

Mitteilung des Instituts
für Grundbau und Bodenmechanik
Technische Universität Braunschweig



Heft Nr. 35

IGB·TUBS

Probenentnahme bei der Erkundung von Verdachtsflächen

Fachseminar 13. September 1991

Zusammengestellt von U. Sehrbrock

Braunschweig 1992

(2. überarbeitete u. ergänzte Auflage)

Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. W. Rodatz

Vorwort zur zweiten Auflage

Am 13.09.1991 fand an der TU Braunschweig ein eintägiges Fachseminar zum Thema "Probenentnahme bei der Erkundung von Verdachtsflächen (Altlasten)" statt. Veranstalter war das Institut für Grundbau und Bodenmechanik. Ziel des Seminars war die Darstellung von fachgerechten Vorgehensweisen bei der schwierigen Erkundung von Verdachtsflächen. Darüber hinaus sollte eine Möglichkeit geboten werden, eventuell vorhandene unterschiedliche Betrachtungsweisen der mit der Entnahme und Behandlung von Proben verbundenen Problematiken in einem größeren sachverständigen Kreis zu diskutieren.

Die Resonanz, die das Seminar mit über 200 Anmeldungen gefunden hat, belegt, daß die behandelte Thematik von großem Interesse bei Behörden und auf diesem Gebiet tätigen Ingenieurbüros ist.

Aus den Vorträgen und den anschließenden zum Teil regen Diskussionen wurde deutlich, daß, bedingt durch die notwendige Einbeziehung mehrerer Verfahren (der Erkundung und Analyse) und die damit erzwungene Zusammenarbeit von Fachleuten unterschiedlicher Disziplinen, verschiedenartige Sichtweisen aufeinander abgestimmt werden müssen. Den Interessen des Auftraggebers an einer kostengünstigen Erkundung stehen beispielsweise die des Arbeitsschutzes erst einmal grundsätzlich entgegen. Des weiteren klaffen, wie die Erfahrungen zeigen, bei der Art der Probenahme, die in einem hohen Maße die Analyseergebnisse, ob bei Boden-, Wasser- oder Bodenluftprobe, beeinflussen oder gar verfälschen kann, die Wunschvorstellungen des Arbeitsschutzes, des Ausführenden und des Analytikers gelegentlich weit auseinander. Organoleptische Beurteilungen, für einen Geologen, Ingenieur oder Chemiker wichtige Hilfe für eine erste Einschätzung, verbieten sich im Interesse des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zu einem großen Teil, was dem Praktiker vor Ort in der Regel zwar bekannt ist, jedoch offensichtlich häufig verdrängt wird.

Die Schwierigkeit, mit stichprobenartigen Untersuchungen Aussagen von unter Umständen erheblicher Tragweite zum Zustand einer Fläche bzw. eines Volumens machen zu müssen, wurde durch die Vortragenden und besonders in einigen Diskussionsbeiträgen verdeutlicht, wobei klar wurde, daß gerade in dieser Hinsicht die Erfahrungen, Kenntnisse und das Einfühlungsvermögen des Bearbeiters von ausschlaggebender Bedeutung sind. Allgemeingültige Handlungsanweisungen ("Strickmuster"), wie sie des öfteren erbeten wurden, konnte niemand geben.

In diesem Spannungsfeld ein allen Interessen und Erfordernissen gerecht werdendes Vorgehen zu ermöglichen, bleibt zur Zeit noch oft leider die alleinige Sache des Bearbeiters, der mit seinen Kenntnissen auch interdisziplinärer Zusammenhänge die im Grundsatz zum Teil gegensätzlichen Forderungen miteinander in Einklang bringen muß.

Die Vorträge des Seminars sind in einer ersten Auflage als Heft 35 der Reihe "Mitteilungen des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik", Technische Universität Braunschweig, veröffentlicht worden. Für die nun fertiggestellte 2. Auflage wurden einige der Beiträge ergänzt bzw. in einem Fall neu aufgenommen, so daß nun ein Band vorliegt, in dem die Problematik der Probenentnahme auf Verdachtsflächen in kurzen Aufsätzen umfassend behandelt wird.

Braunschweig im Januar 1992



Prof. Dr.-Ing. W. Rodatz

Inhaltsverzeichnis

Veranlassung von Untersuchungen aus der Sicht der Verwaltung; rechtliche Grundlagen J. Wehner	1
Möglichkeiten der Erkundung / Geräte U. Sehrbrock	21
Entnahme von Bodenproben M. Mueller von der Haegen, R. Moritz	45
Entnahme von Wasserproben K. Söhngen	57
Entnahme von Bodenluftproben Th. Overmann	69
Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Probenentnahme auf Altlasten R. Egermann, U. Sehrbrock	85
Möglichkeit und Grenzen der Vor-Ort-Untersuchungen U. Sehrbrock	99
Ausschreibung von Erkundungsarbeiten Dr. J. Bartels-Langweige	111
Bewertung von Erkundungs- und Analyseergebnissen Th. Lüneburg	133
Autorenverzeichnis	151
Inserentenverzeichnis	153
Verzeichnis der Institutsmitteilungen	155

VERANLASSUNG VON UNTERSUCHUNGEN AUS SICHT DER VERWALTUNG;
RECHTLICHE GRUNDLAGEN
Joachim Wehner

1. EINLEITUNG

Diese Fortbildungsveranstaltung befaßt sich mit der Probenahme bei der Erkundung von Verdachtsflächen (Altlasten). Die Probenahme ist wesentlicher Teil des Gesamtthemas Untersuchungen von Verdachtsflächen. Die folgenden Ausführungen zum Stichwort Untersuchungen haben volle Gültigkeit auch für das Teilthema Probenahme.

Ein Unterschied zwischen "Verdachtsflächen" und dem in Klammern hinter dem Tagungsthema stehenden Begriff "Altlasten" besteht nur insofern, als aus Verdachtsflächen Altlasten werden, wenn dort aufgrund von Untersuchungsergebnissen oder sonstigen Erkenntnissen Verunreinigungen festgestellt werden, die die menschliche Gesundheit, die Umwelt oder sonst die öffentliche Sicherheit und Ordnung gefährden (LAGA, 1991).

In diesem Sinne werden beide Begriffe im weiteren Text verwendet.

Dieser Beitrag behandelt die Bedeutung, die Veranlassung und die Rechtsgrundlagen von Untersuchungen schwerpunktmäßig aus Sicht der Hamburger Verwaltung. Die Ausführungen haben im wesentlichen auch Gültigkeit für die anderen Bundesländer.

2. FUNKTION UND BEDEUTUNG VON UNTERSUCHUNGEN

Zum einen sind Untersuchungen von Boden-, Wasser- und Gasproben wichtige Hilfsmittel beim Vorgehen gegenüber Altlasten und Verdachtsflächen.

Von ihrem Ergebnis hängen die wesentlichen Entscheidungen sowohl in ökologischer als auch in ökonomischer Hinsicht ab, z.B. darüber

- ob eine Verdachtsfläche überhaupt als relevante Altlast eingestuft werden muß;
- ob und mit welcher Priorität sie zu bearbeiten ist;
- welches Ziel und welchen Umfang eine Sanierung haben muß;
- ob sich nach Durchführung von Maßnahmen der angestrebte Sanierungserfolg eingestellt hat oder weitere Schritte erforderlich sind.

Zum anderen stellen Untersuchungen von Altlasten und Verdachtsflächen für sich gesehen erhebliche Kosten- und Zeitfaktoren dar. Sie können bei größeren Altlasten Aufwendungen in Höhe von mehreren Hunderttausend bis zu einigen Millionen DM ausmachen und damit einen nicht unbeträchtlichen Anteil an den insgesamt für eine Maßnahme verfügbaren Sanierungsmitteln erreichen. Sie erstrecken sich - bedingt durch das erforderliche schrittweise Vorgehen - häufig über mehrere Jahre.

Daraus folgt, daß derartige Untersuchungen wegen ihrer Bedeutung bei der Entscheidungsfindung und Ressourcensteuerung einerseits so gründlich und sorgfältig wie nötig gemacht werden müssen, andererseits wegen der Eigenkosten und der Zeitbedarfe nur so sparsam wie möglich eingesetzt werden dürfen.

Die daraus resultierenden Zielkonflikte und Optimierungsprobleme lassen sich wegen der Komplexität der Aufgabenstellung nicht mit einfachen Rezepten lösen. Angesichts verschiedener einsetzbarer Untersuchungsverfahren mit unterschiedlicher Aussagekraft und unterschiedlichem Vertrauensbereich sowie wegen der möglichen sehr unterschiedlichen Untersuchungsichte (Raster) und lokalen Verteilung von Probenahmepunkten sind bestimmte Mindestvoraussetzungen planerischer und konzeptioneller Art für eine erfolgreiche Untersuchung zu erfüllen. So sollten die für die Untersuchung Verantwortlichen jeweils vor Maßnahmebeginn

- festlegen, welche Ziele mit der Untersuchung insgesamt und den als nächstes vorgesehenen Teilschritten erreicht werden sollen,

- prüfen, welche alternativen Untersuchungsmethoden mit welchem Untersuchungsumfang dafür verfügbar sind, wo dabei die Risiken und Grenzen liegen und welche Maßnahmen zur Qualitätssicherung unbedingt ergriffen werden müssen,
- welche Kosten und Zeitbedarfe dafür jeweils aufgewendet werden müssen, und danach
- entscheiden, welches Untersuchungsprogramm unter Effektivitäts-, Kosten- und Zeitgesichtspunkten anzuwenden ist.

3. ZIELSETZUNG VON UNTERSUCHUNGEN

Grundlage für ein Untersuchungsprogramm ist die Festlegung des Untersuchungsziels/der Untersuchungsziele auf der Basis des bisherigen Erkenntnisstandes.

Unterschiedliche Zielsetzungen, die zu Untersuchungen Anlaß geben können, möchte ich im folgenden kurz erläutern, wobei das für die Bearbeitung von Altlasten und Verdachtsflächen gebräuchliche Phasenmodell einen groben Orientierungsrahmen abgibt.

Untersuchungen von Boden-, Wasser-, Gasproben werden in allen Phasen mit Ausnahme der Phase 1 (Erfassung) durchgeführt. Die am Ende dieser Phase stehende Erstbewertung stützt sich generell auf bereits vorliegende Informationen aus verfügbaren Unterlagen sowie ggfs. eine zusätzliche Ortsbesichtigung.

Die wesentlichen Untersuchungen vor Ort beginnen mit der Phase 2 (Orientierungsphase). Hier geht es zunächst darum, zu klären, ob sich der bestehende Verdacht bestätigt, und ggfs. den Handlungsbedarf für weitere Maßnahmen und deren Dringlichkeit zu bestimmen (Prioritätensetzung).

Außerdem ist es wichtig, bereits im Rahmen der orientierenden Untersuchungen der Phase 2 Ermittlungen nach den Quellen bzw. dem Verursacher/den Verursachern einer Altlast und den sonst Verantwortlichen anzustellen, um sie nach Feststellung einer Gefahrensituation zu weiteren Maßnahmen heranziehen zu können.

In der Phase 3 (Detailphase) kommt es darauf an, Art und Ausmaß der Altlast abschließend festzustellen, d.h. die Ausdehnung nach Fläche und Tiefe sowie den Konzentrationsverlauf der ggfs. unterschiedlichen Schadstoffe zu bestimmen. Diese Daten bilden im Zusammenhang mit der Auswertung der (hydro-) geologischen Situation und der Nutzungssituation im Bereich der Verdachtsfläche und im Umfeld (Nutzung des Grundwassers und der oberirdischen Gewässer, Flächennutzung, Bebauungsplanung) die Grundlagen für die endgültige Gefährdungsbeurteilung und die Festlegung der Ziele für Gefahrenabwehrmaßnahmen (Sicherung und Sanierung).

Dabei sind die unterschiedlichen Gefährdungspfade zu berücksichtigen. Diese können sein:

- direkter Kontakt (einschl. Arbeitsschutz)
- Luft (Ausgasung, Verwehung)
- Grundwasser
- oberirdische Gewässer
- Boden als Pflanzenstandort und
- Bauwerke.

Außerdem ist zu ermitteln, welcher Pfad für das Gefährdungspotential vorrangig bzw. entscheidend ist und welche Pfade ggfs. zusätzlich für das weitere Verfahren relevant sind. Erfahrungsgemäß ist bei über 90% der Altlasten der Grundwasserpfad relevant und bei schätzungsweise zwei Dritteln der Fälle der entscheidende Gefährdungspfad.

Im Zusammenhang mit einem vorgesehenen Wechsel der Nutzung oder des Eigentums an einer Verdachtsfläche sind häufig Untersuchungen zum Zwecke der Beweissicherung notwendig. Um den Status quo festzuhalten, sollten diese Untersuchungen in der Regel vor, allenfalls noch parallel zum Abbruch vorhandener Bausubstanz und den damit einhergehenden Erdbewegungen stattfinden. In diesen Fällen kommt es in besonderem Maße auf qualitativ abgesicherte und genau dokumentierte Ergebnisse an, damit diese im Falle späterer Auseinandersetzungen auch vor Gericht als Beweismittel verwendbar sind.

In der Phase 4 (Sanierungsvorbereitung) werden Untersuchungen vorrangig mit dem Ziel durchgeführt, physikalische Kenngrößen des Untergrundes im Hinblick auf die Eignung für bestimmte Sanierungsverfahren zu ermitteln (Korngrößenverteilung des Bodens, Durchlässigkeit für Flüssigkeiten wegen der Eignung für hydraulische Maßnahmen, für die Bodenwäsche oder die biologische in-situ-Reinigung).

Untersuchungen während der Phase 5 (Sicherung und Sanierung) zielen hauptsächlich auf die laufende Kontrolle des Sanierungsfortschritts ab. Dabei wird die Überwachung zur Eingrenzung des Aufwandes häufig auf bestimmte Leitsubstanzen bzw. Summenparameter beschränkt.

Nach abgeschlossener Sanierung dienen Untersuchungen der Kontrolle des Sanierungserfolgs und der Entscheidung über die endgültige Einstellung der Maßnahmen (Phase 6 - Nachsorge) (UMWELTBEHÖRDE, LAGA, 1989/91).

4. RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Da Untersuchungen mit erheblichen Kosten für die Verwaltung oder private Kostenträger verbunden sind und auch sonst in die Rechte privater Beteiligter eingreifen (Nutzungseinschränkungen von Grundstücken, Störungen von Betriebsabläufen), können diese Maßnahmen nur auf gesicherter Rechtsgrundlage durchgeführt werden.

Die wesentlichen Rechtsgrundlagen für die Erkundung von Verdachtsflächen ergeben sich aus

1. dem Wasserrecht
2. dem Abfallrecht
3. dem allgemeinen Polizeirecht
4. dem Immissionsschutzrecht
5. dem Baurecht

(HERRMANN 1986).

In Sonderfällen ergeben sich Untersuchungskompetenzen für Altlasten und Verdachtsflächen aus weiteren Rechtsvorschriften

(z.B. nach dem Bergrecht in Bergbaugebieten - LAGA 1991), auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Dabei ist zu beachten, daß die genannten Rechtsbereiche nicht ausschließlich in der Gesetzgebungskompetenz des Bundes liegen, sondern zu einem erheblichen Teil in die Zuständigkeit der Länder fallen. So wird das Abfallrecht konkurrierend vom Bund und von den Ländern erlassen, auf dem Gebiet des Wasserhaushalts darf der Bund lediglich Rahmenvorschriften schaffen (Art.74 und 75 des Grundgesetzes). In beiden Fällen gibt es zu den Bundesgesetzen jeweils spezialgesetzliche Regelungen bzw. Ausführungsgesetze der Länder. Das allgemeine Polizeirecht und die hier interessierenden Bestimmungen des Baurechts (Bauordnungsrecht) unterfallen generell den Ländern.

Das hat zur Folge, daß die in den einzelnen Ländern geltenden Regelungen etwas unterschiedlich sind. Aufgrund der gleichen grundgesetzlichen und z.T. bundesgesetzlichen Basis (Abfallgesetz, Wasserhaushaltsgesetz), der Orientierung von Landesgesetzen an länderübergreifenden Musterbestimmungen sowie der Tradition der über das einzelne Bundesland hinaus wirksamen Rechtsprechung sind jedoch Zielrichtung, wesentlicher Inhalt und Anwendung der einschlägigen landesrechtlichen Bestimmungen weitgehend identisch.

Daher sind die im folgenden aus hamburgischer Sicht gemachten Ausführungen grundsätzlich zumindest auf die anderen alten Bundesländer übertragbar. Durch das Gesetz zum Einigungsvertrag vom 23.09.1990 wurde die Basis zur Übertragung der einschlägigen Bundesgesetze auf die neuen Länder gelegt. Über den aktuellen Stand der Angleichung des Landesrechts in den neuen Ländern kann ich hier keine Angaben machen.

4.1 Kompetenzen zur Durchführung von Untersuchungen

Bei den behördlichen Kompetenzen zur Durchführung von Untersuchungen sollte zunächst unterschieden werden zwischen

- Aufgaben der Überwachung zum einen
- sowie den

- Aufgaben der Gefahrenabwehr zum anderen.

Die Unterscheidung ist wichtig, da daran u.a. Konsequenzen hinsichtlich des zur Ausführung verpflichteten Personenkreises sowie für die Kostentragung anknüpfen-vgl. 4.1.7 (HERRMANN 1986).

4.1.1 Untersuchungen aufgrund der wasserrechtlichen Überwachungskompetenz

Nach § 64 des Hamburgischen Wassergesetzes (Landesgesetz) hat die Wasserbehörde u.a. den Zustand und die Benutzung der Gewässer zu überwachen. Sie trifft nach pflichtgemäßem Ermessen die dazu erforderlichen Anordnungen. Gewässer in diesem Sinne ist auch das Grundwasser als wesentliches Schutzgut bei den meisten Altlasten.

Aufgrund dieser Vorschrift besitzt die Wasserbehörde eine weitreichende Möglichkeit zur Entnahme von Wasser- und Bodenproben.

Eine Ermächtigung zur Überwachung und damit zur Entnahme von Wasser-, Boden- und ggfs. Gasproben enthält auch § 21 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Da es sich bei dieser Bestimmung um die Überwachung von Gewässerbenutzungen handelt, hat diese Bestimmung für das Thema Altlasten und Verdachtsflächen nur begrenzte Bedeutung.

4.1.2 Untersuchungsmaßnahmen aufgrund der abfallrechtlichen Überwachungskompetenz

Nach § 11 Abs. 1 des Abfallgesetzes (Bundesgesetz) unterliegt die Entsorgung von Abfällen der Überwachung durch die zuständige Behörde. Zulässige Überwachungsmaßnahme in diesem Zusammenhang kann auch die Entnahme von Wasser-, Boden- und Gasproben sein.

Konkurrierend zum Wasserrecht erlaubt also auch das Abfallrecht den dafür zuständigen Behörden, Untersuchungen an Altlasten und Verdachtsflächen vorzunehmen, und zwar unter zweierlei Voraussetzungen:

- 1. wenn eine Umweltbeeinträchtigung durch den Vorgang der (ggfs. unzulässigen) Abfallbeseitigung verursacht wird

oder

- 2. wenn von einer Abfallbeseitigungsanlage eine solche Beinträchtigung ausgeht.

Der Tatbestand einer unsachgemäßen Abfallbeseitigung ist z.B. gegeben, wenn Abfälle "in der hintersten Ecke" eines Grundstücks vergraben werden oder ein Faß mit Sonderabfällen sozusagen " hinter dem Knick" gefunden wird. In beiden Fällen handelt es sich nicht um Abfallbeseitigungsanlagen!

Von weitaus größerer Bedeutung für den Komplex der Altlastenuntersuchung nach Abfallrecht ist jedoch die Überwachung von Abfallbeseitigungsanlagen. Abfallbeseitigungsanlagen sind sowohl "wilde" (ungenehmigte) Kippen als auch geordnet betriebene (genehmigte oder geduldete) Deponien. Eine Anlage im Sinne des Abfallgesetzes ist z.B. auch ein Grundstück, das zielgerichtet aufgehöhht wurde, um sich des Aufhöhungsmaterials zu entledigen (subjektiver Abfallbegriff); sie entsteht jedoch nicht durch die Aufhöhung eines Grundstückes ausschließlich zum Zwecke der besseren Bebaubarkeit mit hierzu geeignetem Material (BAUBEHÖRDE 1985, HERRMANN 1986).

Nach dem Wortlaut des Abfallgesetzes darf sich die Überwachung auch auf stillgelegte Anlagen und generell auf Grundstücke erstrecken, auf denen vor dem Inkrafttreten des 1. Abfallgesetzes am 11. Juni 1972 mit Abfällen umgegangen worden ist, wenn dies zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit erforderlich ist.

4.1.3 Untersuchungsmaßnahmen aufgrund der immissionsschutzrechtlichen Überwachungskompetenz

Die Überwachungskompetenz nach § 52 des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) kann ebenfalls für den Themenkomplex Altlasten und Verdachtsflächen von Bedeutung sein, wenn Verunreinigungen von Boden- und Grundwasser von einer nach § 4 dieses Gesetzes genehmigungspflichtigen Anlage ausgehen. Dies ergibt sich daraus, daß nach § 5 Abs. 1 des BImSchG genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben sind, daß schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche

Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Dies rechtfertigt zu Überwachungszwecken ggfs. die Entnahme von Boden-, Wasser- und Gasproben durch die Aufsichtsbehörde (HERRMANN 1986).

4.1.4 Untersuchungen im Rahmen der Gefahrenabwehr nach Wasserrecht

Wie bereits erwähnt, kann sich Untersuchungsbedarf nicht nur im Rahmen der behördlichen Überwachung, sondern auch als Teil der Gefahrenabwehr ergeben. Nach § 64 des Hamburgischen Wassergesetzes hat die Wasserbehörde auch Gefahren von der Allgemeinheit oder einem einzelnen abzuwehren, durch die die öffentliche Sicherheit und Ordnung bedroht wird, und Störungen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung zu beseitigen. Die Wasserbehörde hat nach pflichtgemäßem Ermessen die dazu erforderlichen Anordnungen zu treffen. Weiter heißt es wörtlich: "Soweit von Ablagerungen und ausgetretenen Stoffen Gefahren für den Wasserhaushalt zu besorgen sind, kann insbesondere die Errichtung und der Betrieb von Meß- und Kontrollstellen sowie die Untersuchung von von Wasser- und Bodenproben und die Vorlage von Untersuchungsergebnissen angeordnet werden."

4.1.5 Untersuchungen im Rahmen der Gefahrenabwehr nach allgemeinem Polizeirecht

Ergänzend zu den Regelungen nach Wasserrecht steht die Befugnis zur Anordnung von Gefahrenabwehrmaßnahmen nach allgemeinem Polizeirecht (Landesrecht). In Hamburg sind die entsprechenden Regelungen im Gesetz zum Schutz der öffentlichen Sicherheit u. Ordnung (SOG) getroffen.

4.1.6 Verhältnis von Wasserrecht, Abfallrecht und allgemeinem Polizeirecht

Eine Konkurrenzsituation zwischen Wasser- und Abfallrecht entsteht in der Praxis bei Fällen, bei denen eine Gewässergefährdung vom Vorgang der Abfallbeseitigung oder von einer Abfallbeseitigungsanlage ausgeht, wenn also beide Gesetze betroffen sind. Für diesen Fall kann ein Vorrang eines Rechts vor dem

anderen nicht abgeleitet werden. Vielmehr besteht eine parallele Eingriffskompetenz. Es müssen dann Gesichtspunkte der Zweckmäßigkeit darüber entscheiden, welches Gesetz als Grundlage für ein Verwaltungshandeln angewendet werden soll. Für den Fall, daß für das Wasserrecht und das Abfallrecht verschiedene Dienststellen zuständig sind, ist damit auch zu entscheiden, welche Behörde die Federführung übernimmt.

Beachtlich erscheint, daß bei Boden- und Gewässerverunreinigungen durch Abfallbeseitigungsanlagen alle gegenüber dem Anlagenbetreiber nach dem Wasserrecht durchsetzbaren Maßnahmen auch nach dem Abfallrecht durchsetzbar sind, darüberhinaus aber auch Maßnahmen, die sich auf weitere Auswirkungen der Anlage beziehen, wie Staub-, Gas- und Geruchsemissionen.

Das Abfallrecht umfaßt also hinsichtlich der Untersuchung von Abfallbeseitigungsanlagen mehr als das Wasserrecht (BAUBEHÖRDE 1985).

Die wasserrechtliche Regelung als spezialgesetzliche Regelung geht dem allgemeinen Polizeirecht vor. Soweit demnach Maßnahmen nach Wasserrecht getroffen werden können, ist für die Anwendung des Polizeirechts kein Raum mehr (HERRMANN 1986).

Ebenso läßt sich wohl ein spezialgesetzlicher Vorrang des Abfallrechts gegenüber dem Polizeirecht ableiten.

Andererseits kann das allgemeine Polizeirecht die Grundlage für die Anordnung von Untersuchungen bilden, wenn z.B. von einer Altlast Gefahren ausgehen, die nicht nach dem Wasserrecht und auch nicht nach dem Abfallrecht abzuwehren sind. Dabei kann es sich insbesondere um Gefahren für die menschliche Gesundheit handeln, die von alten Abfallanlagen aus der Zeit vor dem Inkrafttreten des Abfallgesetzes am 11. Juni 1972 stammen.

4.1.7 Generelle Zuständigkeit und pflichtige Personen für die Durchführung von Untersuchungen und die Kostentragung

Das Wasserrecht (§ 64 des Hamburgischen Wassergesetzes) gewährt

der Wasserbehörde eine sehr weitgehende Zuständigkeit für die Entnahme von Wasser- und Bodenproben. Sie kann alle Untersuchungen durchführen, die sie im Rahmen ihrer Überwachungskompetenz zum Schutz des Grundwassers für notwendig hält.

Als Anlaß genügt z.B. die Absicht, Datenlücken über die Beschaffenheit des Grundwassers in einem bestimmten Gebiet zu schließen, ohne daß dazu ein qualifizierter Verdacht einer Gewässergefährdung vorliegen muß. Die Eingriffsschwelle liegt sehr niedrig (BAUBEHÖRDE 1985).

Andererseits liegt auch die Zuständigkeit für die Durchführung und die Kostentragung derartiger Überwachungsmaßnahmen wegen des sogenannten Amtsermittlungsgrundsatzes generell bei der Wasserbehörde.

Wenn allerdings bei derartigen Untersuchungen Schadstoffe gefunden werden, eröffnet sich gleichwohl für die Wasserbehörde die Möglichkeit, mindestens von dem nachweislichen Verursacher einer Gewässerverunreinigung die Kosten nachträglich einzufordern. Eine solche Regelung wird in § 67 des Hamburgischen Wassergesetzes getroffen.

Eine von vornherein andere Grundsituation für das Handeln der Wasserbehörde ist dann gegeben, wenn bereits gesicherte Erkenntnisse über das Vorliegen einer Gefahrensituation bestehen und nur noch Art und Ausmaß der Gefahr zu ermitteln sind. In diesem Falle verlagert sich die Handlungspflicht auf die für die Altlast Verantwortlichen. Die Anordnungen zur Durchführung der erforderlichen Untersuchungsmaßnahmen sind nach dem ergänzend heranzuziehenden Polizeirecht gegen den Verursacher einer Gefahrensituation, z.B. den Betreiber einer Anlage oder den Ablagerer von Schadstoffen (umstritten bei Depo- nien) zu richten (§ 8 SOG), im übrigen gegen den Eigentümer der Anlage bzw. des mit der Altlast behafteten Grundstücks oder denjenigen, der die tatsächliche Gewalt über diese Sachen ausübt (§ 9 SOG). Zwischen der Inanspruchnahme des Verhaltensstörers nach § 8 SOG und des Zustandsstörers nach § 9

SOG hat die Behörde ein Auswahlermessen. Dabei ist in erster Linie maßgebend, auf welche Weise bzw. mit welchem Störer die Gefahrenabwehr am besten erreicht werden kann. Im Zweifelsfall und bei Doppelstörerschaft (aus Verhaltens- und Zustandsstörung) ist die vorrangige Inanspruchnahme aus Verhaltensstörung anerkannt.

Die Handlungspflicht der insoweit Verantwortlichen schließt wiederum die Kostentragung ein.

Die Forderungen der Wasserbehörde sind generell durch Verfügung (Verwaltungsakt) an die Verantwortlichen zu richten und notfalls mit Mitteln des Verwaltungszwanges durchzusetzen.

