** (...). **Dagegen beschränken sich organische Deponieinhaltsstoffe, beispielsweise chlorierte Kohlenwasserstoffverbindungen (CKW) und aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen (BTXE), auf einen schmalen Randbereich im Grundwasserabstrom, innerhalb dessen die Konzentrationen nach außen stark abnehmen.** (...). Sulfat und Kalium repräsentieren im wesentlichen den Austrag aus der GSM-Deponie. Toluol ist in hohen Konzentrationen sowohl im Sickerwasser der Altdeponie als auch der GSM-Deponie vertreten. Toluol und Kalium werden beim Transport mit dem Grundwasser im Untergrund stärker sorbiert und bleiben deutlich hinter dem Sulfataustrag zurück. Die Konzentrationen fallen dabei innerhalb einer Fließstrecke von nur 20 bis 30 m um mehr als 3 Zehnerpotenzen bis auf Werte nahe der Nachweisgrenze beziehungsweise der örtlichen Grundkonzentrationen. (...).*

Für organische Substanzen gibt es einen Zusammenhang zwischen der Wasserlöslichkeit und der Mobilität in aquatischen Systemen. Dieser besagt, daß mit abnehmender Wasserlöslichkeit auch die Mobilität abnimmt (Anl. 10, Abb. 20). Das Maß für die Mobilität ist der Verteilungskoeffizient K_{oc} (Verhältnis der adsorbierten zur gelösten Menge eines Stoffes) unter der Annahme, daß die Sorption durch den organischen Kohlenstoffgehalt des Gesteins bestimmt wird. (...). Organische Stoffe, die einen K_{oc}-Wert größer als 1000 haben, sind in Gesteinen mit einem nennenswerten Gehalt an organischem Kohlenstoff von >0,1% praktisch immobil. Das Gestein in Münchehagen hat im Mittel einen C_{org}-Gehalt von 1-2%. Nimmt man Toluol als Vergleich, so ist es nicht sinnvoll, jenseits der festgestellten Begrenzung des Austrages dieses Stoffes nach Substanzen zu suchen, die deutlich weniger mobil sind. Dies betrifft zum Beispiel Verbindungen aus den Gruppen der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, Organochlorpestizide, polychlorierten Biphenyle oder Dioxine. (...).

*Die Ergebnisse der Grundwasserüberwachung bestätigen **die guten Eigenschaften der hier anstehenden stark schluffigen Tonsteine der Unterkreide (Valangin) in bezug auf eine wirksame Rückhaltung beziehungsweise Fixierung reaktiver Stoffe** beim Transport mit dem Grundwasser. Dies gilt nicht nur für die organischen Deponieinhaltsstoffe sondern auch für Schwermetalle, von denen die meisten zur Bildung stabiler, schwerlöslicher Karbonate und Sulfide neigen. Sie sind unter den Bedingungen des Untergrundes im Bereich des untersuchten Standortes, der beispielsweise mineralische Karbonat- und Sulfatphasen im Gestein und leicht alkalische pH-Werte des Grundwassers aufweist, nahezu immobil. Eine Ausnahme bildet das Arsen, da es als Anion (Arsenat, Arsenit) in gelöster Form vorliegen kann. Die höchsten, im Grundwasser gemessenen Arsenkonzentrationen sind dennoch vergleichsweise gering (0,012 -0,015 mg/l, Brunnen 40 und 7).*

Beim Stofftransport mit dem Grundwasser können neben seiner Rückhaltung durch physikalische und chemische Prozesse auch mikrobielle Aktivitäten eine beträchtliche Minderung des Austrages insbesondere organischer Substanzen bewirken. Die Vorgänge beim mikrobiellen Abbau beziehungsweise der Biotransformation sind sehr komplex und können in einem heterogenen Vielstoffsystem wie der Deponie im Detail nicht erfaßt werden. Eine Wertung hinsichtlich der quantitativen Bedeutung ist anhand der vorliegenden Erkenntnisse nicht möglich. Es gibt jedoch eine Reihe von deutlichen Hinweisen auf mikrobielle Aktivität, wie zum Beispiel die Erzeugung von biogenem Methan innerhalb der Deponie (ca. 50% Methangehalt im Deponiegas (IMS & TU-HH 1987))" (NLfB 1996).

Wissenschaftliche Grundlagenarbeiten

In den letzten Jahren ist es national und international zu verstärkten Forschungsaktivitäten auf dem Feld der „Freisetzung, des Transports und der Rückhaltung von Schadstoffen" gekommen.

Daher wurden für die vorliegende Stellungnahme folgende **wissenschaftliche Grundlagenarbeiten**, die als Teilprojekte des Forschungsverbundvorhabens „Methoden zur Erkundung und Beschreibung des Untergrundes von Deponien und Altlasten" (Umweltbundesamt in Vorbereitung) durchgeführt wurden und sich exemplarisch auch mit dem Standort Münchehagen beschäftigten, ausgewertet:

- Feld- und Laboruntersuchungen zum Stofftransport in grundwasserführenden, geklüfteten Tongesteinen (MAIER & DÖRHÖFER 1994, Anl. 11; MAIER 1995)
- Modellierung des Kluftgesteins als geologische Barriere für Deponien (LEGE 1995)

Kernaussagen der Arbeit von MAIER (1995)

„Die Wirksamkeit des natürlichen Untergrundes als Barriere gegen die Ausbreitung von Schadstoffen mit dem Grundwasser beruht im wesentlichen auf den grundwasserleitenden und -speichernden Eigenschaften des anstehenden Gebirges und den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schadstoffe sowie der Untergrundmaterialien, die Reaktionen und phasenübergreifende Wechselwirkungen während der Untergrundpassage bedingen. Das Wissen über die Transportmechanismen ist insbesondere in den Situationen noch sehr lückenhaft, in denen der Untergrund aus gering grundwasserleitenden, bindigen und geklüfteten Gesteinen besteht und reaktionsfähige Schadstoffe zu betrachten sind, die im Untergrund komplexen, von vielfältigen Faktoren beeinflußten, (hydro-)geochemischen Reaktionen unterliegen.

Die Verhältnisse am Standort der ehemaligen Sonderabfalldeponie Münchehagen offenbaren eine ***Diskrepanz zwischen der festgestellten, geringen Ausdehnung der Kontaminationsfahne im Grundwasser und der Schadstoffausbreitung, die in 25 Jahren seit Beginn der Einlagerung aufgrund der festgestellten hohen Grundwasserwegsamkeiten* zu erwarten gewesen wäre****. Eine massive Kontamination des Grundwassers, die vor allem durch verschiedene organische Verbindungen hervorgerufen wird, beschränkt sich bislang auf den unmittelbaren abstromigen Randbereich der Deponie. Die steilen Konzentrationsgradienten in Abstromrichtung (Abb. 3) weisen auf sehr wirksame Rückhaltemechanismen hin.*

Der Analogieschluß auf poröse Medien, der hier für die Betrachtung der hydraulischen Eigenschaften des Kluftgrundwasserleiters gültig ist und Voraussetzung ist für die Anwendung der klassischen Methoden der Hydrogeologie, kann unter den gegebenen Bedingungen offensichtlich nicht auf die Betrachtung des Stofftransportes im Grundwasser übertragen werden. Die poröse Gesteinsmatrix spielt dabei eine maßgebende Rolle. Der Transport durch Advektion und hydrodynamische Dispersion in den Klüften ist gekoppelt mit der sogenannten ***Matrixdiffusion*** *(NERETNIEKS 1980, GRISAK & PICKENS 1980); das ist die molekulare Diffusion gelöster Stoffe aus dem strömenden Kluftwasser in das stagnierende Porenwasser der Gesteinsmatrix entsprechend dem jeweiligen Konzentrationsgradienten (Abb. 4). Dadurch bleiben selbst konservative Stoffe beim Transport deutlich gegenüber der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers zurück. In Verbindung mit* ***Sorption*** *resultiert daraus für reaktive Stoffe ein sehr wirksamer Rückhaltemechanismus. Mittels Diffusion werden den sorbierenden Stoffen die im Verhältnis zu den Kluftoberflächen sehr viel größeren „inneren" Oberflächen der Gesteinsmatrix zugänglich gemacht"* (MAIER 1995).

MAIER (1995) hat die Grundwasserdynamik und den Stofftransport in klüftigen Tongesteinen modellhaft am Standort der Altlast Münchehagen detailliert untersucht. Dabei wurden die relevanten Kenngrößen für den Transport und die Rückhaltung im Grundwasser gelöster Stoffspezies anhand einer geeigneten Kombination von Feld- und Laboruntersuchungen ermittelt. Mit Bezug auf die Situation am Standort wurde der Schwerpunkt auf die Untersuchung des Transportverhaltens ausgewählter organischer Substanzen gelegt.