Steht eine Gefahr unmittelbar bevor und ist eine Verfügung gegenüber einem Verursacher oder verantwortlichen Grundeigentümer insbesondere aus Zeitgründen nicht mehr möglich, kann die zuständige Behörde die erforderlichen Maßnahmen aber selbst im Wege der unmittelbaren Ausführung treffen und vom Pflichtigen anschließend Kostenerstattung verlangen (§ 7 SOG). Die vorgenannten Grundsätze zur Auswahl des Pflichtigen (Handlungs- oder Zustandsstörer) gelten auch in diesem Falle.

Auch aus dem Abfallrecht lassen sich ähnliche Grundsätze für die Zuständigkeiten des Handelns und die Zahlungspflicht ableiten wie aus dem Wasserrecht. Erste Untersuchungen im Rahmen der Überwachung der Abfallentsorgung liegen nach § 11 des Abfallgesetzes im Zuständigkeitsbereich der Behörde, die auch die Kosten dieser Maßnahmen trägt. Dabei wird ausdrücklich zugelassen (§ 11, Abs. 1, Satz 2), daß die Untersuchungen sich auch auf stillgelegte Abfallentsorgungsanlagen (Verdachtsflächen, Altlasten ?) und generell auf alle Grundstücke erstrecken, auf denen vor dem 11. Juni 1972, also vor Inkrafttreten der ersten abfallrechtlichen Vorschriften des Bundes Abfälle angefallen sind, behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind, soweit dies - und das ist hier eine gewisse Einschränkung - "zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit erforderlich

ist." Stillgelegte Anlagen älteren Datums unterliegen also mindestens nicht der Regelüberwachung.

Der Begriff des Wohls der Allgemeinheit ist hier wie in § 2 des Abfallgesetzes zu verstehen.

Ergeben sich allerdings anlässlich der behördlichen Überwachungsmaßnahmen konkrete Hinweise auf umweltgefährdende Zustände, so kann die zuständige Behörde den Inhaber einer Abfallbeseitigungsanlage verpflichten, Vorkehrungen zu treffen, die erforderlich sind, Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit zu verhüten. Dies bedeutet, sie kann dem Betreiber einer Anlage alle notwendigen Maßnahmen zur Beseitigung eines gefährlichen Zustands einschließlich der vorbereitenden Untersuchungen auferlegen. Dies allerdings gilt nur für die nach dem Inkrafttreten des 1. Abfallgesetzes am 11. Juni 1972 stillgelegten Anlagen und natürlich unter der Voraussetzung, daß noch ein leistungsfähiger Betreiber als Adressat existiert.

Es gibt an der Universität Hamburg auch die Meinung, daß aufgrund des Polizeirechts grundsätzlich neben den Betreibern die Abfallproduzenten zu Untersuchungen und Sanierungen heranzuziehen sind (BAUBEHÖRDE 1985).

Unbeschadet bleibt die Möglichkeit der Abfallbehörde für den Fall, daß sie weder Betreiber noch Abfallproduzenten heranziehen kann, selbst und auf eigene Kosten die notwendigen Untersuchungen und Sanierungen vorzunehmen (§ 10 des Hamburgischen Ausführungsgesetzes zum Abfallgesetz).

4.1.8 Grenzbereiche der Zuständigkeiten

Die genannten Handlungspflichten der Verantwortlichen im Rahmen der Gefahrenabwehr bestehen mindestens dann eindeutig, wenn

1. eine Gefahrensituation vorliegt, aus der mit hinreichender Wahrscheinlichkeit auf den Eintritt eines Schadens geschlossen werden kann (wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden) und zugleich
2. Art und Umfang des im Boden und Grundwasser vorhande-

nen Gefährdungspotentials hinreichend bestimmt sind.

Ein rechtlich relevanter Schaden im Sinne von Nr. 1 tritt bereits ein, wenn ein durch die einschlägigen Gesetze geschütztes Rechtsgut, z.B. die Reinheit der Gewässer oder der Wasserhaushalt, beeinträchtigt wird.

Ist die erste der beiden o.g. Voraussetzungen nicht oder noch nicht erfüllt, weil z.B. nur Vermutungen über eine Bodenbelastung vorliegen, besteht demnach also noch weiterer Aufklärungsbedarf über das Bestehen einer Gefahr, so wird diese Aufgabe nach überwiegender Rechtsmeinung der Aufgabensphäre der Behörde zugeordnet (sogen. Amtsermittlungsgrundsatz).

Haben jedoch die Ermittlungen das tatsächliche Vorliegen einer Gefahrensituation ergeben, so ist bisher in der Rechtslehre streitig gewesen, ob dann bereits alle weiteren Untersuchungen zur Feststellung von Art und Ausmaß der Verunreinigung dem Pflichtigen per Verfügung aufgegeben werden können oder ob auch diese noch von der Behörde durchzuführen sind. Nach der neuerlichen Hamburger Rechtssprechung ist für Hamburg Klarheit dahingehend geschaffen, daß nach Feststehen einer Gefahrensituation die weiteren notwendigen Untersuchungen dem Pflichtigen aufgegeben werden können.

Zusammenfassend lassen sich für die Bereiche des Wasserrechts und des Abfallrechts unter Berücksichtigung der polizeirechtlichen Grundsätze folgende vereinfachende Aussagen zur Handlungsverantwortung und Kostentragung bei Untersuchungen machen:

Überwachung und Gefahrenforschung (Besteht eine Gefahr?) fallen in die Aufgabensphäre der zuständigen Behörde. Die Beseitigung eines Gefahrenzustandes einschließlich vorbereitender Untersuchungen kann einem privaten Pflichtigen auferlegt werden. Diese Regelungen betreffen jeweils auch die Kostentragung.

Als Pflichtige kommen in Frage:

- der Verursacher einer Gewässerverunreinigung nach Wasserrecht
- der Betreiber einer Abfallbeseitigungsanlage nach Abfallrecht
- der Handlungsstörer (Verursacher) oder der Zustandsstörer (Eigentümer oder Besitzer eines Grundstücks oder einer anderen Sache) nach Polizeirecht
- ggfs. der Abfallproduzent, nach Polizeirecht (BAUBEHÖRDE 1985).

4.1.9 Untersuchungen nach Baurecht

Bei Bauvorhaben auf Altlastflächen lassen sich Untersuchungen in begrenztem Umfang auch auf das Baurecht stützen. Gesetzliche Grundlagen finden sich in der Hamburgischen Bauordnung (HBauO), insbesondere in § 3 Abs. 1 und § 4 Abs.1. Die Anordnung von Untersuchungen kann nur darauf abheben, daß das Bauvorhaben im Einzelfall öffentlichrechtlichen Vorschriften nicht entspricht. Praktisch beschränkt sich diese Kompetenz darauf

- 1. zu untersuchen, welche Auswirkungen die Altlast auf ein geplantes oder beantragtes Bauvorhaben haben wird.
Dies betrifft z.B. die Tragfähigkeit des Untergrundes, die Wirkung von ätzenden oder ausgasenden Stoffen auf Fundament und Isolierungen, aber auch auf die künftigen Bewohner und Nutzer des Gebäudes.
- 2. zu prüfen, welche (nachteiligen) Auswirkungen das Bauvorhaben auf geschützte Rechtsgüter, wie z.B. das Grundwasser haben wird. Denkbar ist z.B., daß sich eine erhöhte Mobilität wassergefährdender Stoffe durch Bodenauflockerungen ergibt oder daß durch Gründungspfähle, die dichtende Schichten durchstoßen, Schadstoffe in Bewegung gesetzt und in den Grundwasserleiter transportiert werden. Falls dies zu besorgen ist, ist das Bauvorhaben insoweit unzulässig und kann nur ausgeführt werden, wenn

eine Grundwassergefährdung durch entsprechende Sicherungen oder vorherige Sanierungsmaßnahmen ausgeschlossen werden kann.

Im Einzelfall kann auch ein Baustop für ein bereits angelauenes Bauvorhaben angeordnet werden, wenn nach plötzlicher Aufdeckung von Boden- oder Grundwasserverunreinigungen Untersuchungen und Sanierungen angeordnet werden müssen, die bei einer Fortsetzung des Bauvorhabens endgültig verhindert oder unverhältnismäßig erschwert werden würden (HERRMANN 1985).

Die Anordnungen hat die Bauaufsichtsbehörde in fachlicher Abstimmung mit der Wasser- bzw. Abfallbehörde zu erlassen. Die Kosten haben Bauherr bzw. Bauantragsteller als Veranlasser zu tragen.

4.2 Pflichten von Betroffenen zur Duldung von Maßnahmen und Erteilung von Auskünften

Für die untersuchenden Stellen bzw. für deren Beauftragte sind nicht nur die Zuständigkeiten für das aktive Handeln wichtig, sondern auch die Pflichten der Anlageninhaber und Grundstückseigentümer zur Duldung der Maßnahmen.

Generell ist davon auszugehen, daß mit der behördlichen Kompetenz zur Durchführung von Überwachungen und Abwehr von Gefahren die Erlaubnis zum Betreten von Grundstücken, ggfs. auch von Wohnungen sowie zur Einsichtnahme in einschlägige Unterlagen verbunden ist. Hiermit korrespondiert die Pflicht von Anlagenbetreibern und Grundstückseigentümern, diese Maßnahmen zu dulden. Ggfs. ist zur Durchsetzung eine behördliche Duldungsverfügung zu erlassen, die auf derselben Rechtsgrundlage ergeht, die auch für die Inanspruchnahme zur Gefahrenabwehr in Frage kommt (UMWELTBEHÖRDE 1991).

Die Kompetenzen der Wasserbehörde auf diesem Gebiet sind z.B. im § 64 Abs. 4 des Hamburgischen Wassergesetzes geregelt. Danach dürfen zur Wahrnehmung der wasserbehördlichen Aufgaben "Grundstücke, Anlagen und Einrichtungen von den Beauftragten

- Orientierungshilfen,
wie Richt- und Schwellenwerte,

- Örtliche Randbedingungen,
wie Lage der Verdachtsfläche, Geo- und Hydrogeologie,
Bodennutzung, etc.,

- Randbedingungen der Erkundung,
wie Art der Aufschlußverfahren, Art der Probenentnahme,
Art des Meßstellenausbaues, etc.

herangezogen werden.

Als erster Bewertungsmaßstab wird bei der Altlasterkundung vielfach auf sogenannte Richt- und Schwellenwerte zurückgegriffen und den jeweiligen Untersuchungsergebnissen gegenübergestellt.

Die bekanntesten und am häufigsten herangezogenen Richt- und Schwellenwerte sind in der "Niederländischen-Liste" wiedergegeben.

Ziel der "Niederländischen-Liste" war die Handhabung der Beurteilung von Boden- und Grundwasserverunreinigungen mit Hilfe einer Prüftabelle mit abgestuften Konzentrationsangaben (A,B,C) für eine Reihe von Schadstoffen (BSLU, 1990).

Die "Niederländische-Liste" soll als Kriterium für die Beurteilung des Verschmutzungsgrades dienen. Sie enthält für eine größere Anzahl anorganischer und organischer Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen Konzentrationswerte, die als Beurteilungskriterien für den Grad der Verschmutzung sowohl im ungesättigten Boden als auch im Grundwasser dienen sollen.

- 5.2 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 1986, geändert durch Gesetz vom 12.02.1990, BGBl.I, S.205
- 5.3 Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallgesetz-AbfG) vom 27. August 1986, zuletzt geändert durch Gesetz zu dem Einigungsvertrag vom 23.09.1990, BGBl.II, S.885
- 5.4 Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz-BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990, geändert durch Gesetz zu dem Einigungsvertrag vom 23.09.1990, BGBl.II, S. 885
- 5.5 Hamburgisches Wassergesetz (HWaG) vom 20. Juni 1960, Hamburger GVBl.I, S.335, Stand 1. April 1991 (69.Nachtrag)
- 5.6 Gesetz zum Schutz der öffentlichen Sicherheit und Ordnung (SOG) vom 14. März 1966, Hamburger GVBl.I, S.77, zuletzt geändert durch Gesetz vom 2. Mai 1991, Hamburger GVBl.I, S. 187
- 5.7 Hamburgische Bauordnung (HBauO) vom 1. Juli 1986, Hamburger GVBl.I, S.183
- 5.8 Hamburgisches Ausführungsgesetz zum Abfallbeseitigungsgesetz (HAAbfG) vom 6. Februar 1974, Hamburger GVBl.I, S. 72,140

6. VERZEICHNIS DER SONSTIGEN LITERATUR

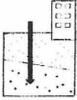
- 6.1 BECK-Texte: Umweltrecht, 5. und 6. Aufl., München 1989 und 1990
- 6.2 LAGA-Informationsschrift:

Ablagerungen und Altlasten,
Erich Schmidt Verlag, Berlin 1991

- 6.3 HERRMANN, N.: Leitfaden Flächensanierung, Rechtsgutachten im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, Hamburg 1986
- 6.4 BAUBEHÖRDE HAMBURG: Seminar zu Rechtsfragen auf dem Gebiet der Untersuchung und Sanierung von Untergrundverunreinigungen, Hamburg 1985
- 6.5 UMWELTBEHÖRDE HAMBURG:
Interne Dienstanweisungen und dienstliche Vermerke,
Hamburg 1989/91

Dipl.-Ing. Joachim Wehner
Baudirektor
Umweltbehörde Hamburg
Amt für Umweltschutz
-Gewässer-und Bodenschutz-
Hermannstraße 40

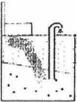
2000 H a m b u r g 1



Baugrund



Deponietechnik



Umweltgeologie

Erdbaulabor

Baugrundgutachten
Kontrollprüfungen
Deponietechnik
Hydrogeologie
Bohrungen
Altlasten
Erdstatik

Kurt-Schumacher-Allee 8-10
3012 Langenhagen
Telefon 0511-773247
Telefax 0511-732651

**Zur Erkundung von Altstandorten & Altlasten
bieten wir ihnen :**

Gefährdungsabschätzungen Sanierungskonzeptionen

Sondierungen bis \varnothing 80 mm

Bohrungen bis \varnothing 185 mm

Grundwassermeßstellen bis DN 100

Probenahme von Wasser, Boden, Bodenluft, Deponiegasen

Sanierungsanlagen, z.B. Bodenluft-Absaugungen,
Strip-Anlagen

Möglichkeiten der Erkundung / Geräte

U. Sehrbrock

1. Einleitung

Unkenntnis, fehlendes Problembewußtsein sowie eine Überschätzung der Selbstreinigungskräfte der Natur, haben dazu geführt, daß wir uns heute mit erheblichen Umweltproblemen auseinandersetzen müssen. Ablagerungen kommunaler und gewerblicher Abfälle, Verunreinigungen von Standorten durch industrielle Produktionsprozesse sind ein Gefahrenpotential, dessen Erfassung eine wichtige Aufgabe darstellt.

Das Aufspüren, die Erkundung und die Bewertung möglicher Problemflächen erfordert wegen der Komplexität der Fragestellungen eine Zusammenarbeit von Experten unterschiedlichster Fachrichtungen. Die anzuwendenden Untersuchungsmethoden sind von Fall zu Fall in Art und Umfang den speziellen Gegebenheiten anzupassen, um aussagekräftige Ergebnisse mit einem der Situation gerechtfertigten finanziellen Einsatz zu erhalten.

Damit sich der Beurteilende ein möglichst umfassendes Bild von dem Gefährdungspotential machen kann, ist die Erkundung der Art und Ausdehnung der Gefahrenquelle sowie der geologischen und hydrogeologischen Situation von großer Bedeutung.

Die Methoden, welche zur Erkundung von Verdachtsflächen herangezogen werden können, sind ursprünglich sämtlichst für andere Aufgaben entwickelt worden. So werden praktisch alle zur Baugrunderkundung entwik-

kelten Verfahren eingesetzt. Desweiteren finden einige in der Erdölexploration verwendete Verfahren Anwendung. Diese Techniken werden nun den speziellen Erfordernissen der Altlastenerkundung angepaßt. Zur Zeit wird eine Vielzahl an Möglichkeiten erprobt, die zum Teil aber aufgrund der Verfahrensweisen bisher nur mit großen Einschränkungen einsetzbar sind.

In diesem Beitrag sollen die bei der Erkundung von Verdachtsflächen grundsätzlich einsetzbaren Verfahren vorgestellt werden. Es wird dabei versucht, die Funktionsweisen kurz darzustellen und die Möglichkeiten und Grenzen aufzuzeigen.

2. Ziele der Erkundungsmaßnahmen

Ziel der Erkundungsmaßnahmen sollte es sein, die Art und Größe der von der möglichen Altlast ausgehenden Gefahr zweifelsfrei festzustellen. Dazu ist es erforderlich, ausreichend genaue Kenntnisse über folgende Punkte zu erhalten:

- Art des abgelagerten bzw. eingedrungenen Stoffes
- Menge des abgelagerten bzw. eingedrungenen Stoffes
- Ausdehnung des abgelagerten bzw. eingedrungenen Stoffes oder der Folge-(Zerfalls-)Produkte
- mögliche Mobilität des abgelagerten bzw. eingedrungenen Stoffes oder der Folge-(Zerfalls-)Produkte

- Art der möglichen Auswirkungen durch die abgelagerten bzw. eingedrungenen Stoffe oder der Folge-(Zerfalls-)Produkte auf die Umwelt
- Existenz möglicher Ausbreitungspfade (geologische und hydrogeologische Situation)

Diese einzelnen Informationen sind die Grundlage, auf der eine weitgehend objektive Erfassung und Beschreibung der Situation möglich ist. Ob überhaupt eine Einstufung als Altlast erforderlich wird und welche weiteren Maßnahmen zu treffen sind, hängt von zusätzlich heranzuziehenden Kriterien ab. Möglicherweise ohnehin schon vorhandene Hintergrundbelastungen (z.B.: geogene Vorbelastung) oder die Art der geplanten weiteren Nutzung sind bei der abschließenden Bewertung zu berücksichtigen.

3. Grundsätzliches Vorgehen

3.1 Allgemeines

Um ein den örtlichen Erfordernissen angepaßtes Untersuchungsprogramm erarbeiten zu können, ist ein abgestuftes Vorgehen empfehlenswert. Die Auswahl des Erkundungsverfahrens, die Anzahl und Lage möglicher Ansatzpunkte sowie die zu berücksichtigende Erkundungstiefe lassen sich erst dann ausreichend sicher bestimmen, wenn eine erste Vorstellung von der Situation vor Ort vorhanden ist.

Im Altlastenprogramm des Landes Niedersachsen - Altablagerungen - ist ein Ablaufschema dargestellt, das in vier Phasen unterteilt den Ablauf von Erfassung einer Altablagerung bis hin zur Behandlung und Entlassung aus der regelmäßigen Überwachung darstellt. Eine auf wesentliche Punkte verkürzte Darstellung von Falke [2] ist mit kleinen Veränderungen als Bild 1 wiedergegeben.

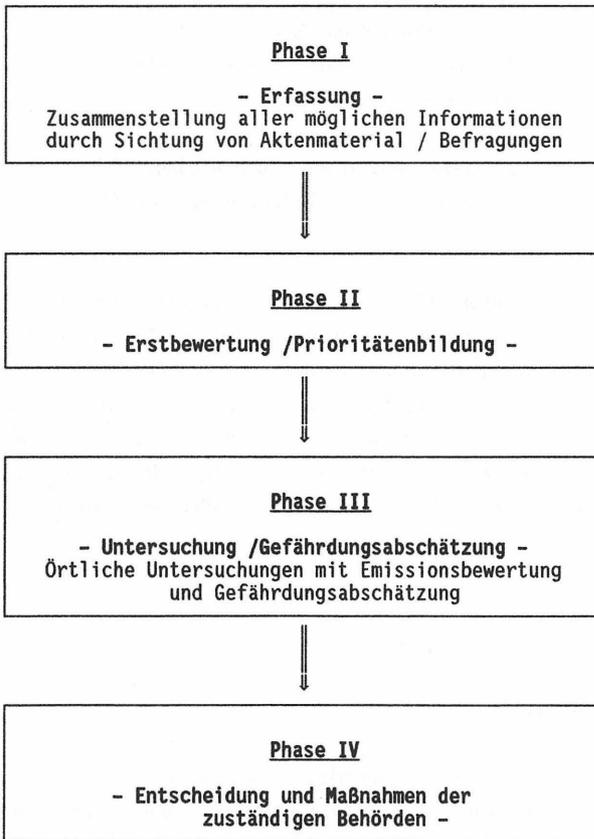


Bild 1: Ablaufschema gemäß Altlastenprogramm des Landes
Niedersachsen - Alttablagerungen -, (NLfB und NLW)

Bei Einhaltung eines Ablaufs in der dargestellten Form, setzen die eigentlichen Erkundungsarbeiten vor Ort sinnvollerweise erst in der Phase III, nach einer intensiven Auswertung bereits vorhandener Informationen zu der Verdachtsfläche, ein. Ein gleiches Vorgehen wie bei

dem hier vorgeschlagenen Ablauf bei der Erkundung von Altablagerungen ist auch bei der Untersuchungen verdächtiger Industriestandorte zu empfehlen.

3.2 Vorerkundung

Erste Informationen zu einer Verdachtsfläche lassen sich oft alten Unterlagen entnehmen. In entsprechenden Akten sind unter Umständen direkte Hinweise auf abgelagerte Materialien und Mengen zu finden oder es lassen sich durch Rekonstruktion der zur fraglichen Zeit heimischen Industrie mit deren typischen Rückständen indirekt erste Rückschlüsse auf mögliche Abfälle finden.

Bei der Untersuchung von Industriestandorten ist die Firmengeschichte aufzuarbeiten, wobei Produktionsprozesse und Produktionsstätten so genau wie möglich nachzuvollziehen sind (alte Lagepläne, Luftbilder). So ergeben sich wertvolle Hinweise auf eventuell in den Untergrund eingetragene Stoffe und auf deren ursprünglichen Eintragungsort (Tanks, Lagerräume etc.).

Die Befragung von Zeitzeugen liefert weitere Informationen, die helfen, eventuell eingehendere Untersuchungen zu begründen und ein angepaßtes Programm zu erarbeiten.

Neben diesen Hinweisen zu der Art der Beeinträchtigung sind Kenntnisse der Geologie und der hydrogeologischen Situation erforderlich, um weitere Maßnahmen planen zu können. Geologische und topographische Karten in verschiedenen Maßstäben sind für beinahe jeden Standort erhältlich. Informationen zu Grundwasserständen und -schwankungen, zumindest für den weiträumigen Bereich, sind ebenfalls oft z.B. von der zuständigen unteren Wasserbehörde zu bekommen.

3.3 Erkundung vor Ort

Nächster Schritt nach der Aufarbeitung der Aktenlage und den anderen zugänglichen Informationen ist die Erkundung vor Ort. Bei einer ersten Begehung des Geländes läßt sich feststellen, ob anhand der vorzufindenden Topographie und/oder Vegetation Ausdehnung und Auswirkungen möglicher umweltschädigender Stoffe bemerkbar sind. Weiter ist der Standort darauf hin zu betrachten, ob sich anhand der örtlichen Gegebenheiten auch in der näheren Umgebung Hinweise zur Geologie (z.B. nicht verfüllte Gruben) und Hydrogeologie (Teiche, Wasserläufe) finden lassen. Nicht zuletzt ist das Gelände im Hinblick auf später anwendbare weiterführende Untersuchungsverfahren zu betrachten (Bewuchs, Bebauung, Oberflächenversiegelung).

Im einzelnen sind bei einer ersten Begehung nach Möglichkeit folgende Punkte zu klären bzw. festzuhalten:

- Überprüfung der Übereinstimmung der Karteneintragungen und der anderen bisher erhaltenen Informationen mit dem tatsächlichen Gelände
- Auffälligkeiten in der Topographie des Geländes gegenüber der übrigen Umgebung
- Auffälligkeiten im Bewuchs des Geländes gegenüber dem der übrigen Umgebung
- Art und Umfang eventuell vorhandener Bebauung und Oberflächenversiegelungen
- Zugänglichkeit des Geländes, Einfriedungen, Besitzverhältnisse

- Geologische Verhältnisse, soweit möglich (Anschnitte von offenen Gruben o.ä.)
- Hydrogeologische Verhältnisse, Lage zu Vorflutern (Teiche, fließende Gewässer)
- Erfassung von bereits vorhandenen Grundwassermeßstellen auf dem Gelände und in der näheren Umgebung

Unter Einbeziehung aller dieser Informationen kann nachfolgend ein Programm erarbeitet werden, bei dem nun die Untersuchungsmethoden, der Umfang der Arbeiten vor Ort und die eventuell zu treffenden besonderen Vorkehrungen bestimmt werden können. In dieser Phase ist es wichtig, zwischen Bearbeiter und Auftraggeber und den möglicherweise beteiligten Behörden die Ziele dieses Untersuchungsschrittes genau zu definieren, um unnötige, zeit- und kostenintensive Nachuntersuchungen so sicher wie möglich von vornherein auszuschließen.

4. Untersuchungsverfahren

4.1 Sondierungen, Bohrungen

Zur Erkundung der Geologie und der hydrogeologischen Gegebenheiten vor Ort lassen sich verschiedene Aufschlußverfahren einsetzen, die sich vom Aufwand und möglichen Nutzen für die Gesamtuntersuchung unterscheiden.

Grundsätzlich stehen als punktuelle Untersuchungsmethoden Sondierungen, Bohrungen und das Anlegen von Schürfen zur Verfügung. Durch eine sinnvolle Kombination dieser unterschiedlichen "zerstörenden" Erkundungsarten ist eine abgestufte und wirtschaftliche Gesamtuntersuchung

durchzuführen. Die Auswahl des geeigneten Verfahrens (oder der Kombination) richtet sich nach dem Untersuchungsziel und den örtlichen Gegebenheiten.

Auswahlkriterien sind zum Beispiel:

- Tiefe der beabsichtigten Erkundung
- Gewünschte Probenmengen, z.B.: für chem. Analysen oder bodenmechanische Untersuchungen
- Geplantes Abteufen bis unterhalb des Grundwasserspiegels
- Geplanter Ausbau als Grundwassermeß- oder Entnahmestelle
- Erwartete Schadstoffe (Gasemission)
- Zugänglichkeit des Geländes (Befahrbarkeit, Neigung, Bewuchs)

Sondierungen

Sondierungen bieten sich als einfache, schnelle und kostengünstige Möglichkeit an, um Bodenuntersuchungen selbst in nur schwer zugänglichem Gelände durchzuführen. Verschiedene Ausführungen als Schlitz- oder Rammkernsondierungen erlauben die Erkundung oberflächennaher Schichten bis zu einer Tiefe von etwa 10 m unter GOK. In Bild 2 sind unterschiedliche Sonden dargestellt, die allesamt mit einem Abbruchhammer (mit Verbrennungsmotor oder elektrisch betrieben) in den Boden getrieben werden können. Die eigentlichen Sonden haben eine Länge von 1 - 2 m und werden zum Erreichen größerer Tiefen mit einem aufzuschraubenden Gestänge nach Bedarf verlängert.

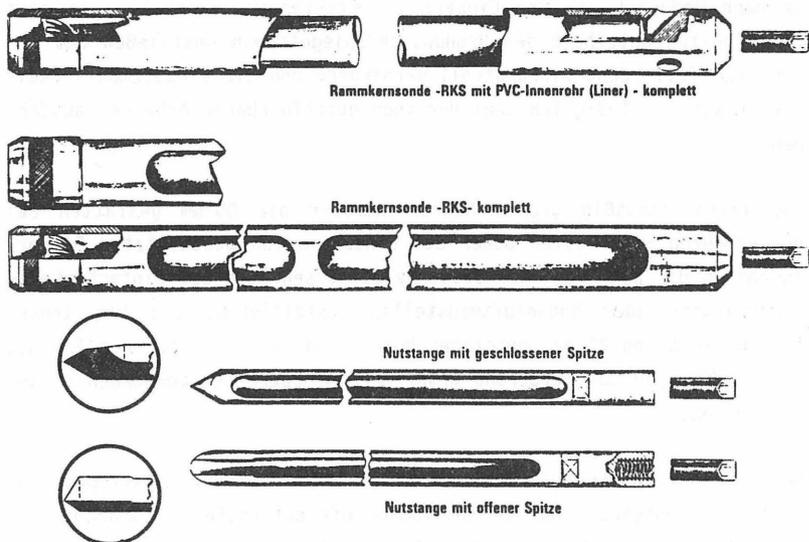


Bild 2: Nutstangen und Rammkernsonden, aus [3]

Die Sonden haben einen Außendurchmesser von 22 mm und 32 mm (Nutstangen) bzw. von 40 mm bis 80 mm (Rammkernsonden). Die Qualität der förderbaren Bodenproben entspricht etwa der Güteklasse 3 - 4 nach DIN 4021.

Um bei der Erkundung von Verdachtsflächen eine für alle erforderlichen Untersuchungen ausreichende Probenmenge fördern zu können, sind die Rammkernsonden den Nutstangen vorzuziehen. Kernverluste, die bei den kleinen Durchmessern der Nutstangen häufig nicht vermeidbar sind, können bei Einsatz der Rammkernsonden weitgehend vermieden werden. Mit diesen Werkzeugen sind bei Verwendung verschiedener, mit zunehmender Bohrtiefe kleinerer Durchmesser (teleskopartig) wirtschaftlich Tiefen von über 10 m unter GOK erreichbar.

Je nach Bodenart ist der Einsatz von Kernfängern sinnvoll, die auch bei Arbeiten unterhalb des Grundwasserspiegels ein Ausfließen des Bodens zum Teil recht wirkungsvoll verhindern und die Einsatzmöglichkeiten dieser von lediglich zwei Personen durchführbaren Arbeiten ausdehnen.

Die verhältnismäßig großen Bohrdurchmesser bis 80 mm gestatten bei entsprechend standfesten Böden das Einsetzen von geschlitzten Filterrohren in das Bohrloch. Auf diese Weise lassen sich auf einfache Weise Grundwasser- oder Bodenluftmeßstellen installieren, die bei Innendurchmessern von 2" bei günstigen Bodenverhältnissen sogar den Einsatz von Tauchpumpen zur Förderung größerer beprobbarer Wassermengen erlauben können.

Der Planende sollte allerdings nicht grundsätzlich von derartigen Verhältnissen ausgehen. Da die Bohrlöcher oft unterhalb des Grundwasserspiegels ihre Standfestigkeit verlieren, lassen sich die Verrohrungen häufig nur bis knapp unter den Grundwasserspiegel einbringen. Derartig ausgebauten Meßstellen sind dann in der Regel lediglich zur Kontrolle der Wasserstände oder zur Förderung nur sehr geringer Wassermengen per Schöpfgerät brauchbar.

Um mit Hilfe der einfachen Sondierwerkzeuge auch bei nicht ausreichend standfestem Boden eine Verrohrung einbringen zu können, kann in einem zuvor gebohrten und damit aufgelockerten Kanal ein Filterrohr (beispielsweise PEHD) dadurch abgeteuft werden, daß über ein in dem Filterrohr geführtes übliches Gestänge eine massive Spitze mit einem dem Filterrohr entsprechenden Durchmesser vorgerammt wird. Die Verrohrung wird mitgeschleppt und verbleibt nach dem Ziehen des Gestänges im Boden. Eine Darstellung dieses von Spillmann [4] vorgestellten Verfahrens ist als Bild 3 a und Bild 3 b, hier als Ausführung für Sondierungen in hoch kontaminierten Untergrund, wiedergegeben.

Bild 3 a: Rammen einer Verrohrung in nicht standfestem Boden, aus [4]

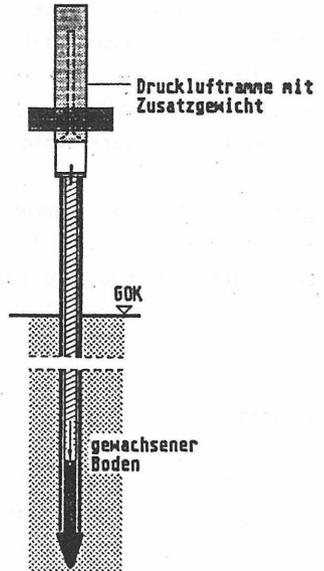
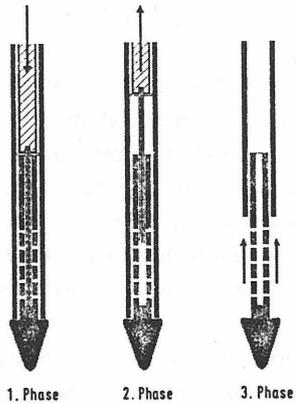


Bild 3 b: Verrohrte Sondierung in hoch kontaminiertem Untergrund, aus [4]

1. Phase: Rammvorgang
2. Phase: Ziehen des Gestanges und der inneren Dichtung
3. Phase: Freigabe der Eintrittsöffnungen



Da die Energie, die zum Eintreiben der Sonde nebst zugehörigem Gestänge zur Verfügung steht, begrenzt ist (von Hand aufsetzbarer Abbruchhammer), sind die Sondierverfahren nicht in jedem Boden einsetzbar. Steine, Bauschutt oder fester Ton (Tonstein) können ein Abteufen der Sondierung stark behindern bzw. ganz unmöglich machen.

Eine Sonderform der Sondierung, der Einsatz von Erdraketen, wurde von Spillmann in [4] vorgestellt. Da die Einsatzmöglichkeiten gerade in Bezug auf eine mögliche Gewinnung von Bodenproben sehr eingeschränkt ist, soll an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden.

Bohrungen

Wenn Aufschlüsse bis in größere Tiefen, große Probenmengen oder eine hohe Qualität der Bodenproben gefragt sind, sind Bohrungen abzuteufen. Unterschiedlichste Bohrverfahren stehen zur Verfügung, so daß sowohl den geologischen Bedingungen entsprechende als auch den Besonderheiten der Analytik gerecht werdende Methoden eingesetzt werden können.

Grundsätzlich sind Trockenbohrverfahren (Schnecke, Schappe) den mit Spülungen arbeitenden vorzuziehen, da nur so ein den Chemismus in der Umgebung des Bohrloches verändernder Eintrag von "Fremdstoffen" vermieden wird. Die Qualität der Bodenproben ist bei diesen Verfahren allerdings bei weitem nicht so gut wie die, welche beispielsweise eine Rammkernbohrung mit der Möglichkeit der Gewinnung eines durchgehenden Bohrkernes liefern kann. Zur Förderung des Bodens zwischen Kernrohr und der vorlaufenden stützenden Verrohrung ist aber bei diesen Verfahren der Einsatz einer Spülung erforderlich.

Der Durchmesser der Bohrung sollte sich stets nicht nur an der gefragten Probenabmessung oder -menge orientieren, sondern so gewählt sein, daß ein Ausbau als Grundwassermeßstelle mit einem zugänglichen Innendurchmesser von mindestens 2" möglich ist. So kann die Bohrung bei Bedarf sofort als Beobachtungspegel, für eine Entnahme von Wasserproben oder Ausgangspunkt für weitere hydrogeologische Untersuchungen genutzt

werden. Voraussetzung dafür ist eine entsprechend vorausschauende Planung bei der Wahl der Ansatzpunkte.

Schürfe

Das Anlegen von Schürfen kann dann sinnvoll sein, wenn eine genaue Erkundung besonderer Gegebenheiten im oberflächennahen Bereich erforderlich wird oder große Probenmengen gefragt sind. Man handelt sich dabei unter Umständen jedoch Probleme mit den gegenüber Bohrungen und Sondierungen wesentlich größeren angefaßten Mengen eventuell verunreinigten Bodens oder Materials einer Altablagerung ein, da mögliche Emissionen zu kontrollieren sind und eine sachgerechte Entsorgung des entnommenen Materials erforderlich wird.

4.2 Geophysikalische Methoden

Die vorstehend angesprochenen Erkundungsverfahren machen einen Eingriff in den zu untersuchenden Bereich erforderlich. Sie stellen in jedem Fall lediglich punktuelle Aufschlüsse dar, die mit allen Unsicherheiten zu Aussagen für eine größere Fläche (ein größeres Volumen) interpretiert werden müssen. Der Einsatz geophysikalischer Methoden ermöglicht im Gegensatz dazu weitgehend flächendeckende Untersuchungen, ohne den Untergrund in irgendeiner Form zu verändern.

Es stehen mehrere Methoden zur Verfügung, die sich aufgrund der verschiedenen Arbeitsweisen in der generellen Einsetzbarkeit und erreichbaren Genauigkeit unterscheiden. Bei allen Verfahren wird versucht, Veränderungen physikalischer Eigenschaften in einem Gelände (Untergrund) zu orten. Aus den Ergebnissen lassen sich Hinweise ableiten, die auf Ablagerungen schließen lassen können oder Grundwasserspiegel und/oder geologische Schichtungen anzeigen.

Mit der nachstehenden Tabelle 1 wird ein Überblick gegeben, welche geophysikalischen Verfahren grundsätzlich zur Verfügung stehen und für

welchen Anwendungsbereich diese im einzelnen geeignet bzw. ungeeignet sind, aus [5].

Anwendungsbereich Verfahren	Erkundung der Geologie des Umfeldes	Erkundung der Altlast	Erkundung der Schadstoffausbreitung	Bemerkungen
Geomagnetik	(+) (in Ausnahmefällen)	(+) (Bei magnetischem Inhalt)	-	entfällt b. Häufung von ferromagnetischen Installationen
Geelektrische Kartierung	+ (nicht in allen Fällen geeignet)	+	(+) (Forschungsbedarf)	entfällt b. Häufung von metall. Leitungen und Installationen
Widerstands-sondierung	+	(+) (Bei homogenem Aufbau)	dto.	dto.
Induzierte Polarisation	(+) (in Ausnahmefällen)	(+) (Forschungsbedarf)	(+) (Forschungsbedarf)	dto
Eigenpotentialmessungen	(+) (in Ausnahmefällen)	(+) (Forschungsbedarf)	-	dto
Elektromagnetische Kartierung	+ (Erkundungen v. Verwerfungen u. ä.)	+	+	dto.
VLF	(+)	+	(+) (Forschungsbedarf)	Begrenzte Eindringtiefe
Bodenradar	(+) (nur in trockenem Substrat, geringe Tiefe)	(+) (nur zur Lokalisierung)	-	bedarf noch der Verifizierung
Refraktionsseismik	+ (nicht in allen Fällen geeignet)	(+) (nur zur Lokalisierung)	-	ziemlich aufwendig, Störungen durch Bodenunruhe
Reflexionsseismik	(+) (für manche Fragestellungen geeignet)	-	-	sehr aufwendig, Störungen durch Bodenunruhe
Gravimetrie	-	(-) (nur zur Lokalisierung)	-	aufwendig, nur bei ruhiger Topographie
Geothermik	-	(+) (Forschungsbedarf)	-	
Bohrlochgeophysik	grundsätzlich in allen Bohrungen anzuwenden			

Tabelle 1: Anwendungsmöglichkeiten geophysikalischer Verfahren bei der Altlastenerkundung, aus [5]

- + Einsatz möglich
- (+) Einsatz mit Einschränkung möglich
- Einsatz nicht möglich

Im folgenden wird nicht auf alle Verfahren eingegangen, sondern es werden beispielhaft nur einige der unter gewissen Voraussetzungen einsetzbaren Methoden vorgestellt.

Geomagnetik

Mit der Geomagnetik lassen sich Anomalien des erdmagnetischen Feldes messen. Voraussetzung dafür ist, daß magnetisierte Objekte in der untersuchten Fläche vorhanden sind. Die meßbaren magnetischen Effekte sind neben der Intensität der Magnetisierung stark von der Tiefenlage des Körpers abhängig, da das magnetische Feld mit der dritten Potenz der Entfernung abnimmt.

Das Verfahren eignet sich somit zur Erfassung der Ausdehnung von Ablagerungen, die eisenhaltige Bestandteile (Eisen- Stahlschrott) oder ferromagnetische Minerale (keramische Materialien, Ziegeltrümmer) enthalten, wie dies für viele alte Hausmüllablagerungen (Bauschutt) zutrifft.

Gemessen wird mit einfach zu handhabenden Protonenmagnetometern, die auf einer Digital-Anzeige unmittelbar die Totalintensität (in Nano-Tesla, [nT]) anzeigen. Messungen in zwei unterschiedlichen Höhenlagen (z.B.: 1 m und 2 m über GOK) erlauben die Errechnung des Vertikalgradienten, über den eine bessere Tiefenabschätzung der die geomagnetischen Anomalien verursachenden Objekte ermöglicht. Nach [5] sollte der Meßpunktabstand etwa der halben Erkundungstiefe entsprechen.

Die Geomagnetik eignet sich zur Bestimmung von randlichen Begrenzungen von eisenhaltigen Ablagerungen und in Grenzen zur Lokalisierung einzelner Objekte (Fässer, Autoteile). In der Nähe verlaufende Stromleitungen, unterirdische Installationen oder Metallansammlungen (Zäune o.ä.) können allerdings Störungen verursachen, die eine Interpretation der Messungen erschweren oder unmöglich machen und so die Einsatzfähigkeit dieses Verfahrens deutlich einschränken.

Geoelektrik

Unter dem Begriff der Geoelektrik lassen sich verschiedene Verfahren zusammenfassen, bei denen künstlich erzeugte oder natürliche elektrische Felder gemessen werden. Man unterscheidet zwischen:

- **Gleichstromverfahren:** Über zwei geerdete Metallelektroden wird dem Untergrund ein Gleichstrom zugeführt. Es bildet sich ein Potentialfeld aus, das durch die spezifischen Widerstände der im Untergrund vorhandenen Schichten beeinflusst wird. Die Messung des Potentialunterschiedes zwischen zwei nicht polarisierbaren Sonden ermöglicht die Ableitung von Hinweisen auf die im Untergrund vorhandenen Strukturen.

Nach [5] gilt als Faustregel, daß die Eindringtiefe etwa dem halben Abstand der Elektroden entspricht. Die Entfernung zwischen Meßpunkt und Sonde soll etwa so groß sein, wie die gewünschte Erkundungstiefe. Metallische Installationen im Meßgebiet können die Funktionsfähigkeit des Verfahrens stark beeinträchtigen.

- **Wechselstromverfahren:** Von einem tragbaren Sender werden vertikal polarisierte Sinusschwingungen abgestrahlt. Das erzeugte elektromagnetische Feld induziert in den durchlaufenen Gesteinsformationen elektrische Ströme, deren Magnetfelder, überlagert mit dem Primärfeld, als resultierendes Feld von einem Empfänger aufgenommen werden. Die gemessenen Daten werden anhand von Modellkurven ausgewertet.

Zielobjekte sind steilstehende, elektrisch gut leitende Strukturen, wie Verwerfungen, Klüftzonen oder Depo- nieränder.

Die Entfernung zwischen Sender und Empfänger (Auslagelänge) wird nach der Größe der zu erfassenden Struktur und der gewünschten Erkundungs- tiefe, die nach [5] etwa dem 0,4 bis 0,8-fachen der Auslagelänge ent- spricht, gewählt. Metallische Strukturen (z.B.: Zäune) und elektrische Leitungen stören die Anwendbarkeit eines solchen Erkundungsverfahrens.

Seismik

Bei den seismischen Verfahren wird ausgenutzt, daß die verschiedenen Gesteine der oberflächennahen Erdkruste ein unterschiedliches elastisches Verhalten aufweisen. Eine an der Erdoberfläche erzeugte seismi- sche Welle breitet sich im Untergrund nach den Gesetzen der geometri- schen Optik aus und wird an Inhomogenitäten gebeugt, gebrochen und re- flektiert. Die so zeitverzögert und verändert an die Erdoberfläche zu- rückgelangten Signale können über entlang von Profillinien aufge- stellte Geophone aufgenommen werden. Man unterscheidet die sogenannte Refraktions- und die Reflexionsseismik.

- **Refraktionsseismik:** Treffen die er- zeugten Wellen unter einem kritischen Winkel auf die Grenzfläche eine tie- ferliegenden Schicht mit einer höhe- ren seismischen Geschwindigkeit als die überlagernde, so werden sie ge- brochen. Diese refraktierten Wellen laufen an der Grenzfläche mit der Ge- schwindigkeit der tieferliegenden Schicht entlang und strahlen dabei ständig Energie nach oben ab, die an der Erdoberfläche aufgenommen wird.

Dieses Verfahren eignet sich zur Erkundung des oberflächennahen Untergrundes, wobei deutliche Kontraste zwischen den einzelnen Schichten vorhanden sein müßen.

- **Reflexionsseismik:** Seismische Wellen werden an Diskontinuitäten im Untergrund reflektiert und können beim Wiederauftreffen auf die Erdoberfläche von Geophonen registriert werden. Anhand der festgestellten Laufzeiten lassen sich bei jeweils bekannten seismischen Geschwindigkeiten die Tiefenlagen der Reflexionshorizonte berechnen.

Diese Methode eignet sich im gegenwärtigen Stand der Entwicklung nur zur Erkundung des tieferen geologischen Untergrundes (nach [5] ab ca. 50 m unter GOK).

Gravimetrie

Dichteinhomogenitäten im Untergrund lassen sich mit gravimetrischen Vermessungen feststellen. Mit Hilfe von Gravimetern (vom Prinzip her hochempfindliche Federwaagen) sind ungleichmäßige Dichteverteilungen, wie dies beispielsweise eine Altablagerung darstellen kann, messbar, allerdings müssen ausreichend große Dichteunterschiede vorliegen.

Da es eine Reihe von Faktoren gibt, welche die Ergebnisse zum Teil erheblich beeinflussen können (Meßhöhe, Gezeitenwirkung, geologische Strukturen), ist diese Methode wegen der erforderlichen Bestimmung der Korrekturwerte sehr aufwendig.

4.3 Bestimmung der Durchlässigkeit

Zur Bewertung der hydrogeologischen Situation einer Verdachtsfläche ist die Kenntnis des Durchlässigkeitsverhaltens des Untergrundes von entscheidender Bedeutung. Im Zusammenhang mit dem hydraulischen Gefälle lassen sich mit diesem Kennwert mögliche Ausbreitungsgeschwindigkeiten eventueller Kontaminationsfronten ermitteln.

Die Gebirgsdurchlässigkeit kann durch verschiedene in-situ Prüfungen bestimmt werden. Zu diesen zählen Pumpversuche und Wasserabpreßversuche (WD-Tests), die bei der Grundwassererschließung und dem Talsperrenbau eingesetzt werden. Zu einer hydrogeologischen Erkundung von Verdachtsflächen eignen sich diese Verfahren allerdings nur bedingt, da an kontaminierten Standorten das geförderte Grundwasser entsorgt werden muß, bzw. da durch die zwangsläufige Zugabe von Fremdwasser in den Untergrund der Grundwasserchemismus nachhaltig verändert wird.

Eine Methode zur Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit, bei der weder Grundwasser entnommen werden muß noch Fremdwasser zugeführt wird, ist der Slug-Test. Bei diesem Verfahren wird durch schnelles Eintauchen eines Verdrängungskörpers unter den Wasserspiegel eines Testbrunnens ein Abfließen aus dem Brunnen in das umgebende Gestein initiiert. In Bild 4 ist ein Versuchsbrunnen schematisch dargestellt. Der zeitliche Verlauf der Wasserspiegeländerung bis zurück auf das ursprüngliche Niveau wird aufgezeichnet. Anschließend wird der Verdrängungskörper schnell wieder aus dem Wasser herausgezogen, was diesmal ein Absinken des Wasserspiegels im Brunnen hervorruft, dessen Wiederanstieg bis zu dem des Außenwasserstandes erneut erfaßt wird. Diese Variante wird als Bail-Test bezeichnet.

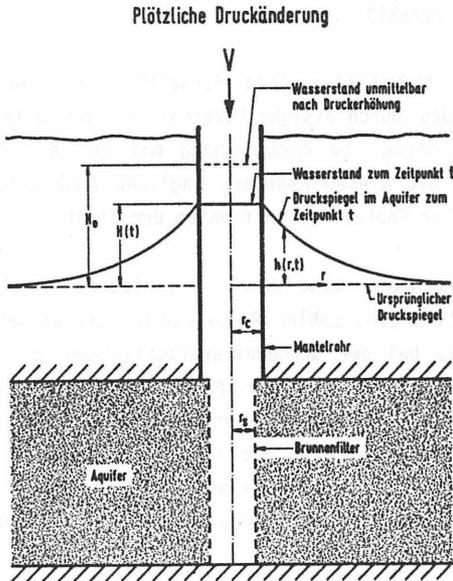


Bild 4: Versuchsbrunnen mit Bezeichnungen nach COOPER et al., aus [7]

Die Auswertung der Felddaten geschieht im Wesentlichen dadurch, daß die aufgenommenen Werte mit sogenannten Typkurven zur Deckung gebracht werden. Solche Typkurven sind unter Berücksichtigung eines instationären radialen Abflusses für verschiedenste Randbedingungen (Schichtenaufbau) entwickelt. In Bild 5 ist beispielhaft eine Typkurvenschar wiedergegeben.

Das Verfahren ist soweit entwickelt, daß Kluftaquifere und geschichtete Aquifere über spezielle Typkurven berücksichtigt werden können.

Eine speziell für den Feldeinsatz konzipierte Versuchseinrichtung mit der Möglichkeit, die Slug-Tests direkt vor Ort auswerten zu können, wurde in den letzten Jahren am Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig entwickelt und hat bereits in verschiedenen Untersuchungen ihre Einsatzfähigkeit unter Beweis gestellt.

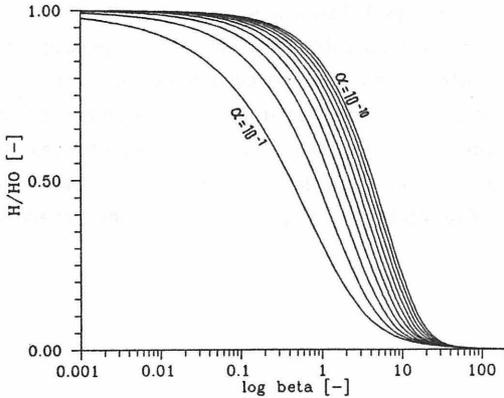


Bild 5: Typkurven nach COOPER et al., aus [7]

5. Zusammenfassung

Um ein umfassendes Bild von dem möglichen Gefährdungspotential einer Verdachtsfläche, ob Altablagerung oder industrieller Standort, zu erhalten, sind den Gegebenheiten und Notwendigkeiten angepaßte Erkundungsmaßnahmen einzuleiten. Die Vorgehensweise ist so anzulegen, daß in abgestuften Schritten alle für eine abschließende Beurteilung relevanten Informationen erarbeitet werden.

Bevor die Erkundung vor Ort hinreichend sicher geplant und ausgeführt werden kann, ist eine Sichtung des vorhandenen Aktenmaterials erforderlich. Die für die weitere Bearbeitung einsetzbaren Möglichkeiten, die eigentlichen Erkundungsmaßnahmen auf der Verdachtsfläche, werden in diesem Beitrag vorgestellt. Sondierungen, Bohrungen und das Anlegen von Schürfen sind Verfahren, bei denen über punktuelle Aufschlüsse Rückschlüsse auf den Zustand des gesamten Geländes gezogen werden müssen. Nur mit diesen Verfahren ist eine Probenentnahme - unabdingbar für chemische Analysen - möglich.

Die ebenfalls vorgestellten geophysikalischen Verfahren geben in ihren Ergebnissen Hinweise auf Lage und Ausdehnung einer Altablagerung oder ermöglichen Aussagen zur geologischen und hydrogeologischen Situation. Da dies allerdings Verfahren sind, die lediglich zu interpretierende Messungen physikalischer Unregelmäßigkeiten oder Eigenschaften des Untergrundes liefern, können sie zur Zeit nur als ergänzende Maßnahmen eingesetzt werden, welche die konkreten Ergebnisse der "zerstörenden" Methoden unterstützen.

Literatur

- [1] Altlastenprogramm des Landes Niedersachsen,
- Altablagerungen -, NLFb und NLW
- [2] FALKE M. Erfassung von Altablagerungen anhand von Archiv-
material und Geländeaufzeichnungen,
Fachseminar: Erfassung und Bewertung von Altab-
lagerungen, ZAF, Braunschweig, September 1990
- [3] Prospekt der Nordmeyer KG, Peine
- [4] SPILLMANN P. Technik der Erkundung im Gelände mit tragbarem
Gerät,
Fachseminar: Erfassung und Bewertung von Altab-
lagerungen, ZAF, Braunschweig, September 1990
- [5] Leitlinien zur Geophysik an Altlasten,
Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 2,
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württem-
berg, Dezember 1990
- [6] DÜCKEL R. Erkundung von Altablagerungen mit geophysika-
lischen Verfahren,
Fachseminar: Erfassung und Bewertung von Altab-
lagerungen, ZAF, Braunschweig, September 1990
- [7] RÖSCH A. Bohrlochstests zur Bestimmung der Wasserdurch-
lässigkeit,
Fachseminar: Erfassung und Bewertung von Altab-
lagerungen, ZAF, Braunschweig, September 1990

Ulrich Sehrbrock
Institut für Grundbau und Bodenmechanik
Technische Universität Braunschweig
Gaußstraße 2
3300 Braunschweig

JUST IN TIME.

UMWELTANALYSEN NACH MASS.

Sie untersuchen Altlasten oder kontaminierte Standorte? Wir machen chemische und biologische Analysen von Boden-, Wasser- und Luftproben auf alle gängigen Parameter. Kennzeichen unserer Leistung sind nicht nur ausführliche Beratung zur Parameterauswahl und richtungweisende Qualitätssicherung, sondern ebenso

garantierte Bearbeitungszeiten von 10 Arbeitstagen (Eilservice in 5 Arbeitstagen). Sind Sie neugierig geworden? Dann schreiben Sie uns, oder rufen Sie uns doch einfach an:

Biolab GmbH, Bültenweg 16, 3300 Braunschweig,
Telefon 05 31-344858, Telefax 05 31-344849.

Die Entnahme von Bodenproben im Einflußbereich von Altlasten

M. Mueller von der Haegen

R. Moritz

1. Einleitung

Der Begriff Boden wird unterschiedlich gehandhabt. In der aktuellen Diskussion um das Schutzgut Boden versteht man darunter nicht nur den von der belebten Natur genutzten obersten Anteil der festen Erdoberfläche, sondern auch den gesamten tieferen Untergrund, der direkt oder indirekt dem Einwirkungsbereich der menschlichen Tätigkeit unterliegt.¹

So umfaßt der Boden von der Ackerkrume über Sand- und Tongruben bis zu den mehrere tausend Meter tief liegenden Erdöl- und Erdgasvorkommen den gesamten von Menschen beeinflussbaren Bereich der Erdrinde.

Böden im Einflußbereich von Altdeponien und Altstandorten können entweder unmittelbar infolge eines direkten Eintrags von Schadstoffen oder mittelbar infolge von Schadstofftransport belastet sein. Dabei können die indirekt beeinflussten Flächen um ein Vielfaches größer sein als die eigentliche Altlastfläche. Im Vergleich zu den anderen Medien Grundwasser und Bodenluft ist die Mobilität der Schadstoffe in der Bodenmatrix jedoch sehr begrenzt.

Die potentielle Heterogenität verdächtiger Untergründe erschwert eine exakte Analyse - die Wahrscheinlichkeit ein einziges Giftfaß in einer alten Hausmülldeponie zu orten ist sehr gering. Die Zuverlässigkeit der Untersuchung wächst mit der Probenanzahl. Die Kosten pro Analyse lassen sich auch bei großer Probenzahl nicht wesentlich senken. Um aus dieser linearen Schere auszuberechnen, muß ein problemorientiertes Probenahmekonzept entwickelt werden.

2. Probenahmestrategien

2.1. Voraussetzungen

Die Kenntnisse über die Vorgeschichte des zu untersuchenden Standortes und die geplante spätere Nutzung bestimmen wesentlich die Art und den Umfang der Probenahme.

Neben den vorliegenden bodenkundlichen, geologischen und hydrogeologischen Daten über das Untersuchungsgebiet sind auch die bei einer Begehung gewonnenen Informationen (visuelle Auffälligkeiten, unterschiedlicher Bewuchs, Geruchstest) in die Konzeption der Probenahme einzubeziehen. Bei der Besich-

¹ So definiert das " Das Gesetz zum Schutz des Bodens" des Landes Baden Württemberg den Boden in § 2 Abs.1 :
"Boden im Sinne dieses Gesetzes ist die oberste überbaute und nicht überbaute Schicht der festen Erdkruste einschließlich des Grundes fließender und stehender Gewässer, soweit sie durch menschliche Aktivitäten beeinflusst werden kann."

tigung vor Ort können wenige Sondierungen von Hand die Unterscheidung von Teilbereichen ermöglichen bzw. erleichtern (Substratunterschiede, Bereiche erhöhter Steingehalte, Fremd Beimengungen).