---

* Anmerkung: Der Standort weist für Tongestein eine vergleichsweise hohe Durchlässigkeit auf.

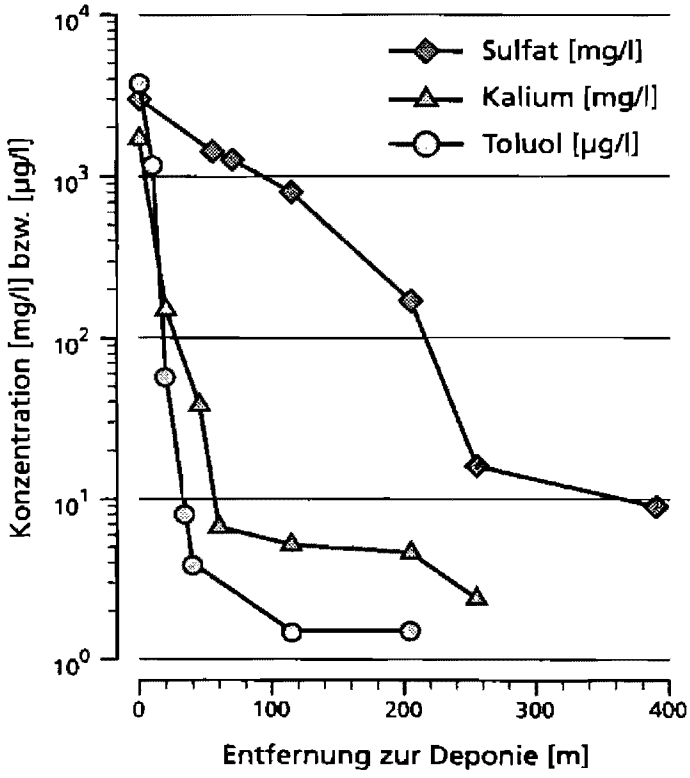


Abb. 3 „Konzentrationsabnahme von Sulfat, Kalium und Toluol mit der Entfernung in Richtung des Grundwasserabstroms der ehemaligen Sonderabfalldeponie Münchehagen (Daten aus Eretec 1992)" (Maier 1995)

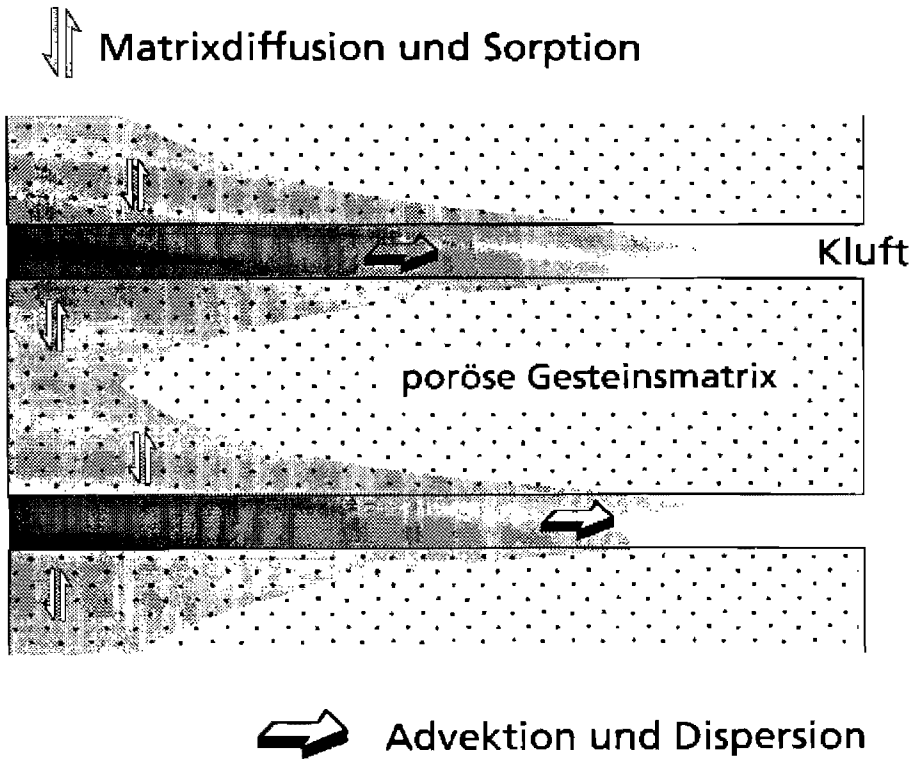


Abb. 4 „Darstellung der wirksamen Prozesse beim Transport gelöster Stoffe in einem geklüfteten Gestein mit einer porösen Matrix" (Maier 1995)

Durch das Forschungsvorhaben wurden Kenntnisse gewonnen, die im folgenden kurz skizziert werden:

Für die Beschreibung der standortspezifischen Sorptions- bzw. Desorptionsbedingungen wurden im Labor sogenannte Batch-Versuche bzw. Schüttelversuche zur Bestimmung von **Sorptionsisothermen** (Verteilungsgleichgewicht einer Substanz zwischen gelöster und fester Phase für definierte Substanz-Feststoff-Wasser-Systeme bei gleichbleibender Temperatur), **Desorptionsisothermen** und **Verteilungskoeffizienten** für verschiedene Testsubstanzen durchgeführt (Tab. 1).

Tab. 1 „Zusammenstellung der ermittelten Kennwerte der FREUNDLICH-Sorptionsisothermen K_{FR} und N mit Standardabweichungen und Angabe des betrachteten Konzentrationsbereichs" (MAIER 1995)

	Verteilungskoeffizient K_{FR} [mg/l]	Sorptionsexponent N [-]	Konzentrationsbereich C_w [µg/l]
Chloroform	7,7 ± 1,3	1,00 ± 0,03	1 - 100000
Benzol	10,0 ± 1,0	1,01 ± 0,02	0,05 - 40000
Benzoesäure	1,2 ± 1,4	1,02 ± 0,03	3 - 60000
Phenanthren	100 ± 11	1,03 ± 0,07	0,1 - 15
Toluol	26,8 ± 0,7	0,82 ± 0,03	5 - 6000
Terbuthylazin	26 ± 4 (3,7)	1,2 ± 0,1 (1,0)	0,5 - 100 (2-50)
Uranin	670 ± 100	0,54 ± 0,02	1 - 30000
Lithium	9 ± 4	0,70 ± 0,04	500 - 100000

MAIER (1995) stellt fest: *„Zusammenfassend gilt für die untersuchten hydrophoben organischen Substanzen (einschließlich Benzoesäure und Terbuthylazin), daß ein weitgehend linearer Zusammenhang zwischen den Konzentrationen am Sorbenten und in Lösung besteht. Es ist wahrscheinlich, daß das Sorptionsverhalten wesentlich durch die Sorption an der organischen Fraktion des Gesteins erfolgt. Es können hieraus lineare Verteilungskoeffizienten K_D beziehungsweise K_{OC}-Werte (Verteilungskoeffizienten bezogen auf den Anteil der organischen Fraktion) abgeleitet werden.*

(...). Beim Vergleich der auf den organischen Kohlenstoffanteil des Gesteins bezogenen Verteilungskoeffizienten K_{OC} fällt auf, daß die Versuchswerte mit Ausnahme von Phenanthren sehr viel höher sind als die entsprechenden Vergleichswerte aus der Literatur. Dies gilt ebenso für den Vergleich mit dem Oktanol/Wasser-Verteilungskoeffizienten, der oftmals als Kennwert zur Beschreibung der Sorption an natürlicher organischer Materie herangezogen wird. Die Stärke der Sorptionsneigung ist auch von der Beschaffenheit der organischen Fraktion, ihrer chemischen Zusammensetzung, räumlichen Struktur und letztlich dem Reifegrad abhängig (GRATHWOHL 1990). Am Standort Münchehagen hat die organische Materie nachweislich eine thermische Reifung durchlaufen und hat dadurch in bezug auf die Sorption organischer Substanzen günstigere Eigenschaften als beispielsweise die Humusfraktion in Böden oder in quartären Sedimenten, an denen die Mehrzahl der K_{OC}-Werte aus Literaturangaben bestimmt wurden".

In bezug auf die Desorption ergab sich, daß die *„Sorption unter den gegebenen Versuchsbedingungen nur bedingt reversibel"* ist, beziehungsweise *„die Desorption erfordert einen wesentlich größeren Zeitraum bis zur Einstellung eines Verteilungsgleichgewichtes"* (MAIER 1995).