Anhand dieser Daten kann die Fläche in möglichst homogene Zonen untergliedert werden. Für die einzelnen Zonen ist ein Probenraster zu entwerfen, um die statistische und räumliche Verteilung relevanter Stoffkenngrößen innerhalb dieser Zonen zu ermitteln.

Bei der Beurteilung von Schadstoffen im Boden muß zwischen der Gruppe der Schwermetalle und den organischen Schadstoffen unterschieden werden. **Schwermetalle** kommen in einigen Böden von Natur aus in beträchtlichen Konzentrationen vor und weisen je nach Ausgangsmaterial typische Verteilungen auf. Besonders im Falle von Vererzungen kann das die Beurteilung des Kontaminationsgrades erschweren. Die bei Altlasten üblichen **organischen Schadstoffe** sind meist Fremdstoffe im Boden und weisen ihren chemischen Eigenschaften entsprechende Verteilungen in den unterschiedlichen Böden auf.

Die Probenahmestellen sind auf einem Lageplan zu verzeichnen. Vor Ort kann eine geringe Verschiebung der Entnahmestelle notwendig werden. Jede Änderung ist auf dem Plan zu notieren.

2.2 Verteilung der Probenahmepunkte auf die Fläche

Für eine optimale Aufteilung der Probepunkte ist eine vorhergehende bodenkundliche Kartierung sinnvoll, da dadurch flächen- und raumspezifisch genauere Aussagen möglich sind.

Mit und ohne vorliegende Kartierung hat sich bei **unbekannter Schadstoffverteilung** im Boden, wie sie bei Altablagerungen meistens anzutreffen ist, die Festlegung der Probenahmestellen in quadratischen oder **rechteckigen Gitternetzen** gut bewährt. Diese systematische Vorgehensweise ist zwar mit einem systematischen Fehler behaftet, kann aber im Vergleich zur rein zufälligen Stichprobe sehr gute Ergebnisse liefern (Petersen u. Calvin, 1986).

Die optimalen Probenabstände lassen sich mit Hilfe der Geostatistik aus der Bodenvariabilität ableiten. Bei der Anwendungen von Interpolationsverfahren auf Rasterdaten, kann es allerdings, falls der Boden in wesentlich kürzeren Abständen als der Probenahmeabstand variiert, zu großen Fehlern kommen (Otte, 1988). Wenn man von den homogenen Teilflächen die einzelnen Proben als zufällige Stichproben betrachtet, lassen sich nach der klassischen Statistik Maße für Variabilität innerhalb bestimmter Flächen wie Varianz, Standardabweichung, Spannweite, Variationskoeffizient rechnen. (Zur Fehlerbetrachtung bei dieser Vorgehensweise siehe Petersen u. Calvin, 1986).

Grupe (1987) ermittelt für Schwermetallmessungen anhand von 6 Standorten ein geeignetes Probenraster von 10x10m bei 95% statistischer Wahrscheinlichkeit.

Die Hessische Landesanstalt für Umwelt gibt als Richtwert für Spielplätze eine Flächengröße von 200 m²/Bodenprobe an. Dies entspricht in einem quadratischen Gitternetz einen Abstand der Probenpunkte 15 x 15 m. Je nach hydrogeologischen Begebenheiten, wasserwirtschaftlicher Nutzung und Flächengröße sind Abstände zwischen 50 x 50 m und 10 m x 10 m angemessen (Weiterführende Literatur in LWA-Materialien 3/89 s.u.)

Bei **Altstandorten** ist in der Regel umfangreiches Material über die Lage der verschiedenen Anlagen vorhanden. Die genaue Recherche der Historie eines Altstandorts in Bezug auf potentielle Kontaminationsquellen ist der entscheidende Schritt zu einer aussagekräftigen Analyse. Anhand einer solchen Erkundung kann das Probenpunktraster in einem ausgewogenen Verhältnis von Proben außerhalb und innerhalb von Anlagenteilen über die zu untersuchende Fläche gelegt werden. Mögliche Kontaminationsquellen sind gezielt zu beproben. Auf jeden Fall sollte bei jedem Anlagenteil ein Probenahmeplatz liegen. Abb. 1 zeigt ein Beispiel einer problemorientierten Abweichung des Probenrasters vom quadratischen Netz. Ehemalige Anlagenteile sind schraffiert.

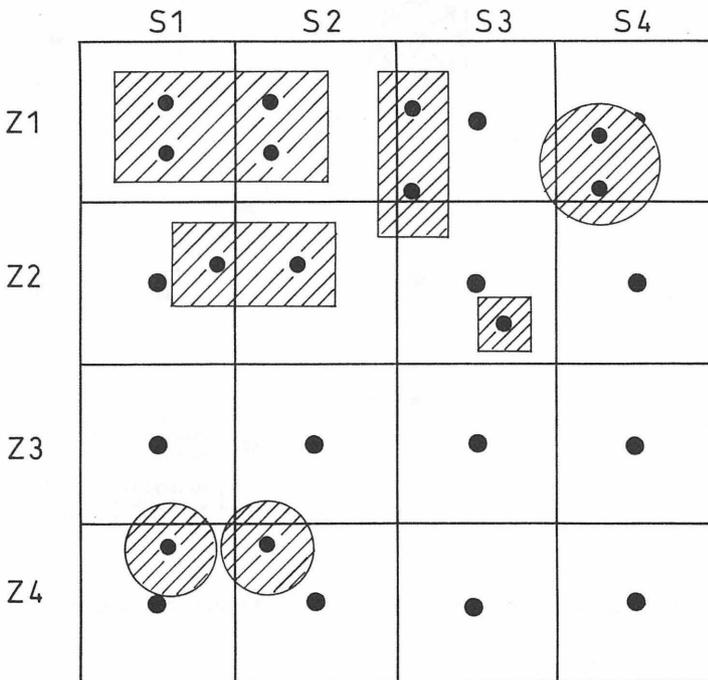


Abb. 1a: Probenpunkte auf einem Altstandort

Zur Abschätzung der Bodenverunreinigungen um einen potentiellen oder bekannten **Kontaminationsherd** kann die Dichte der Probenahmepunkte mit der Entfernung von der Kontaminationsquelle sinken. Die Entnahme von Proben in einem **polaren Raster** hat sich in solchen Fällen bewährt.

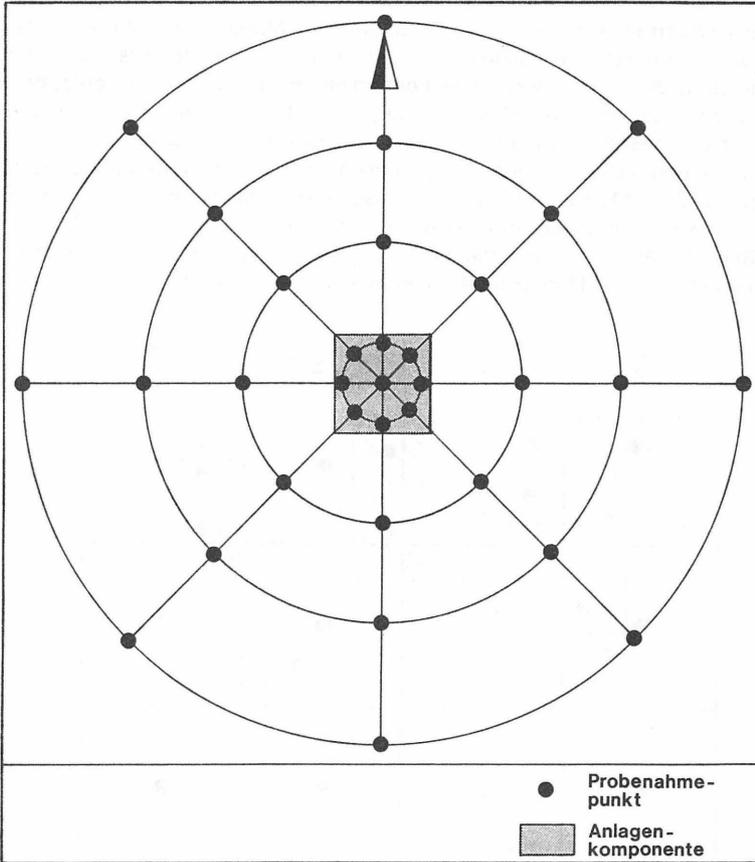


Abb. 1b Verteilung der Probenahmepunkte um eine Kontaminationsquelle

2.2 Das vertikale Probenraster.

Die Aufteilung der Proben nach Bohrtiefe ist von dem gefährdeten Schutzgut abhängig. Zur Abschätzung einer möglichen Gefährdung durch orale Aufnahme reicht eine oberflächennahe Beprobung bis 35 cm unter Geländeoberkante (GOK).

Zur Abschätzung einer möglichen Grundwassergefährdung ist der gesamte Bereich des Lockergesteins bis zum anstehenden Gestein oder der ersten Grundwasseroberfläche zu beproben. Die Probendichte wird problemorientiert nach Ansprache der angetroffenen Bodenhorizonte und der geologischen Schichten ausgewählt. Die Proben werden horizont- und schichtweise entnommen.

Die Auswahl der zur chemischen Untersuchung weiterzugebenden Proben sollte anhand der wahrscheinlichen Ausbreitung der zu bestimmenden Parameter über die angetroffenen Bodenschichten geschehen. So können die Proben in einem engen Raster entnommen werden und nur einige im ersten Schritt analysiert werden. Die nicht untersuchten Proben werden als Rückstellmuster kühl und dunkel gelagert.

So ist es z.B. sinnvoll bei einer Parabraunerde den B_t -Horizont und den direkt darüberliegenden Teil des A_1 -Horizontes zu beproben, weil der B_t -Horizont aufgrund seines erhöhten Tongehalts und seines geringeren Porenvolumens gegenüber dem A_1 -Horizont als Sperre wirkt und sich in diesem die Schadstoffe anreichern können.

Bei bewegten Böden, Auffüllungen und punktförmigen Verunreinigungen in der Tiefe sind konstante Probenabstände vorzuziehen. Jede Einzelprobe sollte in sich homogen sein. Man sollte nicht einen Ton mit einem Sand zu einer Probe vereinigen, da diese in unterschiedlichem Umfang Schadstoffe akkumulieren.

3. Probemenge

Für die Durchführung einer umfangreichen chemischen Analyse werden ungefähr 100 g benötigt. Um eine Doppelbestimmung zu ermöglichen sollen bei sandigen und bindigen Böden ca 400 ml bzw. 600 g Probe genommen werden. Soll zur Abschätzung der Mobilität der Schadstoffe eine Eluatanalyse durchgeführt werden, benötigt man die doppelte Probemenge.

Um die Repräsentativität der Probe zu gewährleisten, muß bei zunehmendem Durchmesser des größten angetroffenen Korns die Probemenge erhöht werden. Die LAGA-Probenahmerichtlinie PN 2/78 legt das Mindestgewicht nach der Faustformel $G = 0,06 \times d$ fest, wobei G das Gewicht der Probe in kg und d der maximale Korndurchmesser in mm bedeutet. Die DIN 18 123 schreibt bei maximalen Korndurchmesser von 60 mm eine Probemenge von 18 kg vor.

4. Das Probenahmegerät

Herr Dipl.-Ing. Sehrbrock hat in seinem Beitrag zu diesem Seminar-Band die im Kulturbau üblichen Techniken bereits angeführt. Der Vollständigkeit halber möchte ich noch die für die Gewinnung mittlerer Probemengen geeigneten Handbohrer vorstellen. Abbildung 2 zeigt verschiedene Bohrertypen, deren Anwendungsbereich in Tabelle 1 aufgeführt sind.

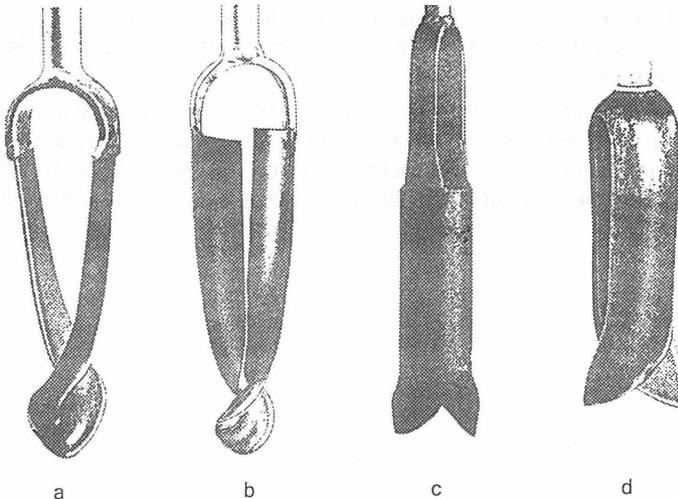


Abb. 2: a + b Edelmann-Bohrer, c Riverside-Bohrer, d Löffelbohrer

Zur Untersuchung auf leichtflüchtige Komponenten wird mit einem kleinen Probestecker (ähnlich einem Apfelbohrer) aus dem frisch gezogenen Bohrgut eine Menge von ca. 5 g entnommen und sofort in eine Head-space-Flasche gefüllt, welche unverzüglich verschlossen wird. Dabei ist darauf zu achten, daß die Kappe nach dem Verschließen nicht mehr drehbar ist.

Probenart	Bezeichnung	Anwendungsbereich	max. erreichbare Tiefe	beprobbare Tiefenintervalle	max. Probenmenge
relativ gestörtes Bodenprofil	Schaufel, Spaten	nicht verdichtete Böden/ Fremdstoffablagerungen	nur bis 1,5 m sinnvoll	beliebig	unbegrenzt
	Flügelbohrer DIN 19671-BI.12	nicht verdichtete, bindige und sandige Böden/Fremdstoffablagerungen über Grundwasser	ohne Ziehgerät bis 2 m möglich	< 0,2 - 0,25	0,5 l
	"Edelmann"-Bohrer		0,2 - 2 m	< 0,2 - 0,3 m	0,1 - 2,3 l
	Bohrschappe DIN 19671-BI.2	mit Einschränkung auch im Grundwasser	0,2 - 2 m	< 0,2 - 0,25 m	0,6/0,7/1,5 l
	"Riverside"-Bohrer	kiesige Böden/Fremdstoffablgn. mit Einschr. im Grundwasser	0,2 - 2 m	< 0,2 m	0,6 l
	Löffelbohrer	steinige und kiesige Böden/ Fremdstoffablagerungen	0,2 - 2 m	< 0,2 m	0,5/1,0 l
relativ ungestörtes	Rillenbohrer DIN 19671-BI.1	nicht verdichtete, bindige u. sandige Böden/Fremdstoffablgn	1 m - 2 m ohne Ziehgerät	< 1 m	0,3 l
	Pürkhauer-Bohrstock		1 m	< 1 m	0,4 l
	Rohrbohrer DIN 19671-BI.1		1 m	< 1 m	0,5 l
ungestörtes	Rammkernsonde	nicht verdichtete, bindige und sandige Böden/ Fremdstoffablagerungen	ca 5 m mit Bohrhammer und Ziehgerät	< 1 m	1,0 l
	Stechzylinder DIN 19672-BI.1		0,04 m (oder z.B. 0,12 m)	0,1 l (oder z.B. 0,85 l)	

Tabelle 1: Anwendungsbereiche der verschiedenen Probenahmegeräte

Die Reinigung des Bohrgerätes stellt eine besondere Schwierigkeit dar, wenn in kontaminiertem Grund gebohrt wurde.

Vor allem bei einer ölverunreinigten Bodenmatrix ist besondere Vorsicht geboten. Zum einen soll das Probenahmegerät so sauber werden, daß eine Verschleppung der Kontamination vermieden wird, zum anderen muß eine Gefährdung der Probenehmer, des Grundwassers und der Proben durch das verwendete Reinigungsmittel ausgeschlossen sein.

Die Art der Reinigungsverfahren und die verwendeten Hilfstoffe sollte mit einem sachkundigen Chemiker abgesprochen werden. Bei Ölschadensfällen hat sich die Reinigung des Bohrgeräts mit acetongetränkten Putzlappen bewährt. Diese müssen gesammelt und nach Abfallschlüssel entsorgt werden.

5.2. Probenteilung - Homogenisieren

Fallen bei der Probenahme große Mengen an, wie bei einem Baggerschurf, müssen diese über das Vierteln mit einem Kreuzteiler in repräsentative Mischproben handhabbarer Volumina geteilt werden. Großkörnige Steine werden zur Analyse im Labor üblicherweise entfernt. Dies muß unter Abschätzung der Massenanteile im Probenahmeprotokoll vermerkt werden. Auf der Baustelle kann man Steine mit einem Hammer zerkleinern und der Probe beifügen.

Die Homogenisierung im Labor geschieht meist in Kugelmöhlen. Bei Verdacht auf flüchtige Komponenten kann unter flüssigem Stickstoff bei -196°C gemahlen werden.

Zur Verringerung der Analysekosten können mehrere Proben zu Mischproben vereinigt werden. Dabei ist darauf zu achten, daß möglichst nur Proben ähnlicher Kontaminationsgrade gemischt werden.

Probematerial, das nicht in Probebehälter verfüllt und abtransportiert wird, muß vorschriftsmäßig entsorgt werden. Dieser Anfall potentiellen Sondermülls wird in Zukunft ein wachsendes Problem der Altlastenuntersuchung darstellen.

5.3. Probengefäße - Konservierung

Zur Aufnahme von Bodenproben eignen sich fast alle Verpackungen, die luftdicht zu verschließen sind. Die Auswahl der zu untersuchenden Parameter kann bestimmte Verpackungen vorschreiben. Z.B. die Analyse auf LHKW oder BTEX die Verwendung von Head-space-Flaschen. Bei der Analyse auf Erdalkalien kann eine Papiertüte sinnvoll sein.

Üblich sind Weithalsglasflaschen, die am besten vorher im Labor auf mögliche Verunreinigungen aus der Fertigung geprüft wurden.

Zur Konservierung sollten die Bodenproben so schnell wie möglich dunkel und kühl bei Temperaturen zwischen $+2^{\circ}$ bis $+5^{\circ}\text{C}$ gelagert werden. Sollte bei der Analyse eine Extraktion als erster Schritt erfolgen, kann auch im Extraktionsmittel konserviert werden. Im Einzelfall müssen Probengefäß und Konservierung mit dem Labor vorher abgesprochen werden.

5.3. Analysenprogramm

Die Erörterung von Parameterlisten würde den Umfang dieses Beitrages sprengen. Im Sondergutachten "Altlasten" der Bundesregierung (s.u.) sind verschiedene Untersuchungsprogramme einander gegenübergestellt. Die sinnvolle Auswahl der zu untersuchenden Parameter sollte im interdisziplinären Gespräch zwischen Labor und Ingenieurbüro erfolgen.

Anschriften der Autoren

Martin Mueller von der Haegen

Diplom-Chemiker, Geschäftsführer der

BIOLAB Umweltanalysen GmbH

Bültenweg 16

Telefon: 0531 - 344858

3300 Braunschweig

Tefefax: 0531 - 344849

Roland Moritz

Diplom-Forstwirt

BIOLAB Karlsruhe

Sophienstraße 135 Tel.: 0721/856160

7500 Karlsruhe

Literatur:

Rexhäuser, H.;

Das Schutzgut Boden,

Altlastentage Hannover 1991, 22.-24. Mai 1991

Gesetz zum Schutz des Bodens BodSchG

Gesetzblatt für Baden-Württemberg 1991, Nr. 16, Stuttgart

Sondergutachten "Altlasten" des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen.

Deutscher Bundestag Drucksache 11/6191

Leuchs, W.;

Strategien und Techniken zur Gewinnung von Feststoffproben

in "Probenahme bei Altlasten",

LWA-Materialien, Düsseldorf 1989

Altlasten-Leitfaden

für die Behandlung von Altablagerungen und

kontaminierten Standorten in Bayern.

Bayerisches Staatsministerium des Innern, München 1991

Petersen, R.G.; Calvin, L.D.

"Sampling" in : Methods of Soil Analysis Part 1 Physical

American Society of Agronomy- Soil Science Society of America

677 South Segoe Road, Madison WJ 53711 (USA) 1986

Grundke, D.; Mueller von der Haegen, M.,

Leistungsverzeichnis Altlasten

Studie der IPM Ingenieurgesellschaft für Projektmanagement mbH

für das Amt für Umweltschutz der Stadt Hannover 1990

Otte, F.

Über die Erfassung von Bodenvariabilität und Gütemaße für großmaßstäbliche Karten

Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde an der

Universität Kiel Band 2, Kiel 1988

Grupe, M.

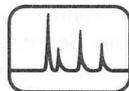
Der Einfluß der Flächenvariabilität von Schwermetallgehalten auf Durchschnittswerte und Beprobung

Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 53 (1987) 16-172

Bundesamt für Umweltschutz (Schweiz)

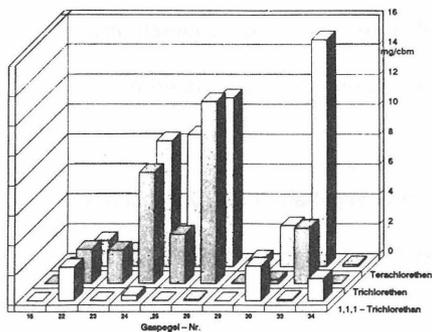
Wegleitung für Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden, Bern

1987



Altlasten · Altstandorte Erkundung · Bewertung · Sanierung

- fachgerechte Probenahme (auch unter Vollschutz)
- Bodenluftanalytik vor Ort mittels Gaschromatographen
- Untersuchung von CKW-Schäden
- Kartierung von Kontaminationsherden und -fahnen
- begleitende geologische und hydrologische Erkundung
- Modellrechnungen zum Schadstofftransport
- Entwicklung von Sanierungskonzepten
- hydrologische Simulation von Sanierungsmaßnahmen
- Betreuung und Überwachung von Sanierungen



Analytische Chemie im Umweltbereich

Methodik:

- Atom-Absorptions-Spektrometrie
- Gaschromatographie mit ECD, FID, FTD, WLD
- Gaschromatographie mit massenselektivem Detektor
- Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie mit UV, VIS, RI, FL
- Ionen-Chromatographie
- Summenbestimmungen (u.a. AOX, TOC, CSB)
- IR-Spektrometrie
- Photometrie, Volumetrie, Gravimetrie

Spezialgebiete:

- Spurenanalytik
- Verfahrensentwicklung
- Qualitätskontrolle
- Methodenvergleiche
- Dioxin- und Dibenzofuranalytik
- Nitroaromatenanalytik
- Pestizidanalytik

Das Labor für Geoanalytik wurde 1984 gegründet. Zur Zeit beschäftigen wir ca. 80 Mitarbeiter. Darunter sind 23 Akademiker (Chemiker, Geologen, Ingenieure, Hydrologen, Mineralogen), um Ihnen für alle Fragestellungen optimale Lösungen bieten zu können.

Wir sind Mitglied im Verband Niedersächsischer Umweltlaboratorien sowie nach § 60, Abs. 1, LWG/NRW und § 17, TVO staatlich anerkannt.

Wir senden Ihnen gern Informationsmaterial und unsere Preisliste zu.

PROBENAHME BEI DER ERKUNDUNG VON VERDACHTSFLÄCHEN
FACHSEMINAR AN DER TU-BRAUNSCHWEIG 13.09.1991

ENTNAHME VON GRUNDWASSERPROBEN

Klaus Söhngen

Einleitung

Im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung oder Begutachtung von Altlasten, kontaminierter Standorte sowie Verdachtsflächen ist es in der Regel unerlässlich, neben den Informationen über Inhaltsstoffe im Boden sowie Bodenluft, Kenntnisse über die Zusammensetzung des unter der Verdachtsfläche liegenden Grundwassers zu erhalten. In der Regel ist der Kontaminationspfad Sickerwasser -> Grundwasser, der wichtigste ist der für den Schadstofftransport verantwortlich ist.

Um detailliertere Erkenntnisse über die Beschaffenheit eines Grundwassers im Bezug auf eine Verdachtsfläche zu erhalten, ist es in der Regel notwendig, mindestens 2 Grundwasserbeobachtungspegel zu errichten. Einen im Zu- und einen anderen im Abstrombereich der Verdachtsfläche.

Nachdem chemische und physikalische Analysen des Grundwassers vorliegen, kann unter Berücksichtigung der geologischen und hydrogeologischen Erkenntnisse zumeist schon eine Aussage über schädliche Inhaltsstoffe der Verdachtsfläche getroffen werden.

Entnahme von Grundwasserproben

In dem folgenden Manuskript soll nun ausschließlich auf den Vorgang der Entnahme von Grundwasserproben und den dazugehörigen Randbedingungen eingegangen werden. Der Bau von Grundwassermeßstellen sowie die geologischen sowie hydrogeologischen Belange sollen in dieser Arbeit nicht näher betrachtet werden.

Um eine sach- und fachgerechte Entnahme von Grundwasserproben durchführen zu können, gilt es die folgenden Eckpfeiler zu beachten:

1. Theoretische und praktische Vorbereitung und Planung der Probenahme
2. Durchführung der Probenahme
3. Feldmessungen
4. Probenkonservierung
5. Transport der gewonnenen Proben zum Untersuchungslabor
6. Dokumentation der Probenentnahme

1. Theoretische-, praktische Vorbereitung sowie Planung der Probenahme

Die Probenahme ist bei der Beurteilung der Qualität eines Grundwassers, der fehlerträchtigste Vorgang. Ca. 85 % der möglichen Fehlerquellen, die das spätere Ergebnis einer Grundwasseruntersuchung verfälschen können, entstehen während der Probenahme. Die restlichen 15 % verteilen sich zu ca. 10 % auf den Probentransport sowie zu 5 % auf die durchzuführenden Laborarbeiten.

Um eine sach- und fachgerechte Probenahme durchführen zu können, ist es vor dem Feldeinsatz notwendig

- a) die Probennahmegerätschaften auf Verwendbarkeit zu prüfen sowie
- b) die Probenahme exakt auf das spätere analytische Untersuchungsprogramm abzustellen.

Die übliche Ausstattung für Grundwasserprobenahmen umfassen folgende Ausstattungsmerkmale:

- Pumpen
- Stromerzeuger
- Lichtlot
- Feldmeßgeräte
- diverse Probengefäße

Die gebräuchlichsten Probeentnahmegeräte sind:

- Unterwassermotorpumpen
- Saugpumpen
- Druckluftpumpen
- Schöpfgeräte

Um eine qualifizierte Probenahme durchzuführen, sollte man in der Regel Unterwassermotorpumpen verwenden. Der Vorteil der Unterwassermotorpumpen ist, daß vor der eigentlichen Probenahme, falls gewünscht, auch größere Mengen Wasser aus dem Grundwasserleiter gefördert werden können, um die Probeentnahme selber bei konstantem pH-Wert sowie einer konstanten Leitfähigkeit durchführen zu können.

Schöpfproben, sind wenn eben möglich, zu vermeiden, da diese keine repräsentativen Ergebnisse für den Grundwasserleiter zulassen. Schöpfproben empfehlen sich immer nur dann, wenn ausdrücklich die Untersuchung der Grundwasseroberfläche oder etwa aufschwimmender Phasenkörper gewünscht wird.

Aus diesem Grund muß eine sach- und fachgerechte Probeentnahme folgende Dinge berücksichtigen:

Vor dem Ausrücken ins Feld, ist es unerläßlich sämtliche an der Probenahme beteiligten Gerätschaften auf Funktionsfähigkeit incl. Kalibrierung der Feldmeßgeräte auf Kontaminationsfreiheit sowie auf das Vorhandensein von Konservierungs- und Stabilisationschemikalien zu überprüfen.

Zur größten Ergebnisverfälschung führen Kontaminationen der Probenahmegerätschaften. Wie für das Material der Verrohrung der Meßstellen gilt auch für das Material der Entnahmegeräte, daß diese weder Stoffe an das Grundwasser abgeben, noch Stoffe aus dem Grundwasser im oder am Material der Geräte binden. Für Pumpen hat sich die Verwendung von Edelstahl bzw. für Schläuche von Teflon als sehr günstig erwiesen.

Da Probenahmegeräte, insbesondere Pumpen, in der Regel sehr teuer sind, ist es nicht anzunehmen, daß für jeden Brunnen eine neue Pumpe sowie neues Schlauchmaterial eingesetzt wird. Aus diesem Grund müssen vor jeder erneuten Probenahmekampagne Pumpen, Schläuche sowie alle Gerätschaften die direkt während der Probenahme mit dem Grundwasser in Berührung kommen, peinlich gesäubert und auf Rückstände voriger Probenahmen überprüft werden, da sonst eine Verschleppung von Inhaltsstoffen unvermeidlich ist. Es ist also bei wiederholtem Einsatz der Geräte darauf zu achten, daß durch die Benutzung der Entnahmegeräte keine Verunreinigungen eingeschleppt oder verschleppt werden.

Eben dieser Arbeitsgang, die intensive Reinigung der Probenahmege­rät­schaften, muß auch im Feld zwischen den einzelnen Probeentnahmestellen, durch klar­spülen mit Wasser erfolgen. Dieser Arbeitsschritt vor und während der Probenahme ist aus dem Grunde unerläßlich, da insbesondere bei organisch belasteten Grundwässern eine Verschleppung durch Eintauchen der Pumpe in andere Brunnen extrem groß ist. Insbesondere sollte man auch nicht an Schlauchmaterialien sparen und bei stärker kontaminierten Projekten die Schlauchmaterialien austauschen, um nicht über den Schlauch die zu entnehmenden Proben zu kontaminieren.

Im übrigen sollte beispielsweise die vermutlich am stärksten belastete Meß­stelle zuletzt beprobt werden.

Sorgfältiges spülen von Probenahmege­rät­en mit Wasser bzw. der Ersatz verschmutzter Schläuche ist daher selbstverständlich.

Die Abgase der benzinmotorbetriebenen Generatoren die für den Pumpenbetrieb eingesetzt werden, sind ebenfalls vom Entnahmeort möglichst weit fernzuhalten.

2. Schematische Darstellung der Probenahme

Bevor die Probenahme überhaupt durchgeführt wird, ist mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde abzuklären, ob das geförderte Grundwasser auf dem Gelände versickert werden darf, in eine Kanalisation einzuleiten ist, oder aufgrund der zu vermutenden Kontaminationen aufgefangen werden muß um später ordnungsgemäß entsorgt zu werden.

- Anfahren der Probenahmestelle
- Vor öffnen des Pegels Aufbau und Bereitlegung der entsprechenden Probe­nahmege­rät­e
- Öffnen des Pegels
- Optische Überprüfung des Bauzustandes des Pegels
- Einmessen des Wasserstandes vor der Probenahme
- Einsetzen der Unterwassermotorpumpe und Abpumpen des Grundwassers bis zur pH-Wert und/oder Leitfähigkeitkonstanz.

Die Unterwassermotorpumpe selber, wird nach Absprache mit dem Hydrogeologen, in die entsprechende Tiefe des Brunnens abgelassen. Die Pumpe sollte idealerweise, mind. einen Meter über Pumpensumpf enden und mind. zwei Meter unter Wasserspiegel eingebaut werden.

Es ist sicherzustellen, daß zumindest das doppelte Volumen abgepumpt wird das dem wasserführenden Volumen von Verrohrungen und Ringraum entspricht. Die Absenkung des Grundwasserspiegels in der Meßstelle sollte nach Möglichkeit weniger als 10 % der Gesamtgrundwassermächtigkeit betragen. Die Förderleistung sollte zwischen 0,1 l/sec. und 5 l/sec. im Regelfall liegen.

Während dieses Abpumpvorgangs wird der Umgebungsluftdruck sowie in einer kombinierten Meßzelle, die von dem abgepumpten Grundwasser blasenfrei durchströmt wird, gleichzeitig die Temperatur, der pH-Wert, die Leitfähigkeit, der Sauerstoffgehalt, das Redoxpotential, sowie die Durchflußmenge bestimmt.

Nachdem die entsprechende Konstanz aufgrund der eingebauten Meßgeräte erreicht ist, wird das Grundwasser blasenfrei und ohne große mechanischen Aufwirbelungen in die Probennahmegefäße gefüllt. Die Probennahmegefäße, die selbstverständlich vor der Probenname im Laboratorium intensiv gespült worden sind, werden zunächst drei bis viermal mit dem zu untersuchenden Grundwasser ausgespült.

Übliche Probenahmegefäße sind Weit- oder Enghalsflaschen aus Kunststoff bzw. Glas, die im Fachhandel bezogen werden können. Völlig abwegige Probennahmesysteme sind z. B. Getränkeflaschen, Eimer, Kanister, Kannen, Tüten oder ähnliches Gerät.

Die Befüllung der Probenflaschen sollte nicht aus dem Förderschlauch, sondern aus einem Schlauch mit geringerem Querschnitt erfolgen, der über entsprechende Verbindungsstücke mit dem Förderschlauch verbunden ist, und ständig mit gefördertem Grundwasser gespült wird (Beipaß). Zur Befüllung wird dieser Schlauch bis auf den Flaschenboden eingetaucht. Nach dem Vollaufen sollten die Flaschen kurze Zeit überlaufen und nach langsamen Herausziehen des Schlauches sofort verschlossen werden. Eventuell ist eine Filtration der Proben notwendig. Ob eine Filtration durchzuführen ist, muß im Vorfeld mit dem Auftraggeber bzw. dem Analytiker abgestimmt werden.

Nachdem die Probenentnahme abgeschlossen ist, wird abermals der Grundwasserstand gemessen und der Pegel wieder verschlossen.

3. Feldmessungen

Wie schon unter Pos. 2 ausgeführt, werden während des Abpumpvorgangs die Feldparameter, Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt sowie Redoxpotential mittels Durchflußmeßstelle kontinuierlich bestimmt.

Protokolliert werden die sich eingestellten Konstanzwerte.

4. Probenkonservierung

Neben den direkten Feldparametern enthält das Grundwasser oftmals auch weitere labile Inhaltsstoffe, die sich durch Umgebungseinflüsse wie Sauerstoffzufuhr, chemische Reaktion, biologische Umsetzung, Temperatureinflüsse oder Licht verändern können. Aus diesem Grunde ist es unerlässlich für gewisse Parameter, gemäß der Anlage 1 entsprechende Behältermaterialien zu verwenden, bzw. für gewisse Parameter eine Stabilisierung oder Konservierung der Inhaltsstoffe durchzuführen.

Im wesentlichen kommen zwei Probengefäßmaterialien zur Anwendung. Glas und Kunststoff, wobei Glas den Vorzug erhalten sollte.

Das Aufteilen des Grundwassers in verschiedene Flaschen sollte aber nicht nur unter dem Aspekt der Konservierung erfolgen, sondern möglichst auch unter dem Gesichtspunkt, daß im Labor später keine Probenteilungen mehr vorgenommen werden müssen. Die Proben sollten direkt in den entsprechenden Entnahmegebinden an die einzelnen Arbeitsplätze verteilt werden.

Besondere Rücksichtnahme erfordert der Umgang für die spätere Bestimmung von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen. Für diese Bestimmungen ist es daher ratsam vor Ort die Probe schon mit definiertem Volumen in Headspacegläser abzufüllen, entsprechende Reaktionsreagenzien zuzugeben, damit diese später direkt in den Autosampler des GC-Headspace eingestellt werden können.

5. Probentransport

Nachdem nun die Probenahme abgeschlossen ist, werden die entsprechenden Probenahmegefäße in Kühlboxen oder in mit Fahrzeugenergie betriebene Kühlschränke eingestellt und möglichst rasch zum Untersuchungslabor transportiert.

6. Dokumentation der Probenentnahme

Um die durchgeführte Probenahme nachvollziehbar zu gestalten, ist es unerlässlich während, spätestens aber unmittelbar nach Abschluß der Probenahmetätigkeiten ein Probenahmeprotokoll anzufertigen (Anlage 2). Das Probenahmeprotokoll sollte neben den aufgeführten Informationen dem Probenehmer unbedingt auch die Möglichkeit bieten Bemerkungen außergewöhnlicher Art zu den entsprechenden Probenahmestellen bzw. den entnommenen Proben zu machen.

Für den Analytiker im Labor ist es ungemein wichtig, nicht nur anonyme Flaschen auf den Tisch zu bekommen, sondern zu wissen ob irgendwelche Besonderheiten bzw. Auffälligkeiten sich während der Probenahme ereignet haben, die Einfluß auf die chemische Analyse haben könnten.

Abschlußbemerkung

Um ein Grundwasser objektiv und detailliert beurteilen zu können, ist neben einer qualifizierten chemischen Analytik insbesondere eine sach- und fachgerechte Probenentnahme notwendig. Da ca. 85 % der möglichen Fehler bei der Probenahme erfolgen können, sollten die Personen, die die Probenahme durchführen entsprechend ausgebildet und geschult sein. (Probenahmeschulungen werden z.B. vom Landesamt für Wasser und Abfall in Nordrhein-Westfalen angeboten). Derjenige der Proben entnimmt, muß über die gesamten Zusammenhänge der Probenahme bestens informiert sein.

Dazu gehören insbesondere:

- Fachliche Kenntnisse über die Probenahme selber
- Kenntnisse über persönlichen Arbeitsschutz während der Probenahme
- Bedienung der geeigneter und funktionstüchtigen Gerätschaften
- Grundkenntnisse, besser noch fortgeschrittene Kenntnisse, im Bereich der anorganischen und organischen chemischen Analytik.

Das wichtigste, was sich ein Probenehmer bei seiner Arbeit immer wieder vor Augen führen sollte, ist:

Die anschließende chemische Analyse, die die Basis für die Beurteilung des Grundwasser bildet, kann maximal so gut sein wie die Probenahme selber.

Die Fehler die bei der Probenahme erfolgen, kann auch der beste Analytiker nicht mehr rückgängig machen.

eretec GmbH
Institut für chemische Analytik
und Umwelttechnik
Veste 1
5270 Gummersbach
Tel. (02261) 62055 + 56 + 57
Fax (02261) 21970

Probenvorbereitung

für ausgewählte Parameter

Grundwasser

Parameter	Probenbehältermaterial	Probenvolumen je Best (in ml)	Konservierung			Messung	Haltbarkeit 5°C
			vor Ort	Transport	Labor		
KW-H18	G,br.	500	A,B	1	1	Labor	24 h
KW-H17	G,br.	1000	A	1	1	Labor	24 h
Phenolindex	G,br.	500	A,C	1	1	Labor	24 h
PAK's	G,br.	1000	A	1	1	Labor	24 h
AOX	G,br.	500	A,D	1	1	Labor	24 h
POX	G,br.	500	A,D	1	1	Labor	24 h
EOX	G,br.	1000	A,D	1	1	Labor	48 h
TOC	G,br.	500	A	1	1	Labor	24 h
DOC	G,br.	500	A	1	1	Labor	24 h
BETX	G,br.	1000	A	1	1	Labor	48 h
BETX	Head-space	allq	1	1	1	Labor	10 d
LHKW's	G,br.	500	A	1	1	Labor	48 h
LHKW's	Head-space	allq	1	1	1	Labor	10 d
PCB's	G,br.	2000	A	1	1	Labor	48 h
SHKW's	G,br.	2000	A	1	1	Labor	48 h
GC-FID	G,br.	1000	A	1	1	Labor	48 h
GC-ECD	G,br.	1000	A	1	1	Labor	48 h
GC-Ms	G,br.	2000	A	1	1	Labor	48 h
PSBM's	G,br.	3000	A	1	1	Labor	10 d

G,br. Braunglasflaschen mit Schliffstopfen

1. Kühl (2-5°C) lagern A. 2 Proben nehmen 1x orig. 1x filtr.
- B. 1000ml Flasche benutzen aber nur mit 500ml füllen
- C. CuSO₄ u. H₃PO₄ auf pH < 4 D. m. HNO₃ auf pH 2 einst.

Probenvorbereitung

für ausgewählte Parameter

Grundwasser

Parameter	Probenbehältermaterial	Probenvolumen je Best (in ml)	Konservierung			Messung	Haltbarkeit 5°C
			vor Ort	Transport	Labor		
OSB	PE	1000	1	1	1	Labor	3 d
KMnO ₄ -Index	PE	200	1	1	1	Labor	2 d
Säurekapaz.	G	200	1	1	1	Labor	24 h
Basenkapaz.	G	200	1	1	1	Labor	24 h
Härte	G	200	1	1	1	Labor	24 h
org. Stickst	G	500	1	1	1	Labor	6 h
Quecksilber	FEP	250	7,8	1	1	Labor	30 d
Arsen	FEP	250	8,9	1	1	Labor	30 d
Blei	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Cadmium	FEP	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Eisen	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Kupfer	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Nickel	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Chrom	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Zink	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Natrium	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Kalium	PE	100	8,9	1	1	Labor	30 d
Calcium	G	250	8,9	1	1	Labor	30 d
Magnesium	G	250	8,9	1	1	Labor	30 d
div. Metalle	G/PE	500	8,9	1	1	Labor	30 d

G = Glas PE = Polyethylen FEP = Fluorethylenpropylen

1. Kühl (2-5°C) lagern 7. K₂Cr₂O₇+HNO₃ auf pH < 1

8. Bei Proben m. Feststoffen 2 Proben nehmen 1x filtrieren u. pH < 1, 1x orig.

9. mit HNO₃ auf pH < 1,5 einstellen

Anlage 1

Probenvorbehandlung für ausgewählte Parameter Grundwasser

Parameter	Proben- behälter material	Proben- volumen je Best (in ml)	Konservierung			Messung	Halt- bar- keit 5°C
			vor Ort	Trans- port	La- bor		
Farbe	G					v.Ort	
Geruch	G					v.Ort	
Trübung	G					v.Ort	
pH-Wert	Durchflußz.					v.Ort	
Leitfähigk	Durchflußz.					v.Ort	
Sauerstoff	Durchflußz.					v.Ort	
Redoxpot.	Durchflußz.					v.Ort	
Temperatur	Durchflußz.					v.Ort	
abfiltrier.St.	G	2000	1	1	1	Labor	36 h
absetzbare St.	G	1000	1	1	1	Labor	36 h
Chlorid	G/PE	100	1	1	1	Labor	30 d
Sulfat	G/PE	400	1	1	1	Labor	7 d
Sulfit	PE	1000	5	1	1	Labor	7 d
Sulfid	G/PE	500	3,4	1	1	Labor	24 h
Chrom 6+	PE	500	2	1	1	Labor	12 h
Fluorid	G	50	1	1	1	Labor	3 d
Nitrat	G/PE	50	1	1	1	Labor	24 h
Nitrit	G	100	1	1	1	Labor	6 h
Ammonium	G	500	1	1	1	Labor	6 h
o-Phosphat	G/PE	200	1	1	1	Labor	24 h
Cyanid ges.	PE	500	6	1	1	Labor	3 d
Cyanid lfs.	PE	500	6	1	1	Labor	3 d

G = Glas PE = Polyethylen FEP = Fluorethylenpropylen

1.Kühl (2-5°C) lagern 2.AISO4/Sulfit Pufferlsg.

3.aus der filtrierten Probe 4.m. NaOH auf pH 12 einstellen

5.10 ml EDTA-Lsg.2,5% 6. NaOH,ZnHCl+ZnSO4 Lsg.

Anlage 2

Probenahmeprotokoll

Einzelprotokoll für die Entnahme von Grundwasserproben Labor-Nr.:

Auftraggeber:

Bezeichnung der Probe:

Probenahmetag:

Wetter am Entnahmetag:..... Lufttemperatur:(°C)

Bemerkungen:

Beschreibung der Entnahmestelle:

Bezeichnung:

Brunnenausbau:

Durchmesser des Pegelrohres: (mm/Zoll)

Tiefe des Pegelrohres/Brunnens: (m) Entnahme Tiefe: (m)

Ruhewasserspiegel bez. auf OK.-Brunnen:(m)v.Proben.....n.Proben.....

Bemerkungen:

Beschreibung des Entnahmevorganges:

Pumpenart:Einbautiefe der Pumpe:(m)

Pumpdauer: von.....bis.....

Abgepumpte Wassermenge bis Probenahme: (l)

Uhrzeit bei der Probenahme:

Fördermenge zum Probenahmezeitpunkt: (l/s.)

Bemerkungen:

Beschreibung der Probe:

Art des Gefäßes: Art des Verschlusses:

Probevolumen: (l) GW-Temperatur bei Entnahme: (°C)

Aussehen: Geruch:Redox-Potent.(mV):.....

pH-Wert:O₂-Gehalt: (mg/l)Leitfähigk.: (µS/cm).....

Bemerkungen:

Probenüberführung:

Probenehmer:

Datum Unterschrift

ENTNAHME VON BODENLUFTPROBEN

Th. Overmann

1. EINLEITUNG

Bodenluftmessungen werden auf Verdachtsflächen und in deren Umfeld durchgeführt. Als Verdachtsflächen sind Ablagerungen von Abfall i. w. S., Industrie- und Gewerbestandorte anzusehen. Dabei richten sich die zu erkundenden Stoffe nach Art der Ablagerung (z. B. Hausmülldeponie) und nach Industrie- und Gewerbebezweig. Bodenluftmessungen sollen nicht nur Aufschluß über die Art einer möglichen Kontamination mit Schadstoffen geben, sondern auch über die räumliche Verteilung und Migrationswege der belasteten Bodenluft informieren. Daneben stellt die Bodenluftprobenahme und -analytik eine kostengünstige und aussagekräftige Methode zur Erkundung von Verdachtsflächen dar. Die Bodenluftprobenahme ist mit vergleichbar geringerem Aufwand als z. B. Grundwasser- und Bodenprobenahmen aus größeren Tiefen (ab ca. 1m Tiefe) durchzuführen.

2. METHODIK DER BODENLUFTPROBENAHEME

Wie oben angeführt richten sich die in der Bodenluft zu untersuchenden Parameter nach Art und Umfang der zu erwartenden Kontaminationen. Bei Ablagerungen, in denen ein hoher organischer Anteil zu erwarten ist, ist als Hauptkomponente der zu untersuchenden Stoffe Methan (Zündfähigkeit) zu nennen. Daneben sollen die Untersuchungen Auskunft über den Gehalt an Sauerstoff, Stickgasen (Zündhemmung) und toxischen organischen Spurengasen (leicht flüchtige halogenierte, aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe, organische Schwefelverbindungen, Schwefelwasserstoff) geben. Bei Industrie- und

Gewerbstandorten ist in der Regel von Verunreinigungen mit leicht flüchtigen halogenierten, aromatischen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen auszugehen. Neben diesen genannten Stoffen ist in Einzelfällen mit einer ganzen Reihe anderer Komponenten in der Bodenluft zu rechnen.

2.1 Einrichten von temporären Gasmeßstellen

Mit einer Schlitzsonde, Durchmesser 32 - 36 mm, werden unterschiedlich tiefe Bohrungen abgeteufelt. Über die Tiefe der Bohrungen entscheidet vor Ort der betreuende Geologe. Die Tiefe der einzelnen Bohrungen richtet sich nach dem Aufbau der durchteuften Bodenschichten. Desweiteren spielt der Flurabstand des Grundwassers eine Rolle. Ist z.B. die Abdeckung einer Hausmülldeponie 1 m mächtig und aus stark bindigem Material (tonig, schluffig), so muß die Bohrung diese Schicht durchteufen. Die zu erstellenden Bohrungen sollten nicht in das Grundwasser hineinreichen, da es zum Ansaugen von Grundwasser bei der Bodenluftprobenahme führen kann. Die so erstellten Bohrungen werden dann mit unterschiedlichen Materialien zu temporären Gasmeßstellen ausgebaut. Das Labor für Geoanalytik benutzt zum Ausbau einfache PE-Rohre. Diese Rohre sind im unteren Teil perforiert. Die Lochstrecke beträgt in der Regel 1 m. Desweiteren stehen Kupfer- und Stahlrohre zur Verfügung. Auch diese sind im unteren Teil gelocht. Der Ringraum zwischen Bohrlochwand und Pegelrohr wird in der Regel bei temporären Gasmeßstellen nicht verfüllt. Das Bohrloch muß zur Oberfläche hin sicher abgedichtet werden, um zu vermeiden, daß Außenluft während der Probenahme angesaugt wird. Hierbei können verschiedene Techniken angewendet werden. Eine genügend lange Strecke wird mit Quellton verfüllt. Eine nur oberflächennahe Dichtung mit Quellton reicht in der Regel nicht aus. Die HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT, 1/87 empfiehlt drei Abdichtungsvarianten:

- Abdichten des Sondierloches mit einem Metallkegel und einer darauf sitzenden Platte, welche sich in den Boden drückt;
- das Durchbohren der oberen Schicht (evtl. bindige Schicht) mit einem größeren Durchmesser als dem der tiefer zu rammenden Sonde, welche in die gasführende Schicht reicht. Abdichten des oberen Bereiches (z. B. mit Quellton);
- das Rammen eines Pegelrohres mit einer Metallspitze, die einen größeren Durchmesser aufweist. Einbringen eines Dichtungsringes in den Zwischenraum und Verfüllen des oberen Bereiches.

Desweiteren sind noch andere Abdichtmethoden vorhanden, z. B. ein größerer aufblasbarer Gummistopfen. Dieser kann auch in verschiedenen Tiefenbereichen um die Verrohrung angebracht und benutzt werden.

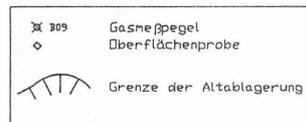
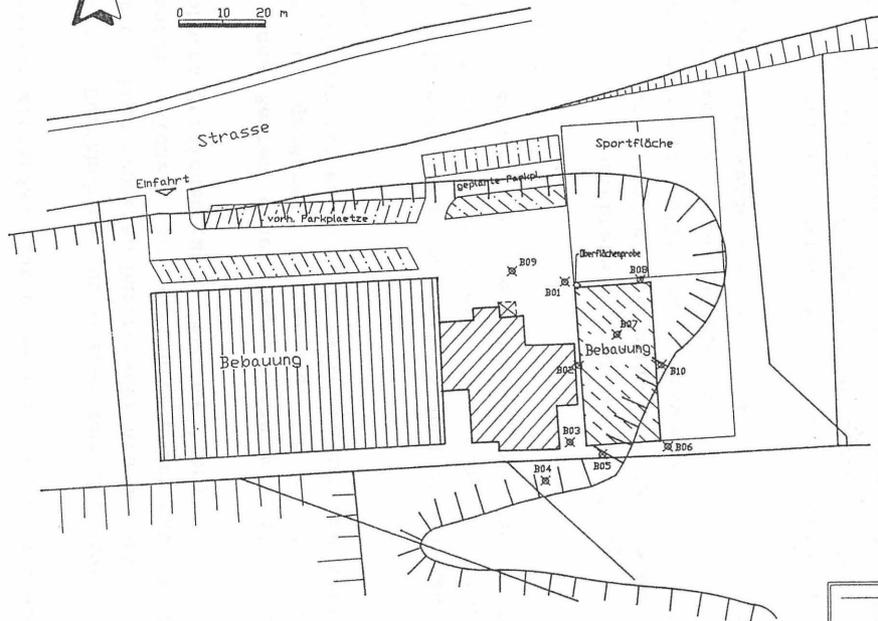
Die so eingerichtete temporäre Gasmeßstelle kann in der Regel nach Beendigung der Probenahme und Meßkampagne gezogen werden. Das Bohrloch sollte dann entweder mit Bohrgut oder anderem geeignetem Material wieder verfüllt und an der Oberfläche abgedichtet werden, um ein Ausströmen von Gasen zu verhindern.

In Fällen, bei denen eine erneute Probenahme notwendig ist, können die Gasmeßpegel stehen bleiben. Durch den Einsatz von PE-Rohren können sehr viele Gasmeßpegel errichtet werden. Außerdem können sämtliche Pegel bis zur Beendigung einer Meßkampagne stehen bleiben, um auch Wiederholungsmessungen zu gewährleisten. Dieses Vorgehen ist bei anderen Ausbaumaterialien z. T. aus Kostengründen nicht durchführbar.

In Abbildung 1 ist die Lage von temporären Gasmeßstellen eingezeichnet.



0 10 20 m



Labor für Geoanalytik 	
Richthofenstraße 29 Tel (0 51 21) 76 03 16 3200 Hildesheim Fax (0 51 21) 76 03 13	
Abb. 1: Lage der Gasmeßpegel B01 - B10	Meßstab
	Datum: 16.08.1991
Projekt: Auftraggeber:	Bearbeiter: ThD/rs
	Anhang/Anlage

In diesem Fall sollte die Gefährdung einer Bebauung durch eine direkt unter dem Bauobjekt befindliche Altablagerung (Hausmüll) erkundet werden. Nach der Meßkampagne wurde die Verrohrung gezogen, da sie den Baubetrieb gestört hätte.

2.2 Einrichten von stationären Gasmeßpegeln

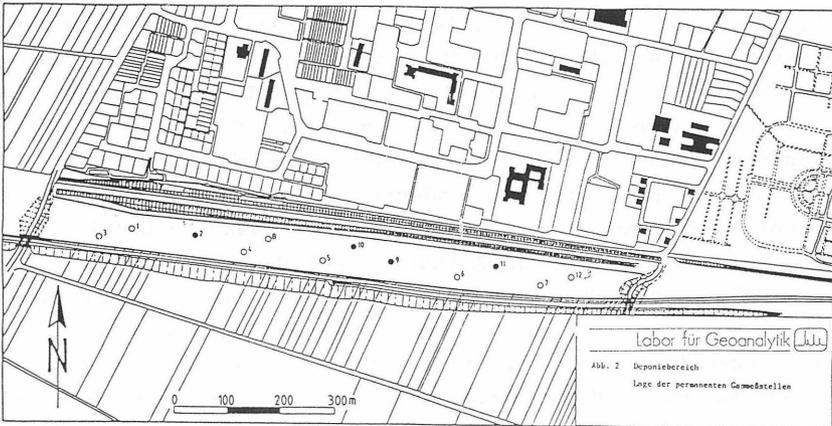
Stationäre Gasmeßpegel bieten sich immer dann an, wenn eine längerfristige Überwachung eines Objektes notwendig ist.

Die Bohrungen für den Ausbau zu stationären Gasmeßpegeln erfolgen in der Regel in trockenem Bohrverfahren. Der Bohrdurchmesser richtet sich nach möglichen Zusatzarbeiten an den Gasmeßpegeln (z. B. Installation einer Bodenluftabsauganlage). Je nach Aufbau und Art der zu durchteufenden Schichten wird mit oder ohne Hilfsverrohrung gebohrt. Bei Bohrungen in Deponien kann durch das Vorhandensein von zündfähigen Gasgemischen eine Explosionsgefahr bestehen. In solchen Fällen sind die Bohrungen unter Einsatz einer Bohrlochbewetterungs- und Absauganlage durchzuführen. In Abbildung 2 ist die Lage von 12 stationären Gasmeßpegeln, die auf einer oberirdischen Mülldeponie errichtet wurden, vermerkt.

In diesem Falle wurden in jeder Bohrung zwei Gasmeßstellen errichtet. Eine Meßstelle reicht bis in den verdichteten und teilweise mineralisierten Müllkörper hinein, die zweite Meßstelle endet oberhalb der 1 m mächtigen Tonschicht, die den Müllkörper abdeckt. Darüber folgt bis ca. 0,3 m unter Geländeoberkante eine ca. 2 m mächtige Kalkschotterschicht. Auf dieser ist eine Humusdecke aufgebracht. Die erste Meßstelle dokumentiert die maximale Gaskonzentration im Deponiekörper und gibt so Auskunft über die Gasproduktion und -entwicklung des Müllkörpers. Die Proben aus der zweiten Meßstelle entsprechen der oberflächennahen Bodenluft und geben somit Auskunft über ein Gefährdungspotential durch Deponiegas. Der Ausbau erfolgte in diesem Fall mit DN 50 HDPE Rohren. Die Filterrohre haben eine Schlitzweite von 1 mm. Diese

Schlitzweite wurde gewählt, um bei Bedarf eine Bodenluftabsauganlage an diese Meßstellen anschließen zu können. Kleinere Schlitzweiten hätten die Leistungsfähigkeit der Absauganlage stark beeinträchtigt. Der Ringraum zwischen Bohrlochwand und Pegelrohr wurde mit Filterkies verfüllt. Die Abdichtung zur Oberfläche erfolgte mit einer ca. 50 cm mächtigen Quelltonstrecke. Diese Pegel wurden unter Geländeoberkante eingebaut, da das Gelände der Öffentlichkeit zugänglich ist. Als Abschluß dient eine SEBA- und eine Ferngaskappe. Kleinere Bohr- und Ausbaudurchmesser, z. B. Ausbau DN 35 werden dann verwendet, wenn die Meßstellen ausschließlich zur Probenahme verwendet werden. Als Ausbaumaterialien werden in der Regel Kunststoffrohre, wie sie auch für den Grundwassermeßstellenausbau verwendet werden, eingesetzt.