Darüber hinaus wurden Diffusions- und Verteilungskoeffizienten anhand von Laborversuchen mit Diffusionszellen bestimmt (Abb. 5, Tab. 2).

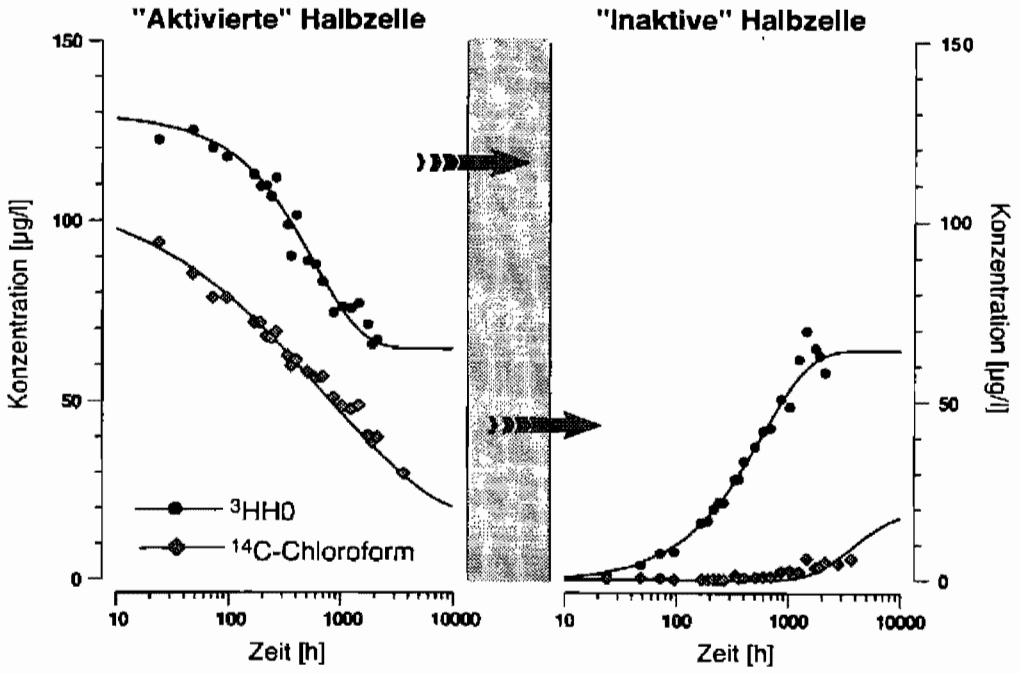


Abb. 5 „Diffusion von Chloroform und Tritium durch eine ungestörte Gesteinsprobe. Halblogarithmische Darstellung der Meßwerte und des berechneten Konzentrationsverlaufes in beiden Hälften der Diffusionszelle" (MAIER 1995)

Tab. 2: „Zusammenstellung der Diffusionskoeffizienten D_e und Verteilungskoeffizienten K_D (Mittelwerte und Standardabweichungen; n = Anzahl Parallelversuche). Auswertung der Diffusionsversuche basierend auf der Anpassung einer geschlossenen Lösung für die instationäre 1-dimensionale Diffusion" (MAIER 1995)

	n	D_e [m^2/s] * 10^{-11}	K_D [ml/g]
1. Probenserie			
Tritiiertes Wasser	5	8,7 ± 1,6	-
2. Probenserie (z.T. bestrahlt)			
Tritiiertes Wasser	4	30,3 ± 4,9	-
Chloroform	3	7,0 ± 1,4	7,2 ± 1,3
Phenanthren	3	0,71 ± 0,2	(110)[1]
Benzoesäure	2	8,7 ± 0,2	2,0 ± 0,9
3. Probenserie			
Tritiiertes Wasser	2	7,6 ± 1,0	-
Toluol	3	2,9 ± 0,7	12,2 ± 2,0
Benzoesäure	3	1,3 ± 0,3	1,7 ± 0,5

1) Ermittlung des effektiven Diffusionskoeffizienten von Phenanthren unter Verwendung des Verteilungskoeffizienten aus den Sorptionsversuchen.

Vor Ort wurden verschiedene Grundwassermarkierungsversuche jeweils unter (quasi-) stationären radialkonvergenten Strömungsbedingungen als Multi-Tracer-Experimente durchgeführt. Sie dienten der vergleichenden Transportbetrachtung unterschiedlich sorbierender Substanzen (Tracer). Beispielsweise wurden zeitgleich verschiedene Markierungsstoffe in einen Eingabebrunnen gegeben und in der Folgezeit das nach Umfang und Zeitpunkt unterschiedliche Eintreffen im Beobachtungsbrunnen detektiert. Abb. 6 zeigt die sogenannten Durchgangskurven eines konservativen (nicht-reaktiven, nicht-sorbierenden) gelösten Tracers (Nitrat) und eines Partikel-Tracers (Polystyrol-Mikropartikel mit einem Durchmesser von 2 µm). Die Abbildung vermittelt einen Eindruck von der Wirkungsweise der Matrixdiffusion.

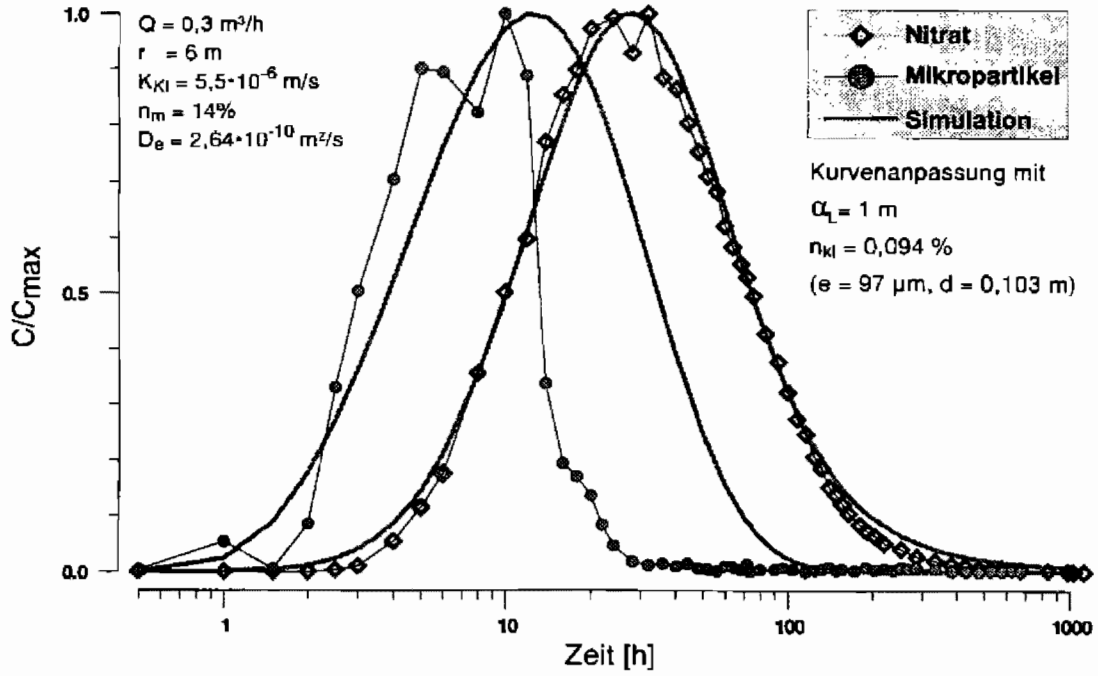


Abb. 6: Mikropartikel - Nitratdurchgang in Brunnen B (Grundwassermarkierungsversuch II) im Vergleich; Darstellung der Meßwerte und der berechneten Durchgangskurve, die Konzentrationen C sind auf die maximale Durchgangskonzentration C_{max} bezogen; logarithmische Skalierung der Zeitachse (MAIER 1995)

Das Zusammenwirken von Matrixdiffusion und Sorption zeigt Maier (1995) durch den Vergleich der Durchbruchskurven des konservativen Tracers Bromid mit den den in unterschiedlichem Ausmaß sorbierenden Substanzen Uranin und Benzoat (Abb. 7).