Bodenluft und Grundwasser werden in der in Abbildung 2 dargestellten Deponie langfristig, bisher über 2 Jahre, überwacht. Dabei sind sowohl Bodenluft- als auch Grundwassermeßstellen so ausgelegt, daß eventuell notwendige Sanierungs- und/oder Sicherungsmaßnahmen ohne weiteren Bohr- und Ausbaufwand durchgeführt werden können.



3. PROBENAHEME

Die Probenahme an den temporären und stationären Gasmeßpegeln erfolgt parameterspezifisch. Je nach zu untersuchenden Parametern kommen verschiedene Probenahmesysteme zum Einsatz. Im folgenden werden die Probenahmesysteme nach Stoffgruppen vorgestellt.

3.1 Permanentgase CH₄, CO₂, O₂, N₂, CO:

Für die Probenahme wird ein Gasbeutel mit einem kurzen Schlauch und einem Stopfen direkt an den Gasmeßpegel angeschlossen und die Bodenluft hineingepumpt. Bei allen Probenahmen wird als Schlauchmaterial Teflon oder Tygon eingesetzt. Das Abpumpen erfolgt mit einem Zweigasmeßgerät (Vabotector, CH₄, O₂). Der Gasbeutel wird bei Erreichen einer konstanten Gaszusammensetzung an das Zweigasmeßgerät angeschlossen. Je nach Gasbeutelgröße sind Probenahmeholumina von 0,5 bis 10 l Bodenluft möglich. Das Probevolumen richtet sich nach den Druckverhältnissen in der Gasmeßstelle. Tritt ein starker Unterdruck während des Abpumpens auf, so wird die Pumpleistung und das Probevolumen verringert. Druckverhältnisse lassen sich während der Probenahme durch ein zugeschaltetes Differenzdruckmanometer ermitteln, die bei einigen Pumpen fest eingebaut sind.

Sollen Veränderungen der Gaszusammensetzung in der Bodenluft aufgezeigt werden, ist es möglich, die Probenahme stichprobenartig nach verschiedenen Abpumpvolumina durchzuführen. In diesem Fall wird eine bestimmte Menge Bodenluft durch ein Gassammelrohr aus Glas (Gasmaus) gesaugt. Nach Erreichen eines gewählten Abpumpvolumens (z. B. 4 l) wird die Gasmaus verschlossen. Vor dem Verschließen druckseits wird ein Druckausgleich zum Gasmeßpegel durchgeführt. Dieses läßt sich dann weiterführen (z. B. nach 8 l, 12 l usw.). Die so gewonnenen Permanentgasproben können dann im Labor vermessen

werden. In der Regel erfolgt die Analytik gaschromatographisch mit Wärmeleitfähigkeitsdetektor. Es ist aber auch möglich einen Gaschromatographen mit Flammenionisationsdetektor einzusetzen, eine Methode, die Methan auch im Spurenbereich nachweist.

Eine weitere Möglichkeit der Probenahme ist das direkte Absaugen der Bodenluft aus einem Gasmeßpegel durch die Probenschleife eines Gaschromatographen. Die Probenahme kann über ein Zweigasmeßgerät mit Differenzdruckmanometer kontrolliert werden, so daß die Probe wie o. g. bei konstanter Gaszusammensetzung erfolgt. Aus der Probenschleife läßt sich die Probe direkt analysieren.

Andere Probenehmer führen die Probenahme der Permanentgase bei dem Erreichen eines konstanten CO₂-Gehalts in der Bodenluft während des Abpumpens der Bodenluft durch. Wir konnten bisher jedoch keinen Zusammenhang zwischen konstantem CO₂-Gehalt und der Gaszusammensetzung der Bodenluft erkennen.

Die HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT, 1/87 empfiehlt die Probenahme erst nach einer Standzeit der Gasmeßpegel von 24 Stunden durchzuführen. Dieses Vorgehen soll mögliche Störungen in der Bodenluftzusammensetzung durch das Errichten der Gasmeßpegel ausschließen. Aus unserer Erfahrung ist eine solch lange Wartezeit vor der Probenahme aus Kostengründen häufig nicht durchführbar. Auch scheint eine 1 tägige Standzeit gegenüber einer von ca. 1 Std. keine wesentlichen Veränderungen in der Zusammensetzung der Bodenluft zu bewirken. Das Abpumpen einer Bodenluftmenge vor der Probenahme, die wesentlich größer ist als der Pegelinhalt, bewirkt, daß mögliche störende Faktoren auf die Probe, wie z. B. Eindringen von Außenluft in das Bohrloch vermieden werden, da nach Abpumpen des Pegelinhaltes nur noch Bodenluft gefördert wird. Zudem ist bei "Vor-Ort"-Meßkampagnen, also der Analytik von Bodenluftproben direkt vor Ort, der Nutzen stark eingeschränkt. Da der Bohrfortschritt bei "Vor-Ort"-Analytik nach den Ergebnissen individuell bestimmt werden kann, wird

3.2 Leicht flüchtige halogenierte, aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe:

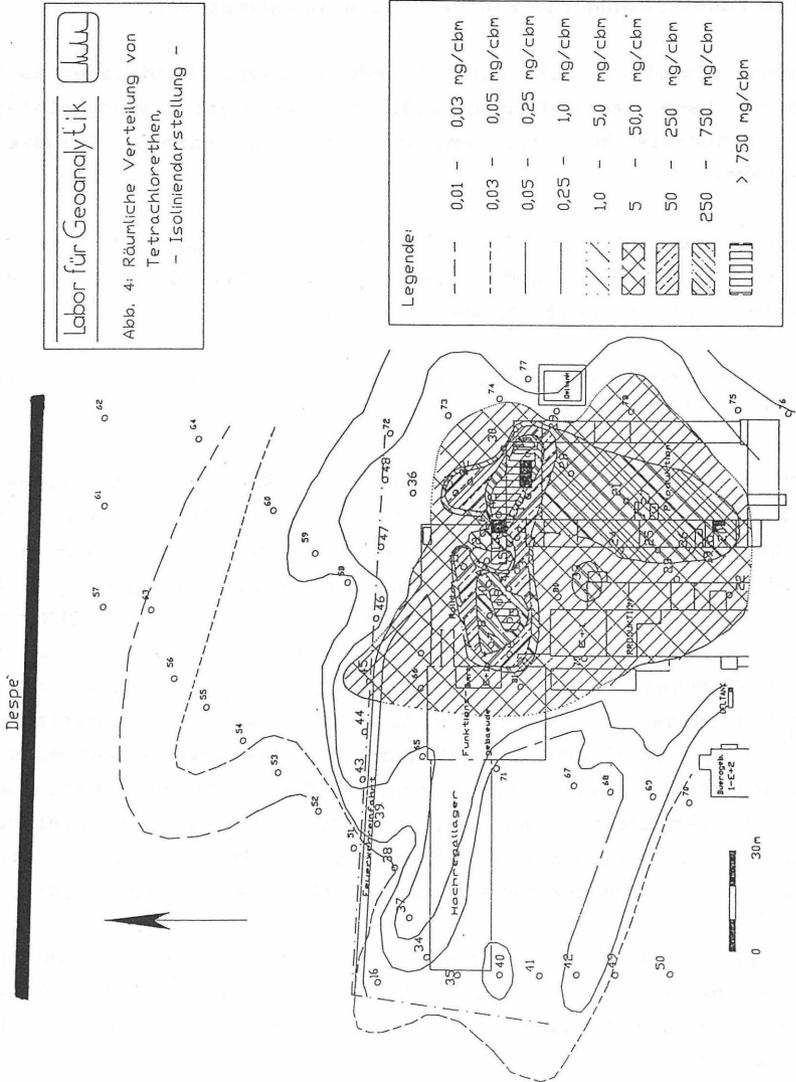
Zur Probenahme auf LHKWs und Aromaten wird ein bestimmtes Bodenluftvolumen (z. B. 4 l) aus dem Gasmeßpegel mit Hilfe einer Vakuumpumpe durch ein Gassammelrohr aus Glas (Gasmaus) gesaugt. Die Gasmaus wird nach dem Durchfluß des Bodenluftvolumens verschlossen. Vor dem Verschließen wird wiederum ein Druckausgleich druckseits zum Gasmeßpegel hin durchgeführt. Auch hier läßt sich die Probenahme nach verschiedenen Abpumpvolumina durchführen (z. B.: 4 l, 8 l usw.). Eine weitere Möglichkeit der Probenahme ist die Entnahme der Bodenluft direkt aus dem Gasmeßpegel nach dem Abpumpen einer bestimmten Menge Bodenluft. Dazu wird auf dem Gasmeßpegel ein Ypsilon-Stück installiert. Der eine Ausgang dient zur Absaugung der Bodenluft mittels einer geeigneten Pumpe. Der andere Ausgang ist mit einem Septum luftdicht verschlossen. Aus diesem Ausgang läßt sich nach Erreichen des gewählten Abpumpvolumens und dem notwendigen Druckausgleich mit einer gasdichten Spritze die Bodenluftprobe entnehmen. Sie wird in ein vorher mit der Bodenluft gespültes Headspace-Gläschen luftdicht abgefüllt.

Der Zeitpunkt der Probenahme wird von einigen Probenehmern mit dem Maximum des CO₂-Gehaltes in der Bodenluft gleichgesetzt. Aus unserer Erfahrung konnte bisher jedoch kein Zusammenhang zwischen CO₂-Maximum und Schadstoffgehalt in der Bodenluft nachgewiesen werden.

Diese Probenahmetechniken für LHKWs und Aromaten oder auch Benzin-KWs bieten sich an, wenn die Proben vor Ort analysiert werden.

In Abbildung 4 ist beispielhaft die Erkundung eines metallverarbeitenden Betriebes dargestellt. Durch Bodenluftprobenahme mit Gasmaus auf LHKWs und "Vor-Ort"-Analytik konnte eine umfangreiche Kontamination mit

Tetrachlorethen kartiert werden. Anhand dieses Ergebnisses, weiterer Bodenluftuntersuchungen sowie umfangreicher Boden- und Grundwasseruntersuchungen wurde die Sanierung dieses Schadenfalles geplant und wird z. Z. durchgeführt.



Zur Laboranalytik empfiehlt sich diese Probenahmetechnik nicht, da es bei zu langer Lagerung durch Wandeffekte an den Glasbehältern und durch Diffusion der Bodenluftprobe aus den Behältern zu Minderbefunden kommen kann.

Die Analytik vor Ort erfolgt mittels Gaschromatographen mit Elektroneneinfang und Flammenionisationsdetektor.

Sowohl Spritzen als auch Gasmäuse sowie Headspacegläschen werden nach jeder Gasmeßstelle mit Warmluft dekontaminiert. Zur Kontrolle der Dekontamination werden mehrmals Blindwerte bestimmt.

Wird eine "Vor-Ort"-Analytik nicht durchgeführt, sollten andere Probenahmemethoden aus oben genannten Gründen für eine spätere Laboranalytik eingesetzt werden.

In der Regel wird die Bodenluft auf verschiedene feste und/oder flüssige Adsorbentien angereichert.

Zur Untersuchung der Bodenluft auf LHKWs und Aromaten wird eine Anreicherung auf Aktivkohle durchgeführt. Bei einer Pumpleistung von 0,7 l/min werden 15 l Bodenluft mittels einer geeigneten Pumpe über Aktivkohleröhrchen, wie sie auch für MAK-Wert-Bestimmungen benutzt werden, gesaugt. Für FCKWs hat sich gezeigt, daß aufgrund der hohen Flüchtigkeit und der vergleichsweise schlechteren Adsorption an Aktivkohle dieser Stoffe eine geringere Pumpleistung sowie ein geringeres Anreicherungs-volumen als bei anderen LHKWs gewählt werden muß. Ansonsten besteht die Gefahr des Durchschlagens der Aktivkohleröhrchen, was bei der Analytik zu Minderbefunden führt. Zur Sicherheit können für die Probenahme zwei hintereinandergeschaltete Aktivkohleröhrchen benutzt werden.

Die an die Aktivkohle adsorbierten Stoffe werden im Labor mit einem geeigneten Lösungsmittel (z. B. CS₂) eluiert und nach Headspaceprobenahme mittels GC/ECD, GC/FID, GC/PID vermessen.

Um weitere leicht- bis mittelflüchtige organische Bestandteile der Bodenluft qualitativ und halbquantitativ erfassen zu können, wird im Labor für Geoanalytik ein GC/MS-Screening durchgeführt. Bei einer Pumprate von 0,7 l/min werden zwischen 20 und 30 l Bodenluft auf Aktivkohle angereichert. Die so adsorbierten Stoffe werden mit einem geeigneten Lösungsmittel eluiert und nach Headspace- und on-column-Probenaufnahme mittels GC/MS vermessen. Da keine Standardsubstanzen zur quantitativen Bestimmung der gefundenen Stoffe eingesetzt werden, kann als Analyseergebnis nur eine halbquantitative Aussage resultieren. Sollten durch das GC/MS-Screening relevante Mengen eines oder mehrerer Stoffe gefunden werden, so ist die quantitative Bestimmung an dem noch vorhandenen Extrakt oder durch erneute Probenahme und Analyse mit Standardsubstanz möglich.

Die in allen Fällen eingesetzten Aktivkohleröhrchen werden in den unteren Teil des Gasmeßpegels gehängt.

3.3 Organische Schwefelverbindungen und H₂S

Organische Schwefelverbindungen werden als Summenparameter erfaßt. Die Probenahme der Bodenluft erfolgt über Adsorption an Aktivkohle (0,7 l/min//20 - 30 l). Auch hier wird das Anreicherungsöhrchen in den unteren Teil des Gasmeßpegels gehängt. Die so erhaltene Probe wird im Labor mittels Ionenchromatographie vermessen.

Bei speziellen Fragestellungen lassen sich z. B. Einzelbestimmungen von Mercaptanen durchführen.

Zur Bestimmung von H₂S in der Bodenluft werden 20 bis 30 l bei einer Pumprate von 1 l/min durch drei mit Zink-Acetat-Lösung beschickte Gaswaschflaschen gesaugt. Im Labor erfolgt die Analyse photometrisch.

3.4 Weiter Parameter und Methoden

Die Probenahme und Analyse von Bodenluft auf andere als die oben aufgeführten Parameter ist natürlich möglich. Es würde aber zu weit führen alle Stoffe hier aufzuführen. Man kann feststellen, daß die Probenahme und Analytik der Bodenluft in Anlehnung an die Verfahren zur Bestimmung von MAK-Werten durchgeführt wird.

Neben diesen hier vorgestellten Möglichkeiten der Bodenluftprobenahme, die vom Labor für Geoanalytik angewendet werden, sind weitere Methoden vorhanden, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

- Methode nach Neumayr; vom Boden des Gasmeßpegels wird die Bodenluft mit einer Kunstoffspritze abgesaugt. Die Bodenluftprobe wird in Glasampullen abgefüllt. Die so konservierte Probe kann sowohl vor Ort als auch im Labor analysiert werden. Als Fehlerquellen sind die Kunstoffspritzen zu nennen. Durch Adsorption und die nicht vorhandene Gasdichtigkeit können Minderbefunde in der Analytik auftreten. (zitiert aus SCHMIDT, 1989).

- Probenahme nach Kanitz; durch eine Lanze werden 20 l Bodenluft über ein Adsorberharz geleitet. Dieses Harz befindet sich in einer Sorptionssäule im oberirdischen Teil der Lanze. Die sorbierten Substanzen werden an Ort und Stelle mit Pentan desorbiert (KANITZ, 1983).

3.5 Bestimmung von Zusatzparametern

Bei der Bodenluftprobenahme werden in der Regel die Druchverhältnisse (Unterdruck, Überdruck) im Gasmeßpegel bestimmt. So können über die geologische Aufnahme der durchteuften Schichten hinaus Aussagen über deren Durchlässigkeit gemacht werden.

Daneben werden die zur Dokumentation der Probenahme notwendigen Parameter wie Außentemperatur, Gastemperatur, Luftdruck, relative Luftfeuchte und Angaben über die Witterung bestimmt. In Einzelfällen werden zusätzlich Windgeschwindigkeit und Windrichtung ermittelt.

4. ARBEITSICHERHEIT

Bei sämtlichen Bohrarbeiten ist das Einhalten der Arbeitssicherheitsbestimmungen unerlässlich. Daneben sind aber speziell bei der Bodenluftprobenahme weitere Arbeitssicherheitsmaßnahmen zu ergreifen. Art und Umfang richtet sich nach Qualität und Quantität der in der Bodenluft vorhandenen Stoffe. Da in der Regel nur lückenhafte Angaben vorhanden sind, empfiehlt es sich vorab Summenparameter toxischer und explosiver Inhaltsstoffe zu bestimmen. Dies ist mit Kurzzeitmeßröhrchen, z. B. Dräger-Polytest, mit einem Photoionisationsdetektor und mit diversen Meßgeräten, z. B. Tritox Warngerät möglich. Solche Bestimmungen geben Hinweise auf die zu ergreifenden Arbeitsschutzmaßnahmen. In Kap. 2.2 wurde schon auf den Einsatz einer Bohrlochbewetterungs- und Absauganlage hingewiesen. Weiter kann es notwendig sein, die Probenahme unter Vollschutzbedingungen, z. B. auf einigen Rüstungsaltlasten, durchzuführen.

5. LITERATURVERZEICHNIS

HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT, Hrsg (1/1987): Handbuch Altablagerungen, Teil 2.- Orientierende Untersuchungen: 49-60; Wiesbaden

SCHMIDT, B (1989): Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW) im Untergrund (Literaturstudie).-Schr. Angew. Geol.,5: 1-116; Karlsruhe.

KANITZ, J (1983): Bodenluftuntersuchungen, Möglichkeiten und Grenzen.- Methoden zur Ökotoxikologischen Bewertung von Chemikalien, 2: 43-51.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Geol. Thomas Overmann

Labor für Geoanalytik

Richthofenstraße 29

3200 Hildesheim

Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Probenentnahme auf Altlasten

R. Egermann, U. Sehrbrock

1. Einleitung

Da sich mit der Erkundung von Verdachtsflächen und Altlasten in den letzten Jahren aufgrund der erst jetzt erkannten Bedeutung und Dringlichkeit ein immer größerer Personenkreis (Büros, Analyselabors, Behörden) beschäftigt, gewinnt das Problem des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei diesen Arbeiten auch zunehmend an Bedeutung. Während das Personal der mit den Analysen befaßten chemischen Labore in einem hohen Maße an einen fachgerechten Umgang mit gefährlichen Stoffen gewöhnt ist, stellen die von den Stoffen ausgehenden Gefahren für viele der die Erkundungsarbeiten vor Ort durchführenden Firmen Neuland dar.

Bauingenieure, Geologen und Techniker, die von der konventionellen Baugrunderkundung gewöhnt sind, die gerade entnommenen Bodenproben eingehend organoleptisch zu untersuchen, müssen bei der Erkundung von Verdachtsflächen umdenken und ihre Vorgehensweise nach den für diese Arbeiten zu beachtenden Besonderheiten ändern. Aber nicht nur die Probennehmer müssen sich den Gegebenheiten anpassen, sondern auch Geräte und Verfahren sind im Interesse eines größtmöglichen Arbeits- und Gesundheitsschutzes für Personal und Nachbarschaft sorgfältig auszuwählen und gegebenenfalls zu verbessern. Nur so lassen sich die Gefahren bei

der Entnahme von Boden-, Wasser- und Bodenluftproben, die zusätzlich zu den ohnehin schon vorhandenen Unfallgefahren, welche grundsätzlich in einem erheblichen Maße bereits bei Arbeiten auf Baustellen oder mit Bohrgeräten bestehen, minimieren.

2. Voraussetzungen

Obwohl den Arbeiten vor Ort (technische Erkundung) die Aufarbeitung zugänglicher Akten und anderer Informationen (historische Erkundung) vorangegangen sind, ist die eigentliche Probenentnahme als ein Eingriff in einen in seiner Zusammensetzung weitgehend unbekanntem Baugrund anzusehen. Der Auftraggeber ist nach VOB/A § 9 zwar verpflichtet, möglichst präzise Angaben über das Baugrundrisiko zu machen, jedoch können sich die Angaben, da die weiteren Arbeiten ja gerade erst die Klärung der Gesamtsituation zum Ziel haben, bestenfalls nur auf folgende Punkte beschränken:

- ehemalige Nutzung des Geländes
- Auflistung der zu erwartenden Gefahrstoffe oder Gefahrstoffgruppen
- Aggregatzustand der zu erwartenden Gefahrstoffe
- Mobilität und gegebenenfalls Toxizität der zu erwartenden Gefahrstoffe
- bereits festgestellte Gefahrstoffpfade

In der Regel ist der Auftraggeber (Gemeinde, Grundstücksbesitzer) nicht in der Lage, eine Beschreibung vorzulegen, die eine ausreichend abgesicherte Wahl zu ergreifender Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen bereits vor Beginn der Arbeiten (Ausschreibungsphase) ermöglicht. Dies darf allerdings nicht dazu führen, daß - weil wegen der Unsicherheiten nicht im erforderlichen Umfang einkalkuliert - die der Situation angepaßten Schutzmaßnahmen auf der Strecke bleiben.

Es ist daher nicht zuletzt auch die Pflicht des Auftragnehmers als jemand, der mit der Materie besser vertraut ist, die bisher vorhandenen

Informationen zu prüfen und gegebenenfalls die Angaben des Auftraggebers zu ergänzen. Dies hat nicht nur deswegen zu geschehen, um die spätere Abrechnung der Leistungen zu erleichtern, sondern auch aus Fürsorgepflicht gegenüber den Arbeitnehmern, die vor Ort den möglichen Risiken direkt ausgesetzt sind.

In der VOB, die im Falle der Altlastenerkundung allerdings nur bedingt anwendbar ist, heißt es in Bezug auf den Arbeitsschutz sinngemäß in § 4, Teil B, daß der Auftragnehmer gegenüber seinen Arbeitgebern alleinverantwortlich für die Erfüllung der gesetzlichen, behördlichen und berufsgenossenschaftlichen Verpflichtungen ist. Die sich aus den Unfallverhütungsvorschriften und den behördlichen Bestimmungen ergebenden erforderlichen Schutz- und Sicherungsmaßnahmen gehören nach VOB, Abschnitt C (DIN 18299), auch ohne Erwähnung im Vertrag zur vertraglichen Leistung. Da es - anders als für den Boden - für die Behandlung bzw. Erkundung einer Altlast allerdings keine einschlägigen technischen Regeln gibt, sind die "Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen" der VOB nicht ohne weiteres anwendbar.

3. Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz

3.1 Allgemeines

Das Gefährdungspotential, das von dem zutage geförderten Material ausgeht, hängt ab von der Konzentration, der Mobilität und Toxizität der Inhaltsstoffe. Gefährdet sind sowohl die Probennehmer, als auch mittelbar und unmittelbar die nähere Umgebung sowie der weitere Aktionsbereich des Personals.

Eine Gefährdung des Personals, mit eventuellen Schadstoffen in schädlichen Kontakt zu kommen, besteht durch die Möglichkeit der Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper

- durch orale Aufnahme
- über die Atemluft
- durch Hautresorption

Toxische Substanzen können gasförmig, als Dampf oder als Aerosol über die Atemluft in den Körper gelangen, werden unter Umständen aber auch als staubförmiger Feststoff oder adsorbiert an ursprünglich harmlosen Staubpartikeln mit der Atemluft aufgenommen. Bei einigen Substanzen reicht schon allein der Hautkontakt, um über Diffusion in den Organismus zu gelangen.

Über den unmittelbaren, direkten Kontakt hinaus stellt eine mögliche Verschleppung von Gefahrstoffen ein weiteres Risiko für die Arbeitnehmer und deren weitere Umgebung dar. Solche Verschleppungen in bislang nicht belastete Bereiche sind möglich durch nicht oder nur unzureichend gereinigte Geräte oder durch die Arbeitskleidung.

Durch geeignete technische und organisatorische Schutzmaßnahmen sind des weiteren Gefahren durch

- Brände, Verpuffungen und Explosionen
- unkontrollierte Ausbreitung von Gefahrstoffen
durch

Ausgasen

Verwehen

Fließen (in Phase)

Fließen (an Wasser suspendiert/in Wasser gelöst)

zu unterbinden.

Bei der Ausarbeitung des Untersuchungskonzeptes und der Vorgehensweise ist immer zu beachten, daß technische Schutzmaßnahmen vor den organisatorischen Schutzmaßnahmen und diese wiederum vor dem Tragen von persönlicher Schutzausrüstung anzuordnen sind.

Als Maßnahme für einen wirksamen und systematischen Arbeits- und Gesundheitsschutz ist also zuerst grundsätzlich der Einsatz solcher Verfahren anzustreben, welche aufgrund ihrer spezifischen Arbeitsweisen eine möglichst geringe Schadstofffreisetzung gewährleisten.

Eine sorgfältige Wahl des Verfahrens und des gesamten Ablaufs (durch organisatorische Maßnahmen) reduziert die unvermeidlichen Risiken

nachhaltig, da der Spielraum möglicher Fehlhandlungen und die Auswirkungen eventueller Störungen verkleinert werden. Wie nötig dies ist, kann leider zu häufig auf Baustellen beobachtet werden, wo trotz der grundsätzlich bekannten unter Umständen möglichen massiven Gefährdung der eigenen Gesundheit die vielleicht sogar mitgeführte Schutzkleidung während der Arbeiten nicht angelegt wird.

3.2 Bohr- und Sondierarbeiten

Bei der Auswahl des Verfahrens für die technische Erkundung vor Ort sollte grundsätzlich gelten, daß das Verfahren angewendet wird, welches nur möglichst geringe Bohrgutmengen liefert. Jede Entnahme von für die Beurteilung der Situation nicht erforderlichem Material bedeutet die Förderung eines unnötigen Gefährdungspotentials, das zusätzlich nicht zuletzt wegen der erforderlichen fachgerechten Entsorgung Probleme mit sich bringt. Dies gilt gleichermaßen für Feststoff (Boden), Wasser und Gas.

Sondierungen mit der Schlitzsonde ($22 \leq \phi \leq 32$ mm) oder der Rammkernsonde mit Durchmessern von maximal $\phi = 80$ mm liefern nur vergleichsweise geringe Mengen an Probenmaterial, genug für die chemische Analyse, unter Umständen aber zu wenig oder in zu schlechter Qualität, um ein umfassendes, abgesichertes Bild der Gesamtsituation abzugeben. In stark kontaminierten Bereichen ist der Einsatz von Sondierverfahren zusätzlich noch deshalb problematisch, weil eine Entnahme des in den hohlen Stangen geförderten Probenmaterials in jedem Fall vor Ort geschehen muß, da die Sonden wieder verwendet werden müssen. Diese Entnahme erfordert oft einen hohen manuellen Aufwand, was einen möglichen Kontakt mit dem Gefahrstoff fördern kann oder Verschleppungen vereinfacht.

Sind höherwertige Aufschlüsse gefragt, so sollten Bohrungen vorgesehen werden, bei denen dann auch wegen des ohnehin schon größeren apparativen Aufwandes - und des sich daraus ergebenden größeren Kostenrahmens - weitergehende Schutzmaßnahmen leichter durchführbar sind.

Bei der Auswahl des Bohrverfahrens sind unter Umständen gegenläufige Interessen miteinander zu vereinbaren. Aus der Sicht des Probenehmers sind unverrohrte Trockenbohrungen, die eine unmittelbare visuelle Begutachtung des weitgehend unveränderten Bohrgutes erlauben, verrohrten Bohrungen vorzuziehen, welche wiederum aus der Sicht des Arbeits- und Gesundheitsschutzes Vorrang haben sollten. Hier wird jeweils im Einzelfall zu entscheiden sein, welches Verfahren letztlich Anwendung findet.

Über zusätzliche technische Einrichtungen sind der jeweiligen Situation angepaßte Schutzvorkehrungen möglich, die unter Berücksichtigung des nötigen Umwelt- und Gesundheitsschutzes auch Bohrungen in einem Untergrund erlauben, bei dessen Öffnung Gasansammlungen im Bohrloch unvermeidbar sind.

In einem solchen Fall ist zur Vermeidung von Emissionen eine Absauganlage zu installieren, die um weitere Einrichtungen zu ergänzen ist, wenn brennbare Gase zu beherrschen sind. Dieses können sein:

- Einbau von Leitungen zur Spülung des Bohrloches mit Inertgasen (Stickstoff, Kohlendioxyd)
- Einbau von Einrichtungen zur Gasabschottung
- Verwendung von Werkstoffen in nicht funken-schlagender Ausführung
- Das Bohrpersoneel hat antistatische Schutzgummistiefel zu tragen
- Die Atemluft ist kontinuierlich zu überwachen (z.B. mittels Photoionisationsdetektor)

Bei den Arbeiten sind die Bestimmungen der Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL) ZH 1/10 zu beachten.

Eine Erkundung von Verdachtsflächen mit Schürfgruben oder -gräben ist nach Möglichkeit zu vermeiden, da bei dieser Art des Aufschlusses so große Mengen möglicher Gefahrstoffe freigelegt und bewegt werden, daß eine kontrollierte Handhabung sehr erschwert ist und mögliche Emissionen ebenfalls nur sehr schwer beherrscht werden können.

3.3 Probenentname

Die Proben vor Ort sollten nach Möglichkeit so genommen werden, daß zur Bergung des Bodens ein direkter Kontakt des Personals mit dem Schadstoff nicht erforderlich ist. Dies kann beispielsweise dadurch sichergestellt werden, daß Kernrohre vorgetrieben werden, in welchen das Probenmaterial während des Bohrvorgangs aufgenommen wird. Diese mehr oder weniger langen Hüllrohre (z.B. aus PVC) lassen sich dann, nachdem sie schnell und einfach mit Verschlußkappen gesichert worden sind, zur weiteren Untersuchung abtransportieren.

Sonderverfahren bis hin zum Gefrieren der Probe bereits im Bohrloch sind technisch möglich und können je nach Grad der möglichen Gefährdung und Zustand des zu beprobenden Materials angewendet werden.

Die Öffnung der Bohrkern zur Begutachtung und Entnahme des Materials sollte in jedem Fall, wenn gas- oder dampfförmige Emissionen nicht auszuschließen sind, unter einer Vorrichtung vorgenommen werden, die in die Atmosphäre austretende Schadstoffe kontrolliert und unschädlich ableitet. Eine solche Einrichtung kann, bei Durchführung dieser Arbeiten im Freien auf der Baustelle, eine Bewetterungsanlage oder, bei einer Entnahme unter Laborbedingungen, eine Absauganlage sein.

3.4 Geräte

Entsprechend dem Grundsatz, daß technische Maßnahmen Vorrang haben vor dem Tragen persönlicher Schutzausrüstung, sind alle bei einer Erkundung eingesetzten Geräte so auszustatten, daß der Bediente einen größtmöglichen Schutz erfährt. Neben den Einrichtungen, die aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen zur Ausstattung gehören müssen, sind Erdbaumaschinen, Spezialtiefbau-Gerät oder auch nur Transportfahrzeuge bei einem Einsatz in Bereichen, in denen die Geräteführer möglicherweise Gesundheitsrisiken durch Gase, Aerosole oder Stäube ausgesetzt sind, mit einer Fahrerkabine mit Filteranlage (Merkblatt ZH 1/184)

auszustatten. Der Unternehmer ist gehalten, die Geräte entsprechend auszurüsten. Diese Forderung nach technischen Schutzmaßnahmen ist in den Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen festgeschrieben und somit Stand der Technik.

Alle Geräte, die bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen eingesetzt wurden, sind nach Möglichkeit noch an Ort und Stelle zu reinigen. Ein Transport der verschmutzten Geräte im Auto, bei dem die Passagiere eventuellen Ausgasungen massiv ausgesetzt sind, ist in jedem Fall zu unterlassen. Entsprechende Einrichtungen sind daher auf der Baustelle vorzuhalten. Je nach Art der möglichen Kontamination können dies sein:

- Stiefelreinigungsanlage
- Waschanlage zur Dekontamination der Kleingeräte
- Reifenwaschanlage
- Fahrzeugwaschanlage
- Schwarz-Weiß-Anlage (falls erforderlich mit Dekontaminationsraum und Personenschleuse)

3.5 Organisatorische Maßnahmen

Um einen reibungslosen und vor allem für alle Beteiligten möglichst risikolosen Ablauf gewährleisten zu können, sind bereits vor Beginn des eigentlichen Einsatzes einige wichtige organisatorische Maßnahmen zu ergreifen. Es muß eine Betriebsanweisung erstellt werden, die auf den einzelnen Probenahmevergange abgestellt sein muß. Darin ist festzulegen, wie die Beschäftigten sich während der Arbeit zu verhalten haben. Im einzelnen sind vorab folgende Punkte auszuarbeiten:

- Betriebsanweisung mit Arbeitsablauf bei der Probenentnahme
- Notfallplanung mit Organisation/Beschreibung der notwendigen erste Hilfe Maßnahmen
- Festlegen der Bedingung einer arbeitsmedizinischen Untersuchung aller Beschäftigten

- Organisation der Maßnahmen zur Dekontamination der bei der Probenentnahme eingesetzten Groß- und Kleingeräte, sowie sonstiger Hilfsmittel und Ausrüstungsgegenstände

Es muß immer wieder darauf hingewiesen werden, daß bei Probenahmen in möglicherweise kontaminierten Bereichen so einfache Schutzmaßnahmen wie beispielsweise ein Eß- und Trinkverbot bestehen und auch eingehalten werden müssen. In jedem Fall ist eine Notfallplanung und eine Erste Hilfe-Planung auszuarbeiten, da nie ausgeschlossen werden kann, daß trotz aller Vorsicht doch einmal Gefahrstoffe an den Körper gelangen. Zu den organisatorischen Maßnahmen sind in jedem Fall auch die Vorsorgeuntersuchung zu zählen. Obwohl in den meisten Fällen bei der Probenentnahme ohne Atemschutz gearbeitet werden kann, müssen alle Beschäftigten, die potentielle Träger eines Atemschutzgerätes sind - wenn auch nur für den Notfall - arbeitsmedizinisch untersucht sein. Jeder muß vorher eine entsprechende Tauglichkeitsuntersuchung erfolgreich bestanden haben.

Auch von einer anderen Seite können bei der Auswahl des Personals Grenzen gesetzt werden. So ist in der Gefahrstoffverordnung, die für alle Gewerbe gilt, in § 26 festgelegt, wo Frauenarbeit untersagt ist, nämlich überall dort, wo nicht ausgeschlossen werden kann, daß krebserzeugende oder erbgutverändernde Gefahrstoffe vorhanden sind. Eine Probenahme auf Altlasten kann aufgrund dieser Gefahrstoffverordnung daher nur sehr eingeschränkt unter ganz bestimmten Umständen von Frauen durchgeführt werden.

Dekontaminationsanlagen oder -möglichkeiten für alle eingesetzten Geräte müssen zu Beginn der Arbeiten vorhanden sein. Dies liegt - abgesehen vom Gesundheitsschutz - durchaus auch in einem weiteren unmittelbaren Interesse des Probennehmers. Dieser hat so die Möglichkeit, die Entnahmeeinrichtungen zwischen den einzelnen Einsätzen zu reinigen und kann so eine Verschleppung zu späteren Entnahmestellen und damit eine Verfälschung der Ergebnisse wirkungsvoll unterbinden.

Bei Erkundungsmaßnahmen, die wegen ihres Umfangs oder der zu erwartenden Brisanz der Gefahrstoffe einen gewissen Rahmen überschreiten, ist der Einsatz eines Koordinators zu empfehlen. Als solcher ist eine entsprechend fachkundige Person zu bestellen, deren Aufgabenbereich die Einweisung des Personals, die Einhaltung der vorgegebenen Arbeits- und Gesundheitsschutzvorgaben und die Überwachung des ordnungsgemäßen Ablaufes der gesamten Maßnahme ist.

Zur Vereinheitlichung und Absicherung der erforderlichen Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen wurde eine Richtlinie für Arbeiten in kontaminierten Bereichen erarbeitet, welche auch für Erkundungsarbeiten Gültigkeit besitzt, d. h. Probenahmen und Erkundungsarbeiten sind Arbeiten in kontaminierten Bereichen. Im Moment liegt diese Vorschrift noch in Brüssel zur Notifizierung. Nach Inkrafttreten dieses Werkes müssen sich alle gewerblichen Arbeitnehmer an dieser Richtlinie orientieren.

Im Abschnitt 10 wird beispielsweise festgelegt, daß die Arbeiten bei Unregelmäßigkeiten unterbrochen werden müssen. Ein Arbeitnehmer darf danach nicht weiterarbeiten, wenn sein Bohrgerät zum Beispiel auf Fäseser, Tierkadaver oder auf irgendetwas stößt, was bei Planung der Arbeiten nicht einbezogen worden ist. Der Bauleiter, oder der oben angesprochene Koordinator, muß in einem solchen Fall neue, den veränderten Gegebenheiten gerechtwerdende Festlegungen mit eventuell weitergehenden Schutzmaßnahmen ausarbeiten.

Nach dieser Richtlinie wird als Grundausstattung grundsätzlich als persönliche Schutzausrüstung mindestens das Tragen bzw. Bereithalten von

- Bausicherheitsgummistiefeln
- Einweg-Chemikalienschutzanzug
- chemikalienbeständigen, reißfesten Schutzhandschuhen
- Schutzbrille bzw. Gesichtsschutzschirm

gefordert.

Die Art und der Umfang der gesamten, jeweils vorzuhaltenden Ausrüstung richtet sich letztlich nach der Art des Gefahrstoffes, der Mobilität und der zu erwartenden Konzentration sowie den Möglichkeiten der technischen Vorsichtsmaßnahmen.

4. Schlußbemerkung

Probenentnahmen auf Altlasten und Verdachtsflächen zählen zu den gefährlichsten Arbeiten bei der Altlastenbehandlung, da mögliche Gefährdungen in der Erkundungsphase noch weitestgehend unbekannt sind. Vorkehrungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sind daher unabdingbare Präventivmaßnahmen, die mit entsprechender Sachkenntnis angewendet, zu einem für alle Beteiligten störungsfreien Ablauf beitragen. Dabei gilt für die Planung der Entnahmearbeiten, daß bei der Abschätzung der zu erwartenden Gefahrensituation der jeweils ungünstigste für die Situation anzunehmende Fall als Maßstab für die zu treffenden Schutzmaßnahmen anzulegen ist.

Die Gesundheitsgefahren bestehen nicht nur in akuten Erkrankungen, sondern es müssen ganz besonders die möglichen Langzeiterkrankungen berücksichtigt werden, da man zum Teil mit toxischen Gefahrstoffen in Berührung kommen kann, die entsprechende Langzeitwirkung haben. Ein Probenehmer, der über Jahre hinaus Altlasten beprobt, ist diesen schleichenden Gefahren dauernd ausgesetzt, so daß grundsätzlich für jeden Einsatz eine entsprechend sorgfältige Vorsorge, d.h.: bei jeder Erkundungsmaßnahme, einzuhalten ist.

Die angesprochene Richtlinie kann kostenlos von der Tiefbau-Berufsgenossenschaft in München oder Berlin bezogen werden. Dort sind auch weitere Informationen über den Arbeits- und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen erhältlich.

Rechtliche Grundlagen, Vorschriften

(aus: Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis, Altlastensanierung,
Tiefbau- Berufsgenossenschaft, Ausgabe März '90)

Unter anderem müssen unter Umständen die nachfolgend aufgeführten Verordnungen und Vorschriften berücksichtigt werden:

- Chemikaliengesetze
- Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung
GefStoffVVO) vom 26. August 1986 (BGBl I.S.1470)
- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Technische Regeln für Gefahrstoffe, wie TRGS 100,
TRGS 102, TRGS 402, TRGS 403, TRGS 415, TRGS 900
- Gefahrgut-Verordnung "Straße" (GGVS)
- Arbeitsstättenverordnung
- Arbeitsstättenrichtlinien
- UVV "Allgemeine Vorschriften" (VBG 1)
- UVV "Bauarbeiten" VBG 37
- UVV "Arbeiten an Gasleitungen" VBG 50
- UVV "Arbeitsmedizinische Vorsorge" VBG100
- UVV "erste Hilfe" VBG 109
- UVV "Schutzmaßnahmen beim Umgang mit krebserzeugenden
Arbeitsstoffen" VBG 113
- UVV "Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für
Arbeitssicherheit" VBG112
- UVV "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz" VBG 125
- UVV "Müllbeseitigung" VBG 126
- Atemschutz-Merkblatt ZH 1/134
- Merkblatt für Fahrerkabinen mit Filteranlagen auf
Erdbaumaschinen
- Augenschutz-Merkblatt ZH 1/192
- Schutzkleidung-Merkblatt ZH 1/105

- Merkblatt Brandschutz bei Bauarbeiten ZH 1/503
- Merkblatt Erste Hilfe beim Einwirken chemischer Stoffe ZH 1/175
- Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern ZH 1/201
- Sicherheitsregeln für Arbeiten unter Tage ZH 1/486
- Sicherheitsregeln für Arbeiten in Bohrungen ZH 1/492
- Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL) ZH 1/10
- Verzeichnis geprüfter Atemschutzgeräte ZH 1/606
- Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen ZH 1/177
- Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz ZH 1/140

Literatur

- BURMEIER, DRESCHMANN Sicheres Arbeiten auf Altlasten
EGERMANN, GANSE, RÜMLER focon, Aachen, 1990
- N.N. Leistungsbeschreibung und Leistungs-
verzeichnis, Altlastensanierung,
Tiefbau- Berufsgenossenschaft,
Ausgabe März '90
- EGERMANN Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der
Probenentnahme auf Altlasten,
Institut für Grundbau und Bodenmechanik,
TU Braunschweig,
Heft 35, 1. Auflage, September 1991
- R. Egermann U. Sehrbrock
Technischer Aufsichtsdienst der Institut für Grundbau und
Tiefbau-Berufsgenossenschaft Bodenmechanik, TU Braunschweig
Helmstedter Straße 2 Gaußstraße 2
1000 Berlin 31 3300 Braunschweig

Arbeitsgebiete:

Pockelsstraße 9
 Telefon: 0531-34 52 71
 Telefax: 0531-34 00 56

3300 Braunschweig

Fuhlsbüttler Straße 257
 Telefon: 040-61 40 91
 Telefax: 040-61 41 90

2000 Hamburg 60

Umweltschutz -

Umweltechnik

■ **Deponietechnik, Abfallwirtschaft**

Erarbeitung von Standortanalysen, Entwürfen und technischen Gesamtkonzepten, Projektsteuerung, Ausschreibung, Bauüberwachung

■ **Altlasten und Altstandorte**

Erfassung und Erkundung, Zustandsanalysen, Bewertung von Risiken, Erstellung von Durchführbarkeitsstudien und Sanierungskonzepten, Planung und Überwachung von Arbeitsschutzmaßnahmen, Ausschreibung, Vergabeberatung, Bauüberwachung

■ **Geomonitoring**

Langzeitüberwachung, Nachsorge, Qualitätskontrolle

■ **EDV - Entwicklung**

EDV - gestützte Ablauf-, Termin- und Kostenplanung, Erstellung von Software, Anwenderschulung

■ **Koordination, Präsentation, Seminare**

Übernahme von Koordinationsaufgaben, Ergebnispräsentation, Durchführung von Seminaren

**Möglichkeiten und Grenzen
der Vor-Ort-Untersuchungen
(Schnelltests)**

U. Sehrbrock

(nach einem Vortrag von B. Mußmann)

1. Einleitung

Bei der Erkundung von Verdachtsflächen geht es darum, eventuell vorhandene Schadstoffbelastungen möglichst in Konzentration und Ausdehnung mit einem der Situation gerecht werdenden Aufwand zu erkennen. Da zu Beginn der Untersuchungen im Allgemeinen nur sehr wenige Informationen vorhanden sind, ist die Ausarbeitung eines "maßgeschneiderten" Erkundungs- und Analyseprogramms, das von vornherein genau auf die spezielle örtliche Situation eingeht, praktisch nicht machbar. Erst die Möglichkeit, die Arbeiten laufend durch bereits während der fortschreitenden Erkundungsmaßnahmen vor Ort durchführbare Analysen zu lenken, würde ein effizientes, den Gegebenheiten angepaßtes Vorgehen gestatten.

Um eine Situation umfassend beschreiben zu können, sind Feststoff- bzw. Boden-, Wasser- und Bodenluftuntersuchungen durchzuführen. Analysen, die - bei der Vielzahl der möglichen Stoffe - Verunreinigungen in all ihren Komponenten quantifizieren, sind wirtschaftlich nur in ortsfesten Laboren durchführbar. Für eine erste Beurteilung auf der Baustelle reichen aber in der Regel schon wesentlich gröbere Angaben, wie beispielsweise die bloße Anzeige des Vorhandenseins einer Stoffgruppe,

oder qualitativ die Veränderung feststellbarer Konzentrationen zur Lenkung der weiteren Arbeiten.

Im folgenden werden Möglichkeiten und Grenzen von vor Ort einsetzbaren Verfahren erläutert, mit denen eine erste Analyse von Wasser-, Feststoff- und Bodenluft bereits auf der Baustelle möglich ist.

2. Vor-Ort-Untersuchungen

2.1 Allgemeines

Die in den nächsten Abschnitten behandelten Möglichkeiten der mit Einschränkungen quantitativen Bestimmung verschiedener Stoffe beruhen alle auf dem Prinzip, möglicherweise mit den gesuchten Substanzen kontaminiertes Gas (Luft) durch ein Prüfröhrchen zu saugen. Diese Röhrchen sind mit reaktiven Stoffen gefüllt, welche durch Verfärbungen das Vorhandensein der auslösenden Substanz anzeigen. Der Grad oder die räumliche Ausdehnung der Verfärbung gestatten Rückschlüsse auf die Konzentration der Substanz in dem eingesaugten Gas.

Das gesamte Prüfröhrchen-Meßsystem besteht aus einem Prüfröhrchen und einer Gasspürpumpe. Mit den zur Zeit zur Verfügung stehenden insgesamt etwa 250 verschiedenen Prüfröhrchen lassen sich ungefähr 500 bis 600 verschiedene Gase messen. Zur Gewährleistung präziser Ergebnisse muß die Saugcharakteristik der Gasspürpumpe exakt auf die Reaktionskinetik der Prüfröhrchen abgestimmt sein. Nach Durchsatz einer für jedes Röhrchen festgelegten bestimmten Gasmenge (Hübe der Pumpe) kann nach einer Zeitdauer von 10 s bis 15 min die Momentankonzentration der gesuchten Substanz direkt am Röhrchen abgelesen werden.

Je nach Meßaufgabe (Substanz, Konzentrationsbereich) werden verschiedenen aufgebauten Röhrchen angeboten. In den folgenden Darstellungen sind beispielhaft einige Kurzzeitröhrchen dargestellt:

- Röhrchen mit Anzeigeschicht (Bild 1.1)
Die gesamte Füllschicht dient als Anzeigeschicht
- Röhrchen mit Vorsicht und Anzeigeschicht (Bild 1.2)
Die Vorsichten dienen der Adsorption von Feuchtigkeit oder halten Störschichten zurück oder wandeln Substanzen in meßbare Substanzen um
- Röhrchen mit Reagenzampulle (Bild 1.3)
Empfindliche Reagenzien sind in einer Ampulle konserviert in den Prüfröhrchen enthalten und werden erst zur Messung durch Zerschneiden der Ampulle freigesetzt.

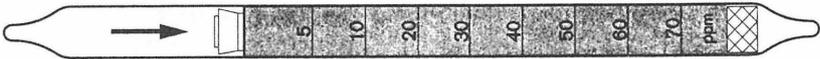


Bild 1.1: Prüfröhrchen mit Anzeigeschicht

(aus: Dräger-Röhrchen Handbuch, Drägerwerk AG, 1991)

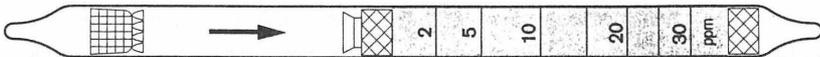


Bild 1.2: Prüfröhrchen mit Anzeigeschicht und Vorsicht

(aus: Dräger-Röhrchen Handbuch, Drägerwerk AG, 1991)

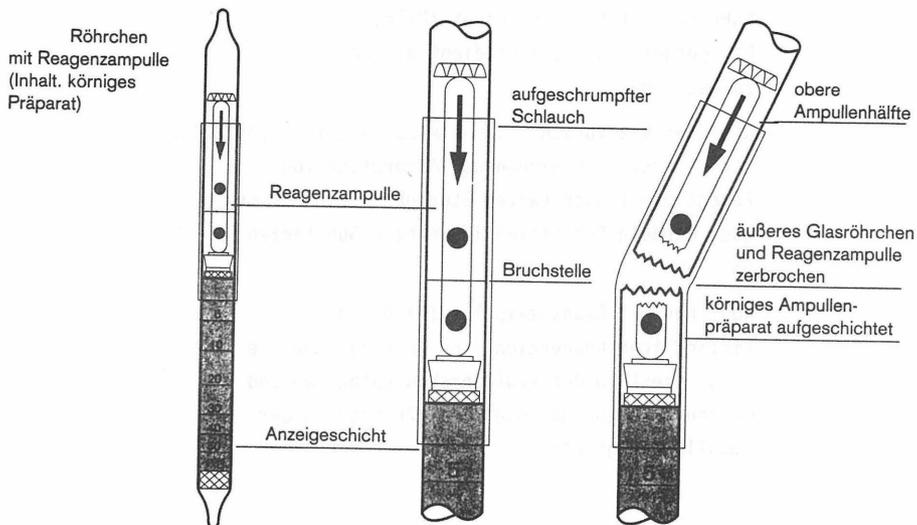


Bild 1.3: Prüfröhrchen mit Anzeigeschicht und Reagenzampulle
(aus: Dräger-Röhrchen Handbuch, Drägerwerk AG, 1991)

2.2 Analyse von Wasserproben

Eine Bestimmung von Schadstoffen im Wasser ist mit den zuvor beschriebenen Prüfröhrchen möglich. Da die in den Röhrchen befindlichen Reagentien allerdings leicht von Flüssigkeiten eluiert würden, eine direkte Messung durch Durchsaugen der Wasserprobe somit nicht möglich ist, muß der Schadstoff in die Gasphase überführt werden. Dies wird dadurch bewerkstelligt, daß ein Gas durch die zu prüfende Flüssigkeit getrieben wird, wodurch die gesuchten Substanzen extrahiert werden (Strippen). Man macht sich dabei zunutze, daß sich bei flüchtigen chemischen Substanzen in Bezug auf die Verteilung ein Gleichgewicht in einem Zwei-Phasen-System Gas-Wasser einstellt.

Die Herstellung dieses Gleichgewichtes läßt sich durch intensives Schütteln bzw. durch anderweitiges Herstellen einer möglichst großen Kontaktfläche zwischen Gas und Flüssigkeit beschleunigen. Unter

angepaßten, genau definierten Bedingungen kann mit Hilfe dieser Extraktionstechnik die Konzentration flüchtiger Stoffe im Wasser durch Ansaugen der Gasphase mit Prüfröhrchen ermittelt werden. In Bild 2 ist das vollständige Meßsystem, mit welchem Extraktion und Meßung durchgeführt werden kann, abgebildet.

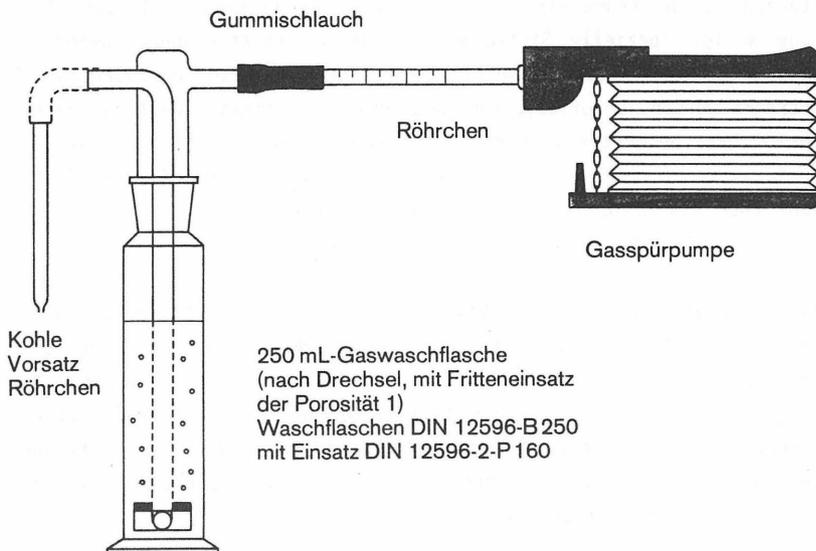


Bild 2: Meßsystem zur Bestimmung flüchtiger Stoffe in Wasser
(aus: Das Dräger-Luft-Extraktionsverfahren, Drägerwerk AG)

Hauptbestandteil des Systems ist eine laborübliche Gaswaschflasche, mit einem Inhalt von etwa 250 ccm. Das wichtigste - weil die Extraktionsausbeute am stärksten beeinflusste - Bauteil an diesem System ist der Fritteneinsatz, der Anzahl und Größe der durch die Flüssigkeit aufsteigenden Gasbläschen bestimmt. Zur Messung wird mit einer Handpumpe schadstofffreie Umgebungsluft durch die zu untersuchende Flüssigkeit gesaugt. Ist die Umgebung nicht schadstofffrei, wie dies vor Ort bei einer Altlastenerkundung unter Umständen der Fall sein kann, läßt sich an der Einströmseite dieses Systems ein Aktivkohleröhrchen

vorschalten. Dieses adsorbiert die in der angesaugten Luft enthaltenen Substanzen und verhindert so eine mögliche Verfälschung der Messergebnisse.

Die Grenzen dieses Luft-Extraktionsverfahrens liegen darin, daß sich bisher, da das Prüfröhrchenprinzip Anwendung findet, bestimmte Substanzen (z. B. Aromaten) nicht voneinander unterscheiden lassen. Einige wenige spezielle Stoffe können dagegen relativ genau gemessen werden. So kann Benzol beispielsweise nicht von Toluol und/oder XyloI getrennt werden. Chlorierte Kohlenwasserstoffe können - weil das zugehörige Röhrchensystem sich durch Oxidation Chlor aus den chlorierten Kohlenwasserstoffen freisetzt und mißt - zwar nicht differenziert, wohl aber als Gruppe der CKWs gemessen werden. Gleiches gilt für die Gruppe der Aromaten, der Alifaten oder Ketone.

Da die Prüfröhrchen bei Messungen mit dem Luft-Extraktionsverfahren nicht gegen ein drucklos vorhandenes Gas, sondern gegen den Widerstand der Wassersäule zu arbeiten haben und gleichzeitig in einem Milieu eingesetzt werden, das zu den Extrembereichen des Röhrcheneinsatzes gehört (etwa 100 % relative Luftfeuchtigkeit), sind zur Interpretation der Anzeige entsprechende Umrechnungsfaktoren erforderlich, die vom Hersteller des Meßsystems mitgeliefert werden.

Die Arbeitsweise des Verfahrens läßt naturgemäß nur die Messung von Stoffen zu, die extrahierbar sind. In der nachstehenden Tabelle 1 sind die Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen zusammengefaßt, die über das Extraktionsverfahren zur Zeit im Wasser gemessen werden können. Zu beachten ist, daß unter Umständen bei Vorhandensein mehrerer Substanzen einer Gruppe eine Differenzierung nicht möglich ist.

Das ganze System kann in Bezug auf die quantitative Aussage etwa mit einer Genauigkeit von 25 - 30 % arbeiten. Dies ist eine Größenordnung, die für die Erstanalytik vor Ort in der Regel ausreichend ist, um das weitere Vorgehen zu lenken. Die genaue Bestimmung der Konzentration für eine abschließende Bewertung ist nach wie vor im Analyselabor

vorzunehmen, für welches das Luft-Extraktionsverfahren als Ergänzung und nicht als Ersatz anzusehen ist.