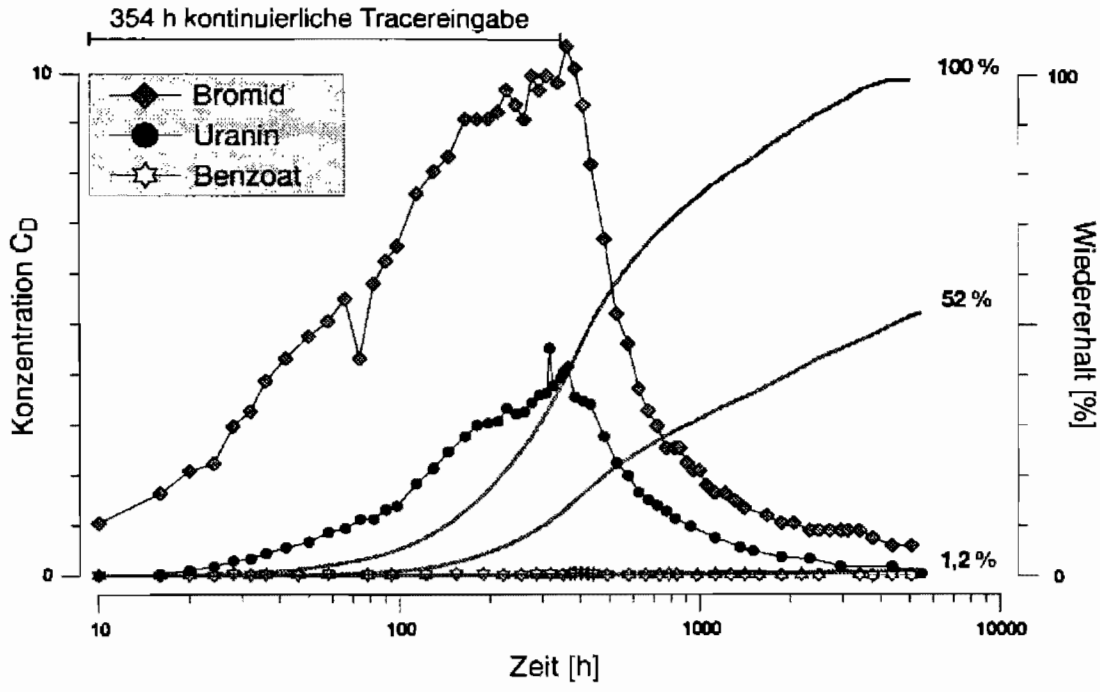


Abb. 7: Durchgangs- und Summenkurven von Bromid, Uranin und Benzoat im Vergleich; Auftragung der dimensionslosen Konzentration $C_D = C/M(l\, n_k \pi r^2)^{-1}$; M ist die eingegebene Tracermenge, l die Länge des Brunnenfilters, r der Abstand zwischen Eingabe- und Förderbrunnen und n_k die äquivalente effektive Kluftporosität.

Kernaussagen der Arbeit von LEGE (1995)

LEGE (1995) hat sich mit der numerischen Modellierung der Schadstoffausbreitung in geklüfteten Grundwasserleitern beschäftigt und dabei die Matrixdiffusion als Austauschvorgang zwischen mobilem Grundwasser in den Klüften und stagnierendem Grundwasser im Porenraum des Gesteins berücksichtigt. Die Verwendung der von MAIER (1995) ermittelten Daten zeigt auch über diesen Weg die Bedeutsamkeit der Matrixdiffusion auf. In die Berechnungen ist der „Sättigungseffekt" (LEGE 1995) der Gesteinsmatrix mit einbezogen worden.

Von der modelltechnischen Simulation des Ist-Zustandes ausgehend ergeben die Prognoserechnungen folgendes Bild:

- **Prognoserechnung I - keine Sanierungsmaßnahme**
  Unter konstanten hydraulischen Bedingungen hat sich die Schadstofffront nach 100 Jahren ca. 100 m vom Deponierand entfernt. Eine lineare Interpolation der Stoffausbreitung ist nicht möglich, denn in diesem Falle hätten sich 275 m ergeben müssen. *„Die Verlangsamung der Schadstoffausbreitung ist durch die Abnahme der Konzentration im Kluftwasser mit zunehmendem Abstand vom Deponierand bedingt. Und gerade in größerer Entfernung steht die noch weitgehend unbelastete Gesteinsmatrix der geringen Konzentration im Kluftwasser gegenüber. Somit bleibt das Konzentrationsgefälle erhalten, und der Diffusionsprozeß entzieht dem Kluftwasser einen großen Teil der gelösten Stoffe. Die Kontamination wird auf einem relativ kleinen Gebiet in der geologischen Barriere gespeichert"* (LEGE 1995).

- **Prognoserechnung II - Entfernung des Deponiekörpers**
  Nach 30 Jahren hat sich unter natürlichen hydraulischen Bedingungen die Grundwasserkontamination in der Umgebung der Altlast bis auf 70 m ausgedehnt, wobei die Maximalkonzentrationen deutlich abgenommen haben.

Auch LEGE (1995) stellt fest, daß ***„die geologische Barriere sich nicht allein über ihre hydraulische Durchlässigkeit definieren läßt. Zusätzlich müssen der wirksame Transportmechanismus und die Reaktivität der geologischen Barriere in Betracht gezogen werden."***

Bodenbelastungen als „sekundäre Schadstoffquellen" (PanGeo 1996)

Im Rahmen des Bodenuntersuchungsprogramms des NLfB wurde unter anderem der Fragestellung nach der Schadstoffbelastung und den Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Boden im Nahbereich der Altlast Münchehagen nachgegangen (NLfB 1993). Die Untersuchungen wurden in dem auch nach PanGeo in Betracht kommenden westlichen und südwestlichen Nahbereich der Altdeponie durchgeführt: Im Bereich des „Lusekamp" konnte eine zumeist geringe Belastung der Böden durch organische Schadstoffe nachgewiesen und flächenhaft abgegrenzt werden. Der Eintrag ist vorwiegend über die Oberfläche, vermutlich im wesentlichen durch Überpumpen deponiebürtiger Wässer während der Betriebsphase, erfolgt. Mit zunehmendem Abstand von der Deponie ist eine deutliche Abnahme der ermittelten Konzentrationen erkennbar. Im Bereich der beeinflußten Flächen fand und findet eine vorwiegend nach unten gerichtete Verlagerung der Schadstoffe statt. Der kapillare oder druckbedingte Aufstieg belasteten Grundwassers ist über die Fläche unbedeutend. Der Oberflächeneintrag vor allem durch flüssige Phasen ist als eine Ereignisfolge aufzufassen, die vor mehr als 10 Jahren ihren Abschluß fand. Die Verteilung der Schadstoffe im Boden sowie im Grund- beziehungsweise Stauwasser ist Ausdruck der Belastungssituation, die sich seitdem eingestellt hat.

Schlußfolgerungen

PanGeo (1996) zeigt einen Stoffaustrag über den Wirkungspfad GRUNDWASSER und dessen Dominanz gegenüber den Pfaden OBERFLÄCHENGEWÄSSER, BODEN und LUFT auf. Die Beschreibung für diesen Pfad wird plausibel hergeleitet und dabei eine für die Beurteilung ausreichende Genauigkeit erzielt. Die Darstellung der Sachlage stimmt wesentlich mit den übrigen uns bekannten gutachterlichen Aussagen überein. Neuere Untersuchungen zu den grundsätzlichen standortspezifischen Stofftransportbedingungen konnten nicht mehr berücksichtigt werden, so daß die Basis der Bewertungsaussagen in PanGeo zwangsläufig stärker konservativen Charakter haben als die Bewertungen dieser Stellungnahme.

Anhand quantifizierbarer Kriterien liefert MAIER (1995) das **Prozeßverständnis für die im Umfeld der Altlast Münchehagen vorhandene Kontaminationssituation** und den **Nachweis für die Schadstoffrückhaltefähigkeit des Untergrundes**.

LEGE (1995) behandelt zwar „nur" das grundsätzliche modelltechnische Prozeßverständnis und betrachtet dabei ausschließlich den Austrag organischer Stoffe aus der Altdeponie und beschränkt sich auf die Matrixdiffusion unter Vernachlässigung der Sorption. Sein Ansatz ist jedoch konservativ, da die Sorption den Schadstoff-rückhaltenden Effekt der Matrixdiffusion verstärkt. Somit liegen **Prognosen mit Aussagen in bewertungsfähigen Größenordnungen** vor.

Die Kenntnis des Wirkungspfades GRUNDWASSER ist in bezug auf die Fragestellung der Sicherung und Sanierung des Standortes sehr detailliert und erreicht wissenschaftlichen Standard. Das Bild der Kontaminationssituation und ihrer künftigen Entwicklung ist in der bedeutsamen Größenordnung bekannt.

B.4.2 Bewertung des Wirkungspfades GRUNDWASSER

Bewertung in PanGeo

Seitens PanGeo wird ausgeführt, daß für Altdeponien Sicherungs- beziehungsweise Sanierungsbedarf besteht, wenn durch sie die Gefahr der Beeinträchtigung von Schutzgütern besteht oder wenn eine solche Beeinträchtigung bereits eingetreten ist. Weiterhin wird abgeleitet, daß sich die Sanierungsdringlichkeit *„aus der Antwort auf die Frage, ob Schutzgüter bereits durch Emissionen aus der Schadstoffquelle beeinträchtigt sind beziehungsweise wann sie - ohne Gegenmaßnahmen - eintreten würden"* (PanGeo 1996), ergibt. Als Schutzgüter werden Bestandteile der Umwelt, zum Beispiel Mensch, Tier und Pflanze, Boden, Grundwasser, Oberflächenwasser, definiert.

Unter diesen Voraussetzungen kommt PanGeo (1996) zu folgenden Kernaussagen:

- *„Eine Abschätzung unter **plausibel-konservativen Annahmen** zeigt für Chlorid und Sulfat, daß bei den langfristig dominierenden Abfluß- und Konzentrationsverhältnissen die Veränderung der gegenwärtigen Stoffkonzentrationen so gering sind, daß eine **Beeinträchtigung des Wassers und der darin vorhandenen Lebewesen nicht zu besorgen** ist. Kurzfristige deutliche Konzentrationserhöhungen über die heute vorhandene Bandbreite hinaus sind allerdings unter besonderen Bedingungen (z.B. geringer Ilsabfluß) kurzzeitig möglich."*

- *„Diesen Vorfluter (Ils) wird zumindest ein Teil der gegenwärtig in das Grundwasser freigesetzten Stoffe - je nach betrachtetem Stoff **in einigen Jahren bis Jahrzehnten** und mit stark unterschiedlichen Konzentrationen - erreichen. **Die Ils wird als eigenständiges Schutzgut Oberflächenwasser, als Ökosystem und Transport- und Transmissionsmedium betroffen sein**. Damit können auch Schadstoffe in die Nahrungskette des Menschen gelangen. Nachteilige Auswirkungen auf die Beschaffenheit des Ilswassers können bei den gut transportierbaren Leitparametern Sulfat und Chlorid nur für kurze Zeitspannen mit ungünstigen Abflußverhältnissen bei Grundwasser und Ils nicht ausgeschlossen werden. Nur dann werden auch die heute auftretenden Konzentrationsbreiten überschritten. Das gilt erst recht für organische Schadstoffe, die die Ils allenfalls in sehr geringen Konzentrationen erreichen werden."*

- *„Bei der Grundwasserkontamination handelt es sich zweifellos um eine im Sinne des Niedersächsischen Abfallgesetzes nachhaltige **massive Beeinträchtigung** der Grundwasserbeschaffenheit. **Maßnahmen** zur Beendigung des verursachenden lateralen Stoffaustrages aus der Altlast mit dem Grundwasser und der resultierenden Grundwasserbeeinträchtigung durch deponiebürtige Stoffe sind **aus der Sicht des Grundwasserschutzes daher unerläßlich**."*

- *„Auch zur Beendigung der über den Grundwasserpfad möglichen Gefahrensituation (vor allem) für den Menschen werden bei konservativer Betrachtung **langfristig Maßnahmen erforderlich** sein."*

- *„Wird also die geplante Sicherungsmaßnahme in der vorgesehenen Form umgesetzt, sollte das aus Gründen des Grundwasserschutzes zügig geschehen. Es* ***besteht gegenwärtig jedoch kein Zeitdruck****, der zum Verzicht auf die sorgfältige Klärung offener Fragen hinsichtlich Umsetzung und* ***Wirksamkeit*** *der Maßnahmen führen müßte bzw. dürfte."*

- Im Bezug auf die Beeinflussung des Grundwassers durch *„sekundäre Schadstoffquellen"* (PanGeo 1996) wird darauf hingewiesen, daß die *„stärksten Einträge bereits vor vielen Jahren stattgefunden und heute zweifellos erheblich geringeres Ausmaß haben"* (PanGeo 1996). Bei der Beurteilung der daraus resultierenden Grundwasserbelastung und ihrer Entwicklung wird darauf hingewiesen, daß die gleichen Aussagen wie für den direkten Austrag der Altlast gelten. Im Hinblick auf den Handlungsbedarf wird darauf hingewiesen, daß ***„die vorsorgliche flächenhafte Beseitigung der Bodenkontaminationen unangemessen"*** (PanGeo 1996) sei. *„Im Sinne vorsorgenden Grundwasserschutzes"* (PanGeo 1996) wird jedoch eine Überprüfung der Notwendigkeit von **Maßnahmen an den Belastungsschwerpunkten** empfohlen.

Bewertung in anderen Arbeiten

Weitere, durch andere Bearbeiter vorgenommene Bewertungen der Kontaminationssituation, die den Handlungsbedarf darstellen, liegen nicht vor.

Schlußfolgerungen

Für die Bewertung der **Ist-Situation** können folgende Regelwerke vergleichend herangezogen werden:

- Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden vom Januar 1994, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- Circulaire interventiewaarden bodemsanering vom Mai 1994, Niederlande („Hollandliste")
- Bewertungskriterien für die Beurteilung stofflicher Belastungen von Böden und Grundwasser in Berlin vom März 1996, Senatsverwaltung Berlin
- Vorläufige Leitwerte für die Sanierung von Grundwasser- und Bodenkontaminationen aus Sicht des Grundwasserschutzes vom Dezember 1992, Freie und Hansestadt Hamburg

Für die Altlastenbearbeitung in Niedersachsen ist per Runderlaß des Umweltministeriums vom 31.08.1994 die LAWA-Liste zur Anwendung empfohlen. Dort sind in der Tabelle 2 Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte für einige Leitparameter der Grundwasseruntersuchung genannt, welche im wesentlichen mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung identisch sind. Dabei werden die toxikologisch relevanten Schwermetalle und Organika behandelt. Anorganische Salze wie z. B. Chlorid und Sulfat sind toxikologisch wenig relevant und deshalb in der Tabelle 2 nicht enthalten. Im Bereich der Altlast Münchehagen kommt hinzu, daß aufgrund der in Vorflutnähe oberflächennah vorhandenen und natürlicherweise hohen Salzgehalte beispielsweise für Chlorid eine Unterscheidung der geogenen Grundkonzentrationen von dem Einfluß der Deponie nicht möglich ist.

Bewertet man die Grundwasserkontamination nach der LAWA-Richtlinie ergibt sich folgender Sachverhalt. Bewertungsrelevante Stoffe sind hier die Organika, im wesentlichen die LHKW und die BTXE. Für diese und alle anderen organischen Stoffe gilt, daß in Entfernungen von ca. 40 m keine Prüfwertüberschreitungen mehr nachgewiesen werden können. Gemäß LAWA-Richtlinie ist, sofern die Prüfwerte nicht überschritten werden, der Gefahrenverdacht in der Regel ausgeräumt.

Damit ergibt sich bezogen auf den Fall der Altlast Münchehagen die Frage nach dem Ort der Beurteilung. Würde man, wie PanGeo (1996), den Ort der Beurteilung an die Grenze der Polder legen und den Besorgnisgrundsatz des Wasserhaushaltsgesetzes (§§ 26, 34 WHG) anwenden, so ergäbe sich im Sinne des **vorsorgenden** Grundwasserschutzes Handlungsbedarf. Dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, daß in der Praxis der Altlastenbearbeitung eine generelle Anwendung dieses Grundsatzes zu unangemessenen Forderungen führen würde. Aus diesem Grund vertritt auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (1995) die Auffassung, *„daß an die Sanierung von Alt-*

lasten nicht die Zielvorstellungen des Vorsorgeprinzips geknüpft werden können. Dies gilt auch im Fall des Grundwasserschutzes" (SRU 1995).

Die Prüfung nach der Verhältnismäßigkeit der Maßnahme würde nach PanGeo (1996) erst im nächsten Schritt erfolgen. Die Landesarbeitsgruppe Altlasten bezieht diesen Schritt der Prüfung der Verhältnismäßigkeit bereits in den ersten Schritt ein, da auch das Ausmaß der sogenannten „Schadstoffahne" berücksichtigt wird. Dies erfolgt, indem der Ort der Beurteilung auf eine definierte innere Überwachungszone gelegt wird, sofern kein Rezeptor innerhalb dieser Zone betroffen ist.

Als grundsätzlicher Handlungsbedarf wird deshalb eine Grundwasserüberwachung empfohlen.

Zur Bewertung der **Kontaminationsentwicklung** wurde die bisherige Entwicklung hinreichend genau beschrieben. Darüber hinaus ist eine rechnerische Kalkulation des Stoffaustrages für ausgewählte Substanzen erfolgt und eine Betrachtung der grundsätzlichen standortspezifischen Rückhaltemechanismen gegeben worden.

Die heutige Grundwasserkontamination (Organika) hat nach mindestens 10 Jahren eine Ausdehnung von **weniger als 40 m** erreicht.

Nach heutigem Kenntnisstand ist ausgeschlossen, daß die Grundwasserkontamination (Organika) **mittelfristig** (<50 Jahre) den Umfang des Deponiegeländes überschreitet. Allenfalls **langfristig** ist eine darüber hinausragende, aber eher geringfügige Beeinflussung möglich.

Der Transport durch Advektion und hydrodynamische Dispersion wird durch die Matrixdiffusion überlagert. In Verbindung mit der Sorption resultiert daraus ein in hohem Maße wirksamer **Rückhaltemechanismus**.

Der Zusammenhang zwischen der Ausdehnung des Schadstoffaustrages und der Zeit ist **nicht linear**. Es ist nicht zu erwarten, daß sich der künftige Stoffaustrag schneller als bisher vollziehen wird.

Bodenbelastungen als „sekundäre Schadstoffquellen" (PanGeo 1996)

Die Bodenbelastungen im westlichen und südwestlichen Nahbereich der Altdeponie sind gering. Der Stoffeintrag hat vor mehr als 10 Jahren seinen Abschluß gefunden. Es gibt keinen Beleg dafür, daß von dem heute noch vorhandenen Schadstoffpotential signifikant nachweisbare und über die Bedeutung des direkt über das Grundwasser stattfindenden Stoffaustrages der Altlast hinausgehende Grundwasserbeeinträchtigungen stattfinden. Zudem muß berücksichtigt werden, daß sämtliche Wasserproben im oberflächennahen Bereich der zumeist plastischen Verwitterungszone oder der Bodenbildung anhand von ebenso flachen Pegeln entnommen wurden. Hier sind Bewegungen des Bodenwassers nur sehr eingeschränkt möglich und zumeist handelt es sich um Stauwasser. Demnach **ist die Grundwasserbeeinträchtigung durch Bodenbelastungen gegenüber dem direkten Schadstoffaustrag aus dem Deponiekörper unbedeutend. Insofern besteht in bezug auf die „sekundären Schadstoffquellen" kein Handlungsbedarf.**

C Bewertung der Sicherungskonzeption

C.1 Entwicklung der Sicherungskonzeption

Grundlage der Betrachtung ist der im August 1991 vorgelegte *„Vorentwurf weiterer Sicherungsmaßnahmen"* (Dr. Born - Dr. Ermel GmbH). Hier werden die Möglichkeiten der unterschiedlichen Sicherungsgestaltung auf der Basis des damaligen Kenntnisstandes dargestellt. Für die nähere Betrachtung geeignete Verfahren, die der Oberflächenabdichtung, der seitlichen Umschließung und der hydraulischen Sicherung dienen, werden grundsätzlich benannt. Davon ausgehend wurde mit der Detailplanung der einzelnen Sicherungskomponenten begonnen und zeitparallel für eine abschließende Entscheidung die Risikoabschätzung (PanGeo 1996) durchgeführt. Heute liegen alle wesentlichen Kenntnisse zur Bewertung der standortspezifischen Situation und der Wirksamkeit der einzelnen Sicherungselemente sowie verschiedener Kombinationsmöglichkeiten vor.

Bei der Beurteilung der vorgesehenen Sicherungsmaßnahmen unterstützt PanGeo die bisherige Sicherungsplanung im wesentlichen. Die hydraulische Sicherungskomponente wird allerdings in ihrer Funktionalität bezweifelt und ein hoher Aufwand prognostiziert. Die Systemschwäche wird vor allem aus der Tatsache, daß ein „gewisses" Mißverhältnis zwischen der Dimension der Sicherungsmaßnahme und dem „Sicherungsvolumen" besteht, abgeleitet. Zur Überprüfung der Funktionalität und für die „Entwurfsplanung der hydraulischen Systeme" wurde eine Grundwasserströmungsmodellierung durchgeführt (Geo-Infometric 1997, Anl. 12), deren Ergebnisse nicht mehr in die Risikoabschätzung einfließen konnten. Durch die Arbeiten von Geo-Infometric wurde das grundsätzliche Prozeßverständnis und ein Vorschlag zur optimalen Umsetzung der Maßnahme erarbeitet. Im Rahmen der rein hydraulischen Betrachtungen wurde zudem die Durchströmung der Altlast unter verschiedenen Sicherungszuständen überschlägig berechnet. Die Ergebnisse sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tab. 3: Modelltechnische Kalkulation der Durchströmung der Altlast Münchehagen unter verschiedenen Sicherungszuständen (nach Daten von Geo-Infometric 1997)

Variante	Durchströmung [%]
Nullzustand	100
Ist-Zustand (Abdichtung der Altdeponie, Förderung in den Schächten der GSM-Deponie)	63
Ist-Zustand ohne Förderung in den Schächten der GSM-Deponie	81
nur Dichtwand (30 m Tiefe)	72
nur **Oberflächenabdichtung** (auf Altdeponie und GSM-Deponie)	51
Oberflächenabdichtung und Dichtwand (18 m Tiefe)	35
Oberflächenabdichtung und Dichtwand (30 m Tiefe)	23
Oberflächenabdichtung und Dichtwand (50 m Tiefe)	17
Oberflächenabdichtung, Dichtwand (30 m Tiefe) und optimiertes hydraulisches System	0

Grundsätzlich gilt, wie oben ausführlich hergeleitet, daß sich die Grundwasserkontamination durch die Altlast Münchehagen gegenüber der Grundwasserbewegung nur verzögert entwickelt. Kernelement des Stofftransportes beziehungsweise seiner Beeinträchtigung ist jedoch die Durchströmung des Kluftsystems, d.h. die Durchströmung einzelner Klüfte und die Diffusion der Stoffe in die Gesteinsmatrix mit anschließender Sorption. Durch die Verminderung der Durchströmung wird demnach auch der Transportmechanismus um einen gewissen Anteil verringert. Die modelltechnische Kalkulation der Durchströmung der Altlast Münchehagen zeigt, daß bereits durch die Oberflächenabdichtung eine Verminderung der Durchströmung auf ca. 51% des „Nullzustandes" erzeugt wird. Dem gegenüber ist die seit einigen Jahren sich nur sehr langsam entwickelnde

Kontaminationssituation unter den Bedingungen des Ist-Zustandes (63% Durchströmung) bekannt.

C.2 Empfehlungen für die Sicherungskonzeption

Zur Bewertung von möglichen Sicherungskonzeptionen erfolgt zunächst eine Betrachtung der **Wirksamkeit** der Einzelmaßnahmen sowie ihrer Kombination. Zudem muß die Wirksamkeit in dem Umfang gegeben sein, daß festgelegte **Ziele** erreicht werden. Demnach ist der Aufwand für eine Sicherungsmaßnahme **aus fachlicher Sicht angemessen**, wenn hierdurch das vorgegebene Ziel erreicht wird. Der Münchehagenausschuß hat 1992 formuliert: *„Als **Sicherungsziel** ist eine mittelfristig wirksame **Unterbrechung der Austragspfade**, z.B. durch Dichtungsmaßnahmen und darauf abgestimmte hydraulische Maßnahmen zu gewährleisten. Dieses Nahziel ist möglichst kurzfristig umzusetzen".*

Die Altlast Münchehagen ist mit sehr hohem Aufwand erkundet worden und hat dabei auch eine überregionale Bedeutung als Modellstandort für geowissenschaftliche Aspekte von Altlasten erlangt. Auf der Basis der heute vorliegenden **wissenschaftlich-technischen Kenntnisse** ist nun eine gute Abstimmung der **Sicherungskonzeption** auf die **standortspezifischen Bedingungen** möglich.

Als wesentliches Ergebnis der Standorterkundung, insbesondere der Studie zur Risikoabschätzung, hat sich ergeben, daß **keine Notwendigkeit zur sofortigen und gleichzeitigen Umsetzung aller angedachten Sicherungsmaßnahmen** besteht. Vielmehr läßt das heutige Verständnis der standortspezifischen Kontaminationssituation mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit erwarten, daß einige Maßnahmen nicht oder erst in einigen Jahrzehnten notwendig sein werden.

Um eine aus fachlicher Sicht angemessene Sicherungsmaßnahme zu erreichen, empfehlen wir eine **schrittweise, aufwärtskompatible Vorgehensweise**. D.h. erst wenn sich durch die Überschreitung von Konzentrationsschwellenwerten an definierten Überwachungspositionen wider Erwarten zeigen sollte, daß die **Wirksamkeit** der zuvor umgesetzten Maßnahmen nicht ausreicht, sollte der jeweils nächste Maßnahmenschritt umgesetzt werden (Tab. 4).

Voraussetzung für die Umsetzung der einzelnen Sicherungsschritte ist, daß der bereits im August 1991 vorgelegte *„Vorentwurf weiterer Sicherungsmaßnahmen"* (Dr. Born - Dr. Ermel GmbH) anhand aller inzwischen vorhandenen Kenntnisse **optimiert** wird, um eine Anpassung der in Betracht gezogenen Sicherungelemente an die nun weitgehend bekannten Standortverhältnisse zu erhalten.

Tab. 4: Schrittweise, aufwärtskompatible Maßnahmen zur Sicherung der Altlast Münchehagen

Nr.	Zeithorizont der Umsetzung	Art der Maßnahme	■ Begründung der Notwendigkeit – Begründungsnachweis * Funktionalitätsnachweis
①	aktueller Zustand	***Überwachung*** (seit 1987) **Oberflächenabdeckung** der GSM-Deponie (=1985) **Förderung** in den Schächten der GSM-Deponie (1987) **Drängraben** W' und SW' der Altdeponie (1990) **Oberflächenabdichtung** der Altdeponie (1991)	■ **erste Schutzmaßnahmen gegen den Stoffaustrag mit dem Grundwasser** – Stoffaustrag mit dem Grundwasser * Grundwasserüberwachung von 1978 bis 1996: begrenzte Wirksamkeit ■ **Schutz vor direktem Kontakt und gegen Verwehungen** ■ **Unterbindung des Gasaustritts aus der Altdeponie**
②	sofort	Optimierung der ***Überwachung*** von Grund- und Oberflächengewässer	■ **hohes Gefährdungspotential des Abfallkörpers** – Sanierungsuntersuchung für die Altdeponie (IMS & TUHH 1987) – Beprobung des Abfallkörpers der Altdeponie (IWB 1992) – Beprobung der Wässer in den Schächten der GSM-Deponie (LGU 1992) ■ **Stoffaustrag mit dem Grundwasser findet langsam und in begrenztem Umfang statt** – Standorterkundungsprogramm (PGC 1990) – Grundwasserüberwachung von 1978 bis 1996 – wiss. Untersuchungen zum Stofftransport (NLfB 1995) – Sachstandsbericht zur Grundwasserüberwachung (NLfB 1996) – Risikoabschätzung (PanGeo 1996) ■ **Möglichkeit frühzeitiger Detektion von Einflüssen auf Oberflächengewässer** – Stellungnahme zur Oberflächenwasserbeweissicherung (NLÖ 1996)
③	kurzfristig	**Oberflächenabdichtung** (Ergänzung im Bereich der GSM-Deponie) ***Überwachung*** Einstellung der Förderung in den Schächten der GSM-Deponie	■ **Vorsorge zur Einschränkung des Stoffaustrages mit dem Grundwasser durch Unterbindung der Grundwasserneubildung** – oben genannte Gutachten und Berichte (Schritt 2) * Grundwasserströmungsmodell (Geo-Infometric 1997) ■ **Unterbindung des Gasaustritts** – Untersuchung luftgetragener Schadstoffe (WCI 1993) – Risikoabschätzung (PanGeo 1996) * Regelwerke
④	mittelfristig, falls erforderlich	**seitliche Teilumschließung** (passives System) ***Überwachung***	■ **Vorsorge zur Unterbindung des Stoffaustrages mit dem Grundwasser durch eine im Abstrom installierte Barriere** – Grundwasserüberwachung: Notwendigkeit bei signifikanter Überschreitung der Sanierungsschwellenwerte relevanter Stoffe (Organika und Schwermetalle) in den Überwachungsbrunnen der Zone I * Testfeld zur seitlichen Umschließung (IGH 1996, Geo-Infometric 1996) * Grundwasserströmungsmodell (Geo-Infometric 1997)
⑤	langfristig, falls erforderlich	**vollständige seitliche Umschließung** (passives System) ***Überwachung***	■ **Wirksamkeit der vorgenannten Maßnahmen nicht ausreichend** Grundwasserüberwachung: Notwendigkeit bei signifikanter Überschreitung der Sanierungsschwellenwerte relevanter Stoffe (Organika und Schwermetalle) in den Überwachungsbrunnen des passiven Systems ■ **Verringerung des lateralen Grundwasserzustroms zur weiteren Begünstigung der Unterbindung des Stoffaustrages** – Risikoabschätzung (PanGeo 1996) * Testfeld zur seitlichen Umschließung (IGH 1996, Geo-Infometric 1996) * Grundwasserströmungsmodell (Geo-Infometric 1997)
⑥	langfristig, falls erforderlich	**Wasserhaltung** (aktives System) ***Überwachung***	■ **Wirksamkeit der vorgenannten Maßnahmen nicht ausreichend** – Grundwasserüberwachung: Notwendigkeit bei signifikanter Überschreitung der Sanierungsschwellenwerte relevanter Stoffe (Organika und Schwermetalle) in den Überwachungsbrunnen des passiven Systems ■ **Änderung der Grundwasserströmung in Richtung Anlage und Entnahme** * Grundwasserströmungsmodell (Geo-Infometric 1997)
⑦	langfristig, falls erforderlich	weitere Maßnahmen	■ **Wirksamkeit der vorgenannten Maßnahmen nicht ausreichend** – Grundwasserüberwachung: Notwendigkeit bei signifikanter Überschreitung der Sanierungsschwellenwerte relevanter Stoffe (Organika und Schwermetalle) in den Überwachungsbrunnen des aktiven Systems

Erläuterung: kurzfristig: < 5 Jahre, mittelfristig: < 50 Jahre, langfristig: > 50 Jahre; passives/aktives System = Maßnahme ohne dauernde Entnahme/mit dauernder zeitlich unbestimmter Entnahme von Grund- bzw. Oberflächenwasser

D Quellenverzeichnis

ALTLASTENAUSSCHUSS (1996): Bericht der ALA AG Qualitätssicherung bei der Altlastenbehandlung „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben".- Bericht, Stand 07.11.1996; unveröffentlich.

BEZIRKSREGIERUNG HANNOVER (1990): Sitzung der Arbeitsgruppe „Sonderabfalldeponie Münchehagen" bei der Bezirksregierung Hannover am 24.04.1990.- Protokoll; Hannover.

CLAUSTHALER UMWELT UND RESERVOIR ENGINEERING (1993): Datenbewertung und Modellierung alternativer Schadstofftransportprozesse im Rahmen der Risikobeurteilung - SAD Münchehagen.- Gutachten; Celle.

DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1995): Altlasten II - Sondergutachten.- Tz. 122; Stuttgart.

DR. PIELES + DR. GRONEMEIER CONSULTING GMBH (1990): Hydrogeologische Erkundung zur Sicherung der SAD Münchehagen.- Gutachten; Kiel.

GEO-INFOMETRIC (1997): Altlast Münchehagen - Modellrechnung zur Entwurfsplanung der hydraulischen Systeme.- Zusammenfassung des Ergebnisberichtes; Hildesheim. [Bericht in Vorbereitung]

GRATHWOHL, P. (1990): Influence of organic matter from soils and sediments from various origins on the sorption of some chlorinated aliphatic hydrocarbons: Implications on K_{oc} correlations.- Environ.Sci.Technol., 24 (11):1687-1693; Washington, D.C..

GRISAK, G. E. & PICKENS, J. F. (1980): Solute transport through fractured media - 1. The effect of matrix diffusion.- Wat. Resour. Res., 16 (4): 719-730; Washington, D.C., USA.

INGENIEURBÜRO FÜR VERFAHRENSTECHNIK DR. BORN - DR. ERMEL GMBH (1991): Sonderabfalldeponie Münchehagen - Vorentwurf weiterer Sicherungsmaßnahmen.- Bericht, Achim-Baden.

INGENIEURBÜRO FÜR VERFAHRENSTECHNIK DR. BORN - DR. ERMEL GMBH (1996): Altlast Münchehagen - Überwachungsplan WASSER.- Vorabzug; Achim-Baden.

INGENIEURGESELLSCHAFT MBH HAMBURG IMS & TECHNISCHE UNIVERSITÄT HAMBURG-HARBURG TUHH (1987): Untersuchung von Sanierungsmöglichkeiten kontaminierter Standorte am Beispiel der Altdeponie Münchehagen (Landkreis Nienburg/Weser).- Gutachten; Hamburg.

INSTITUT FÜR ABFALLENTSORGUNG UND ALTLASTENSANIERUNG DR. J. GÖTTNER, BERLIN (1993): Ergänzungsuntersuchungen an 4 ausgewählten Probenahmepunkten - Untersuchungsergebnisse - Bodenuntersuchungsprogramm SAD Münchehagen; Bericht, Berlin.

INSTITUT FÜR ABFALLENTSORGUNG UND ALTLASTENSANIERUNG DR. J. GÖTTNER, BERLIN (1992): Schadstoffbelastung und Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Boden im Nahbereich der SAD Münchehagen - Abschlußbericht Teil II, Dokumentation der Untersuchungsergebnisse - Bodenuntersuchungsprogramm SAD Münchehagen.

INSTITUT FÜR ABFALLENTSORGUNG UND ALTLASTENSANIERUNG DR. J. GÖTTNER, BERLIN (1993): Ergänzungsuntersuchungen an 4 ausgewählten Probenahmepunkten - Untersuchungsergebnisse - Bodenuntersuchungsprogramm SAD Münchehagen.

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT BODEN - LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (1996): Eckpunktepapier der LABO-LAGA-AG „Direktpfad".- Bericht, Stand 17.09.1996; unveröffentlicht.

LEGE, T. (1995): Modellierung des Kluftgesteins als geologische Barriere für Deponien.- Promotion, Teilprojekt des Forschungsverbundvorhabens „Methoden zur Erkundung und Beschreibung des Untergrundes von Deponien und Altlasten"; Hannover.

MAIER, J. & DÖRHÖFER, G. (1994): Schadstofftransport in klüftigen Tongesteinen - Feld- und Laboruntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung organischer Schadstoffe.- In: DÖRHÖFER, G., THEIS, J. & WIGGERING, H. (Hrsg.): Modellfall Altlast Sonderabfalldeponie Münchehagen -Umweltgeologie heute, 4 : 119-127, Ernst & Sohn, Berlin

MAIER, J. (1995): Feld- und Laboruntersuchungen zum Stofftransport in grundwasserführenden, geklüfteten Tongesteinen am Beispiel der Sonderabfalldeponie Münchehagen - Z. dt. geol Ges. 146: 201-207, Hannover

MAIER, J. (1995): Feld- und Laboruntersuchungen zum Stofftransport in grundwasserführenden, geklüfteten Tongesteinen.- Abschlußbericht, Teilprojekt des Forschungsverbundvorhabens „Methoden zur Erkundung und Beschreibung des Untergrundes von Deponien und Altlasten"; Hannover. [unveröffentlicht, Publikation des Umweltbundesamt (Projektträger) in Kürze zu erwarten]

MÜNCHEHAGENAUSSCHUß (1992): Sanierungsziele und Kriterien für die Beurteilung eines Sicherungs- und Sanierungskonzeptes für die SAD Münchehagen - Rehburg-Loccum.

NERETNIEKS, I. (1980): Diffusion in the rock matrix: An important factor in radionuclide retardation?- J. Geophys. Res., B 85: 4379-4397, Washington, D.C., USA

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (16.07.1990): Schreiben an das Niedersächsische Umweltministerium - Az: N3 2-6666/90-Fr/St, Hannover.

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1987): Zwischenbericht zum Bodenuntersuchungsprogramm an der Sonderabfalldeponie Münchehagen - Bericht, Archiv NLfB, 102072, Hannover

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1988): Zusammenstellung von Zwischenergebnissen des Bodenuntersuchungsprogramms an der Sonderabfalldeponie Münchehagen - Bericht, Archiv NLfB, 103963, Hannover

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1990): Ergebnisse des Bodenuntersuchungsprogramms an der Sonderabfalldeponie Münchehagen und Untersuchungen niedersächsischer Böden auf polychlorierte Biphenyle und Polychlordibenzodioxine/-furane - Bericht des NLfB, Archiv-Nr. 107532, Hannover

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1993): Schadstoffbelastung und Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Boden im Nahbereich der SAD Münchehagen - Bodenkundliche und hydrogeologische Bewertung - Bodenuntersuchungsprogramm SAD Münchehagen - Bericht, Archiv-Nr. 110 329, Hannover

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1993): Stellungnahme zu „Ergänzungsuntersuchungen an 4 ausgewählten Probenahmepunkten - Untersuchungsergebnisse - Bodenuntersuchungsprogramm SAD Münchehagen" (INSTITUT FÜR ABFALLENTSORGUNG UND ALTLASTENSANIERUNG DR. J. GÖTTNER, BERLIN, 1993)

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1996): Grundwasserüberwachung im Nahbereich der Altlast Münchehagen - Sachstandsbericht, Archiv-Nr. 114372, Hannover

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (1994): Die Belastung der niedersächsischen Fließgewässer mit Schwermetallen und organischen Problemstoffen - Bearbeitung: STEFFEN, D., Hildesheim

NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (Hrsg.) (1993): Altlastenprogramm des Landes Niedersachsen - Altablagerungen - Altlastenhandbuch, Hannover

PanGeo-GEOWISSENSCHAFTLICHES BÜRO (16.03.1990): Vorgehensweise bei der Risikoabschätzung für die Altdeponie Münchehagen.- Diskussionspapier, Hannover.

PanGeo-GEOWISSENSCHAFTLICHES BÜRO (1993): SAD Münchehagen, Entwicklung einer Konzeption für die Risikoabschätzung - Phase I der Risikoabschätzung - Gutachten, Hannover

PanGeo-GEOWISSENSCHAFTLICHES BÜRO (1994): Risikoabschätzung SAD Münchehagen - Phase II: Bodengas- und Luftemissionen und -immissionen und Wirksamkeit der geplanten Sicherungsmaßnahmen im Bereich der SAD Münchehagen" - Vorab-Stellungnahme, Hannover

PanGeo-GEOWISSENSCHAFTLICHES BÜRO (1996): Altlast Münchehagen, Risikoabschätzung - Risikoabschätzung Phase II - Gutachten, Hannover.

PanGeo-GEOWISSENSCHAFTLICHES BÜRO (30.05.1990): Erarbeitung einer Konzeption für die Risikoabschätzung für die ehemalige Sonderabfalldeponie Münchehagen" - Angebot, Hannover.

E Anlagen

Wirkungspfad LUFT

Anl. 0: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (12.02.1997): Stellungnahme des Dezernates 56; Hannover.

Wirkungspfad BODEN

keine Anlagen

Wirkungspfad OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Anl. 1: Lage der Sedimentprobenahmepunkte, Umgebung der Altlast (Lageplan)

Anl. 2: Lage der Sedimentprobenahmepunkte, Umgebung der Altlast (Luftbild)

Anl. 3: Bestandsplan der Probenahmepunkte, Deponiegelände

Anl. 4: Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen von 1991 bis 1996 (Tabelle)

Anl. 5: Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen von 1992 bis 1996 (Grafik)

Anl. 6: Funktionsprinzip des Sedimentkastens

Anl. 7: Kongenerenverteilung der PCDD/F (1995)

Anl. 8: Kongenerenverteilung der PCDD/F (1996)

Anl. 9: Zusammenstellung von Orientierungswerten und Umweltstandards

Wirkungspfad GRUNDWASSER

Anl. 10: NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1996): Grundwasserüberwachung im Nahbereich der Altlast Münchehagen.- Sachstandsbericht, Archiv-Nr. 114372; Hannover.

ANL. 11: MAIER, J. (1995): Feld- und Laboruntersuchungen zum Stofftransport in grundwasserführenden, geklüfteten Tongesteinen am Beispiel der Sonderabfalldeponie Münchehagen.- Z. dt. geol. Ges., 146: 201-207; Hannover.

siehe auch:

MAIER, J. & DÖRHÖFER, G. (1994): Schadstofftransport in klüftigen Tongesteinen - Feld- und Laboruntersuchungen unter besonderer Berücksichtigung organischer Schadstoffe.- In: DÖRHÖFER, G., THEIN, J. & WIGGERING, H. (Hrsg.): Modellfall Altlast Sonderabfalldeponie Münchehagen.-Umweltgeologie heute, 4: 119-127; Ernst & Sohn, Berlin.

Anl. 12: GEO-INFOMETRIC (1997): Altlast Münchehagen - Modellrechnung zur Entwurfsplanung der hydraulischen Systeme.- Zusammenfassung des Ergebnisberichtes; Hildesheim. [Bericht in Vorbereitung]