Schadstoff	Meßbereich [mg/L]
Ammoniak	1,5 - 100
Cyanide (Blausäure)	0,5 - 10
Gesamt-Sulfid (Schwefelwasserstoff)	0,05 - 10
BTX-Summenparameter	0,2 - 5
Chloroform	0,005 - 0,5
Dichlormethan	5 - 100
Perchlormethan	0,01 - 4
Tetrachlorkohlenstoff	0,2 - 4
1,1,1-Trichlorethan	0,5 - 5
Trichloräthylen	0,01 - 3
Benzin	0,5 - 30
Diesel	0,5 - 5
Kerosin	0,5 - 5
n-Octan	0,1 - 25

Tabelle 1: Mit dem Luft-Extraktionsverfahren meßbare Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen
(aus: Dräger-Röhrchen Handbuch, Drägerwerk AG)

2.3 Analyse von Bodenproben

Bei der Analyse von Bodenproben kann dasselbe Extraktions-Meßsystem eingesetzt werden, wie das zuvor für die Untersuchung von Wasserproben beschriebene. In diesem Fall wird der zu untersuchende Boden zusammen mit einer Flüssigkeit (Trinkwasser oder destilliertes Wasser) in die Waschflasche gefüllt. Um die an den Bodenpartikeln anliegenden Stoffe soweit wie möglich für die nachfolgende Extraktion freizusetzen, ist zu empfehlen, die Flüssigkeit etwas anzusäuern. Der Nachweis der Substanzen geschieht wieder durch Auswerten der Prüfröhrchenanzeige.

Gemessen werden können nur Stoffe, die mit diesem Vorgang ausgewaschen werden. Schwermetalle oder Bakterien sind auf diese Weise nicht fest-

stellbar. Eine Genauigkeit läßt sich für die Untersuchung von Bodenproben mit dem Luft-Extraktionsverfahren nicht angeben, da die möglichen Störeinflüsse (Bodenart, Grad des Aufschlusses) nicht erfaßbar bzw. bewertbar sind. Es läßt sich mit diesem Verfahren im Grunde nur das generelle Vorhandensein spezieller Schadstoffe oder Schadstoffgruppen feststellen, was für eine schnelle Erstbewertung jedoch schon von großer Bedeutung sein kann.

2.4 Analyse von Bodenluftproben

Durch Bodenluft-Messungen läßt sich relativ einfach feststellen, ob signifikante Verunreinigungen des Bodens oder des Grundwassers vorliegen. Gemessen werden die Stoffe, die über einen ausreichend hohen Dampfdruck verfügen, so daß sie im Porenraum des Bodens gasförmig vorliegen. Durch eine vergleichende Auswertung systemmatisch durchgeführter Messungen lassen sich Kontaminationspfade verfolgen oder Kontaminationsherde lokalisieren.

Für solche Bodenluft-Messungen lassen die Prüfröhrchen einfach und effektiv einsetzen. Von der Oberfläche kann man leicht - ohne daß irgendwelche Erdbewegungen durchzuführen sind - in den Untergrund und damit in die Bodenluft hineinkommen, um dort die entsprechende Bodenluftanalytik durchzuführen. Entscheidend für die Qualität der Messungen ist es, daß das Prüfröhrchen möglichst unmittelbar an den Meßpunkt gebracht wird und dort, ohne Nebenluft zu ziehen, die Bodenluft ansaugen kann.

Das im Bild 3 dargestellte Sondensystem läßt sich, je nach Bodenverhältnissen gegebenenfalls nach einer eventuell erforderlichen Vorbohrung, auf den gewünschten Horizont abteufen und durch leichtes Ziehen am Gestänge (hohles Mantelrohr) zum Ansaugen der Bodenluft an der Sondenspitze öffnen. Falls gewünscht können nacheinander verschiedene Prüfröhrchen abgelassen werden, um die jeweils erforderliche Palette von Schadstoffen abzuprüfen. Sondenspitze und Kapillarrohr sind so

aufeinander abgestimmt, daß ein Ansaugen von Luft aus dem Mantelrohr verhindert wird.

Bei Einsatz der Prüfröhrchen bei der Bodenluft-Analytik ist eine tatsächlich quantitative Bestimmung der Gefahrstoffe im Boden nicht zu erreichen, da die Röhrchen nur das messen können, was dampf- bzw gasförmig im Boden vorliegt. Die dampf- oder gasförmig vorhandenen Konzentrationen wiederum richten sich stark nach der Beschaffenheit des Bodens, der geologischen bzw. der hydrogeologischen Situation.

Absesicherte Aussagen lassen sich auf der Grundlage der oben beschriebenen Messungen nur dahingehend machen, ob signifikante Spuren des einen oder anderen Stoffes in der Bodenluft feststellbar sind. Quantitative Aussagen sind nicht machbar. Bei den mit den Prüfröhrchen realisierbaren Nachweisgrenzen sind trotz dieser Einschränkungen allerdings bereits wertvolle Hinweise für eine erste Einstufung des untersuchten Gebietes möglich.

Durch Vergleich der relativen Anzeigenverlängerung oder -intensität im Prüfröhrchen ist ein Konzentrationsanstieg oder -abfall feststellbar. Die mögliche Schadstoffquelle kann so eingekreist werden oder es lassen sich Kontaminationspfade verfolgen.

Sind eingehendere Analysen der Bodenluft erforderlich, als dies mit den Prüfröhrchen machbar ist, besteht die Möglichkeit, Aktivkohle-Röhrchen statt der Prüfröhrchen einzusetzen, die anschließend im Labor umfassend gaschromatographisch analysiert werden.

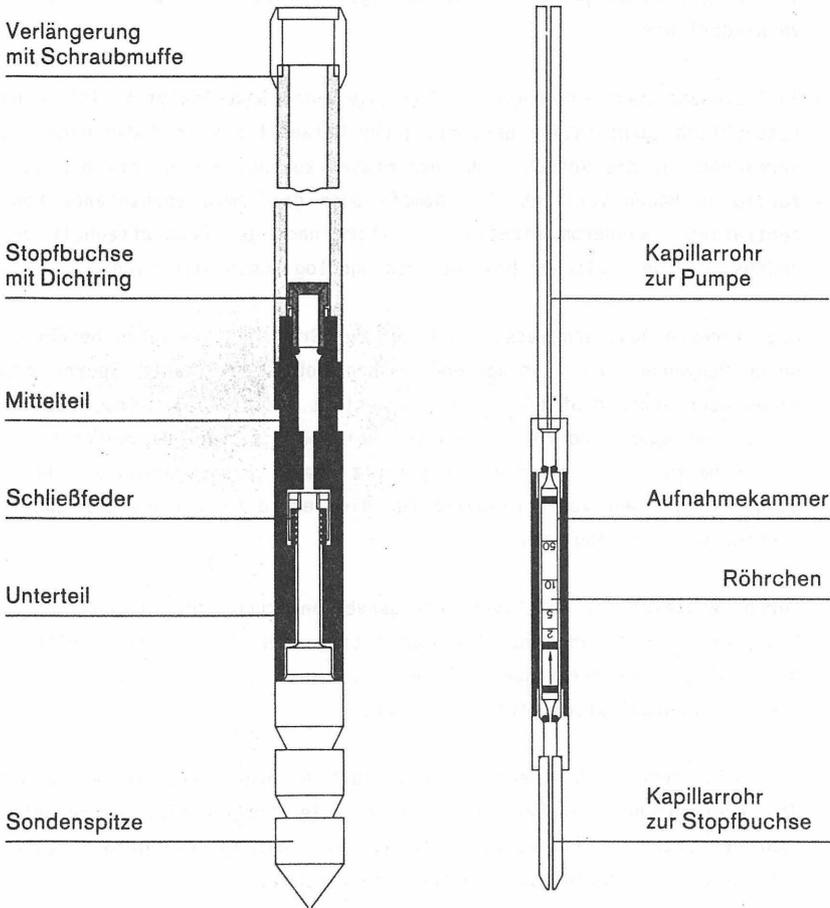


Bild 3: Schnittbild der Dräger-Stitz-Sonde
(aus: Anwender-Information 2/89, Drägerwerk AG)

3. Schlußbemerkung

Die vorgestellten Möglichkeiten der Untersuchung von Wasser, Boden und Bodenluft mit Prüfröhrchen sind eine wertvolle Hilfe wenn es darum geht, erste schnelle Werte für eine halbquantitative Abschätzung der Situation vor Ort liefern zu müssen. Das Verfahren kann zwar die genauere und weiter differenzierende aber auch wesentlich zeitaufwendigere und kostspieligere Laboranalytik nicht ersetzen, stellt aber eine sinnvoll einsetzbare Ergänzung dar, die eine Lenkung und erste Interpretation der Erkundungsarbeiten vor Ort ermöglicht.

Ob oder inwieweit das Prüfröhrchenverfahren einsetzbar ist, hängt von den vorhandenen Schadstoffen und den örtlichen Gegebenheiten, da nicht jede Substanz nachgewiesen und nicht unter allen Bedingungen gemessen werden kann.

Für einen sinnvollen Einsatz auch der Prüfröhrchen ist es daher wichtig, sich an die noch unbekannte Altlast heranzutasten. Eine erste Einschätzung kann zu Beginn ein Polytest liefern, mit welchem aufgrund des Reaktionsprinzips das Vorhandensein einer Vielzahl leicht oxidierbarer Verbindungen, mit Ausnahme von Methan, Ethan, Wasserstoff und CO_2 , festgestellt werden kann. Ergänzen ließe sich eine erste Untersuchung durch einen Arminetest für alkalische Gase, einen Säuretest für saure Gase und eine Untersuchung auf Zyanid für Zyanide und Blausäure. Im weiteren Verlauf können dann speziellere Röhrchen für den Nachweis einzelner Substanzen gezielt eingesetzt werden.

Bei allen Möglichkeiten dieser leicht vor Ort durchführbaren Schnelltests ist jedoch immer zu beachten, daß unsachgemäße Bedienung oder eine unzutreffende Auswahl der Prüfröhrchen das Ergebniss der Untersuchungen beeinträchtigen bzw. sogar unsinnig machen können.

(Wiedergabe der Abbildungen mit freundlicher Genehmigung der Drägerwerk Aktiengesellschaft, Lübeck)

Literatur

- BÄTHER Das Dräger-Luft-Extraktionsverfahren
Sonderdruck aus Drägerheft 340, Drägerwerk AG
- KÖSTER,
HOLZWARTH Bodenkontaminationen durch leichtflüchtige
Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)
Sonderheft aus Drägerheft 341, Drägerwerk AG
- LÖFFELHOLZ Erkundung von Altlasten
Sonderdruck aus Drägerheft 343, Drägerwerk AG
- NN Anwender-Information 2/89
Die Dräger-Stütz-Sonde zur Erkundung der
Schadstoffverteilung im Boden mit Dräger-
Röhrchen, Drägerwerk AG
- NN Dräger-Röhrchen Handbuch, 8. Ausgabe,
1991, Drägerwerk AG

U. Sehrbrock
Institut für Grundbau und
Bodenmechanik, TU Braunschweig
Gaußstraße 2
3300 Braunschweig

B. Mußmann
Drägerwerk Aktiengesellschaft
Postfach 1339
Moislinger Allee 53 - 55
2400 Lübeck 1

AUSSCHREIBUNG VON ERKUNDUNGSARBEITEN

Dr.-Ing. Jörg Bartels-Langweige,
Iwb-Ingenieurgesellschaft mbH, Braunschweig/Hamburg

1. EINLEITUNG

Bei der Durchführung von Erkundungs-, Planungs- und Baumaßnahmen im Bereich der Altlastensanierung wird in vielen Fällen technisches Neuland betreten. Auch bei der vertraglichen Abwicklung derartiger Maßnahmen sind die Vorgehensweisen nicht eindeutig festgelegt, sodaß einerseits in technischer, andererseits aber auch in rechtlicher Hinsicht ein Bedarf zur Entwicklung eines Standes der Technik besteht.

Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Sanierung von Altlasten gliedert sich üblicherweise in die folgenden sechs Ablaufphasen:

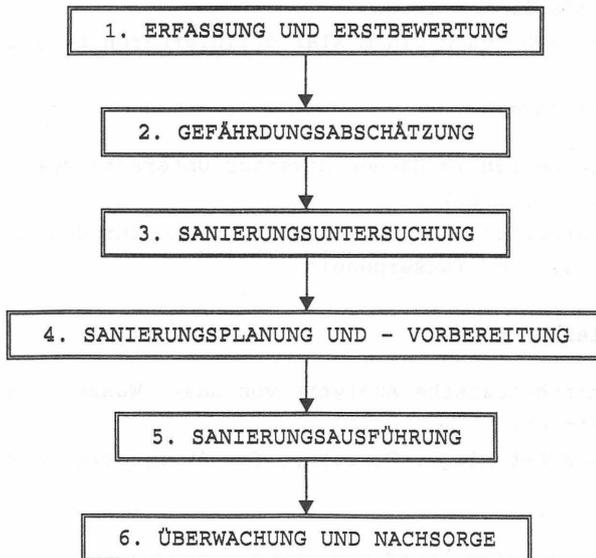


Abb. 1: Sanierungsablauf /3/

Im folgenden sollen für die Erkundung von Altlasten, also für die beiden ersten Ablaufphasen, "Erfassung und Erstbewertung" und "Gefährdungsabschätzung" Möglichkeiten für die "Ausschreibung", "Vergabe" und "Form" des zu beauftragenden Ingenieurunternehmens sowie eine der Situation angepasste Vorgehensweise entwickelt werden.

2. ART DER ARBEITEN BEI DER ERKUNDUNG VON ALTLASTEN

Für die Erkundung von Altlasten, also für die Ablaufphasen 1 und 2, die "Erfassung und Erstbewertung" sowie die "Gefährdungsabschätzung" sind in den meisten Fällen folgende Arten von Arbeiten bzw. Leistungen erforderlich /3/:

- **Ingenieurleistungen**
 - planerische und gutachterliche Leistungen geistig-schöpferischer Art
 - Leistungen nach einem klar definierbaren Leistungsbild

- **Bauleistungen**
 - Feldarbeiten im Rahmen diverser Untersuchungen (Schürfe, u.ä.)
 - Bohrarbeiten zur Probengewinnung und für den Ausbau von Gas- und Wasserpegeln

- **Laborleistungen**
 - Chemisch-toxische Analytik von Gas-, Wasser- und Feststoffproben
 - Chemisch-toxische Bewertung der Analyseergebnisse

Für die Ausschreibung und Vergabe der genannten Arbeitsarten existieren unterschiedliche rechtliche Möglichkeiten auf der Grundlage diverser Gesetze und Verordnungen.

3. RECHTLICHE GRUNDLAGEN FÜR DIE AUSSCHREIBUNG UND VERGABE VON ERKUNDUNGSARBEITEN

Rechtliche Grundlage für die Abwicklung der genannten Leistungen bildet in allen Fällen das Werkvertragsrecht des BGB, §§ 631 ff.

Darauf aufbauend wurden für das Bauwesen drei Verordnungen formuliert und zwar die "Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, HOAI", die "Verdingungsordnung für Bauleistungen, VOB" und die "Allgemeinen Bestimmungen für die Vergabe von Leistungen, VOL".

3.1 Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, HOAI

Die HOAI regelt u.a die Berechnung der Entgelte für die Leistungen der Architekten und Ingenieure, soweit sie durch die Leistungsbilder oder andere Bestimmungen dieser Verordnung erfaßt werden. Dies geschieht entweder über Zeit-honorare (§ 6) oder über die in der HOAI angegebenen Honorarsätze, die sich auf der Basis der anrechenbaren Kosten einer Baumaßnahme für die jeweiligen Teilleistungen ermitteln lassen.

3.2 Die Verdingungsordnung für Bauleistungen, VOB

Die VOB regelt in ihrem Teil A die Vergabe von Bauleistungen, also von Bauarbeiten jeder Art mit oder ohne Lieferung von Stoffen und Bauteilen, während der Teil B die allgemeinen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen enthält. Damit gilt sie generell nicht für die vertragliche Gestaltung von Ingenieurverträgen, sondern ausschließlich für die Vertragsabwicklung von Bauleistungen.

Für öffentliche Auftraggeber besteht eine verbindliche Dienstanweisung, die VOB anzuwenden, obwohl sie weder Gesetz noch Gewohnheitsrecht darstellt.

3.3 Die Allgemeinen Bestimmungen für die Vergabe von Leistungen, VOL

Im Gegensatz zur VOB enthält die VOL Bestimmungen über alle Lieferungen und Leistungen, die nicht unter die Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) fallen. Keine Anwendung findet die VOL aber auf Leistungen, die im Rahmen einer freiberuflichen, also z.B. gutachterlichen Tätigkeit erbracht werden.

3.4 Mögliche Ausschreibungsformen

Nach VOB/VOL/A existieren nun drei Möglichkeiten der Ausschreibung von Bauleistungen, die im Einzelfall auch auf Ingenieurleistungen auf Basis HOAI angewendet werden können:

- Die "Öffentliche Ausschreibung",
- die "Beschränkte Ausschreibung" und
- die "Freihändige Vergabe".

Grundsätzlich soll bei öffentlichen Bauaufträgen von diesen drei Alternativen, wenn möglich, die "Öffentliche Ausschreibung" angewendet werden, weil nur bei ihr zwischen einer unbegrenzten Zahl von Bietern ein freier Wettbewerb stattfinden kann.

Steht nur ein begrenzter Kreis von für die ausgeschriebene Bauleistung geeigneten Bietern zur Verfügung, wird die Form der "Beschränkten Ausschreibung" gewählt.

Bei einer Öffentlichen oder bei einer Beschränkten Ausschreibung müssen alle Anbieter im Regelfall u.a. eine "Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis" erhalten.

Merkmal jeder "Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis" ist, daß die beabsichtigte Bauleistung in allen Punkten bekannt und so eindeutig formulierbar und erschöpfend beschreibbar sein muß, daß alle Bieter die Beschreibung im

gleichen Sinne verstehen müssen und ihre Preise sicher und ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können (VOB/A, § 9.1).

Auch soll dem Auftragnehmer kein ungewöhnliches Wagnis aufgebürdet werden für Umstände und Ereignisse, auf die er keinen Einfluß hat und deren Einwirkung auf die Preise und Fristen er nicht im voraus schätzen kann (VOB/A, § 9.2).

Nur, wenn die gewünschte Leistung nicht eindeutig und erschöpfend vor der Vergabe beschrieben werden kann, darf bei öffentlichen Bauaufträgen in Ausnahmefällen die "Freihändige Vergabe" angewandt werden.

3.5 Mögliche Vergabe- und Ingenieurunternehmensformen

Jede Baumaßnahme läßt sich grundsätzlich, in Anlehnung an die VOB/VOL in einzelne Teilaufgaben bzw. Verantwortungsbereiche aufschlüsseln. Überträgt man diese Teilaufgaben auf die hier diskutierten Erkundungsmaßnahmen, ergeben sich folgende Teilschritte:

- die Planung der Maßnahme
- die Leitung der Maßnahme
- die Koordinierung der beteiligten Unternehmen, Ingenieure und Sonderfachleute
- die Aus- bzw. Durchführung der Maßnahme, das Gutachten
- die Überwachung der Maßnahme

Diese Verantwortungsbereiche können teilweise, je nach beauftragter Unternehmens- oder Ingenieurunternehmensform, vom Auftraggeber auf den Auftragnehmer übertragen werden.

In jedem Fall besteht allerdings eine Verantwortung des Auftragnehmers gegenüber dem Auftraggeber während der Ausführung der Arbeiten für einen ordnungsgemäßen Ablauf sowie nach der Fertigstellung, im Rahmen einer Gewährleistung, für die erbrachte Leistung (Werkvertrag).

Demgegenüber liegt die generelle Überwachung immer im Einflußbereich des Auftraggebers. Alle anderen genannten Teilaufgaben können ganz oder zum Teil von den nachfolgend erläuterten Unternehmensformen abgedeckt werden:

Bei der Vergabe an Haupt- und Nebenunternehmer, und das gilt auch für Ingenieurverträge, existieren entsprechend VOB zwischen dem Auftraggeber und allen beteiligten Unternehmen jeweils direkte Vertragsverhältnisse.

Der Hauptunternehmer unterscheidet sich von den Nebenunternehmen nur dadurch, daß er den größten Teil der Leistung ausführt. Alle Unternehmen sind dem Auftraggeber bezüglich eigener Leistung und Gewährleistung direkt verantwortlich. Die Planung, Leitung und Koordinierung der Maßnahme wird vom Auftraggeber bzw. seinen Erfüllungsgehilfen (evtl. Projektmanager) vorgenommen.

Soll der Koordinierungsaufwand des Auftraggebers reduziert werden, existiert die Möglichkeit, die vollständige Leistung an einen Generalunternehmer zu vergeben. Er übernimmt die gesamte Ausführung bis zur fertigen Übergabe. Hierbei gibt es keine Nebenunternehmen. Es existiert somit nur ein Vertragsverhältnis zwischen Generalunternehmen und Auftraggeber. Der Generalunternehmer kann allerdings in eigener Verantwortung Nachunternehmen beschäftigen. Er leitet und koordiniert die Arbeiten und trägt allein die Verantwortung für die Ausführung und Gewährleistung gegenüber dem Auftraggeber. Nur der Bereich der Planung und Überwachung ist bei dieser Unternehmensform Aufgabe des Auftraggebers bzw. seines Erfüllungsgehilfen (Projektmanager).

Eine Unternehmensform, bei der zusätzlich auch die alle Planungsaufgaben vom Auftragnehmer übernommen werden, ist der Totalunternehmer, der ansonsten dieselben Aufgaben wie der Generalunternehmer hat. Abgesehen von der Abtretung einzelner Aufgaben an Nachunternehmen obliegt dem Totalunternehmer damit die Abwicklung der gesamten Maßnahme von der Planung bis zur Gewährleistung.

Außerdem können sich bereits vor der Vergabe, unabhängig von der Vergabeart, mehrere geeignete Unternehmen zu Arbeitsgemeinschaften oder Konsortien zusammenschließen und gegenüber dem Auftraggeber als ein einzelner Bieter auftreten. Diese Arbeitsgemeinschaften oder Konsortien übernehmen dann als ganzes den Aufgabenbereich eines General- oder gegebenenfalls auch eines Totalunternehmers.

Nach VOB kann sich nun der Auftragnehmer zwischen den beschriebenen Möglichkeiten entsprechend seinen Wünschen in verschiedenen Kombinationen für die für den jeweiligen Fall geeignetste Lösung entscheiden.

Welche Art der Ausschreibung, Vergabe und Unternehmensform nun für Erkundungsmaßnahmen im Bereich der Altlastensanierung gewählt werden sollte, soll im folgenden weiter entwickelt werden.

4. ABLAUF EINER ERKUNDUNG BZW. GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG UND DARAUS RESULTIERENDE MÖGLICHKEITEN DER AUSSCHREIBUNG

Die Erkundung eines Altstandortes läuft in aller Regel nach nach dem im nachfolgenden Flußdiagramm (Abb. 2) dargestellten Schema ab.

Wie anhand des Ablaufschemas zu erkennen ist, handelt es sich bei den Arbeiten zur Erkundung eines Verdachtsstandortes überwiegend um Ingenieurleistungen planerischer und geistig-schöpferischer, also gutachterlicher Art.

Lediglich die Geländearbeiten können bei der Notwendigkeit von Großbohrungen oder Schürfen Bauleistungen sein; bei den Analytikarbeiten handelt es sich entweder, allerdings nur bei reiner Auftragsanalytik, um Leistungen entsprechend VOL oder ebenfalls um gutachterliche Leistungen geistig-schöpferischer Art.

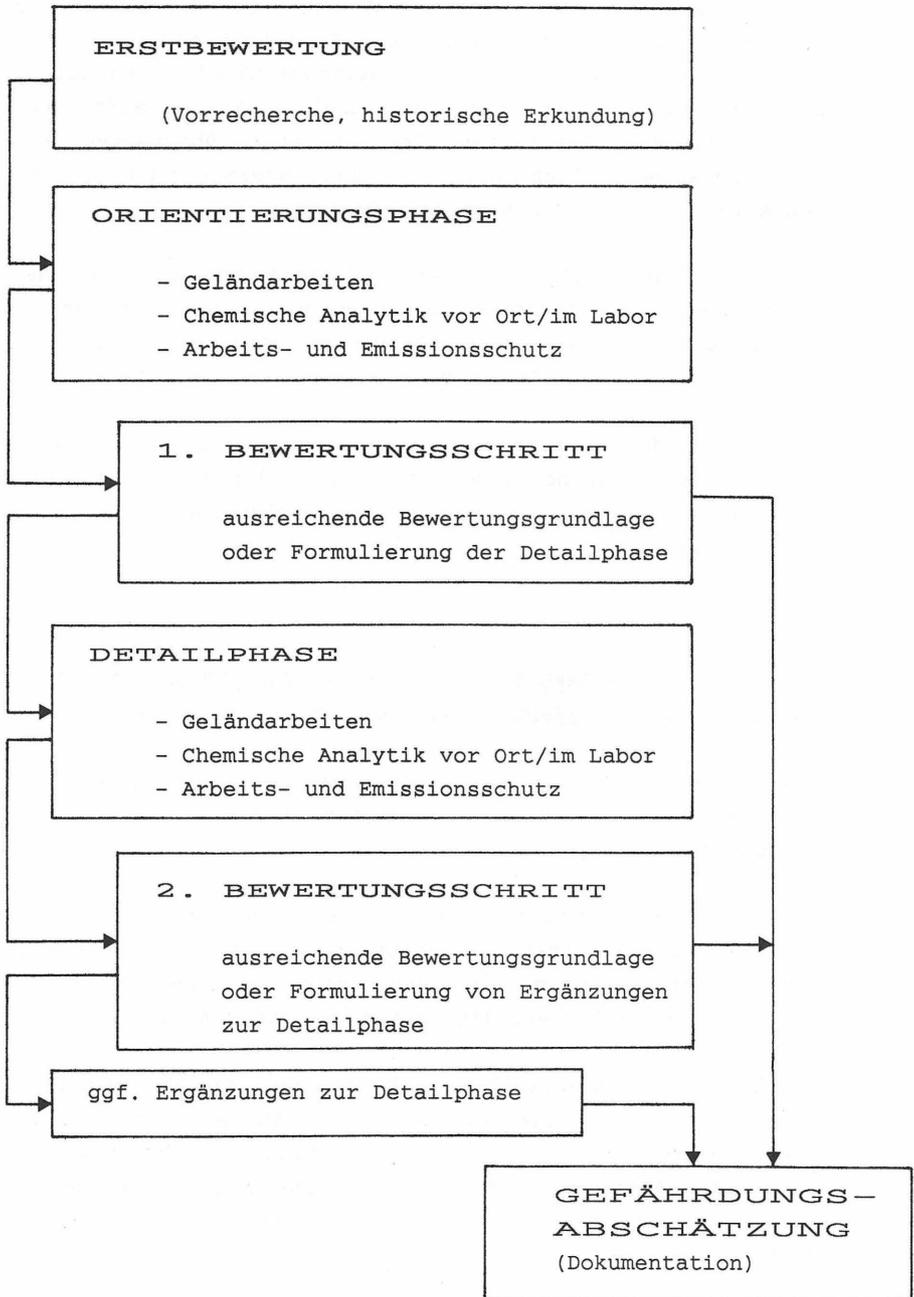


Abb. 2: Ablaufschema der Erkundung /8/

Wie aus dem Ablaufschema ebenfalls hervorgeht, entwickelt sich der Umfang der notwendigen Arbeiten iterativ, in Abhängigkeit der sich jeweils in den einzelnen Bewertungsschritten ergebenden Untersuchungsergebnisse.

Daraus folgt, daß zu Beginn einer Erkundung, aufgrund der zwangsläufig fehlenden Informationen über die näheren Bedingungen eines Verdachtsstandortes und des normalerweise unklaren Leistungsumfanges einer notwendigen Erkundung, keine Ausschreibung der erforderlichen Ingenieurleistungen, im Sinne der VOB bzw. VOL, wie oben beschrieben, durchgeführt werden kann.

Vielmehr muß, wie in den "Hinweisen zur Auswahl unabhängig Beratender Ingenieure für Aufgaben im Bereich der Abwasser- und Abfalltechnik" im Arbeitsbericht des ATV-Fachausschusses unter den Punkten 1.3 und 1.4 beschrieben, davon ausgegangen werden, daß es sich bei Ingenieurleistungen zur Erkundung von Verdachtsstandorten um "...schwer vergleichbare geistige Leistungen..."handelt"...die als Ergebnis...den Gesamterfolg des Vorhabens sicherstellen sollen."

Der AtV-Fachausschuß definiert dabei weiter, daß "Geistige Leistungen...nicht wie materielle Leistungen vor ihrer Durchführbarkeit vergleichbar...sind. Sie lassen sich nicht in Leistungsverzeichnissen festlegen, wie das z.B. für Bauleistungen...möglich und erforderlich ist. Das erklärt sich auch aus der Vielschichtigkeit der Aufgaben und den bei Beginn der Ingenieurleistungen häufig noch unbekanntem Randbedingungen. Daher können diese Leistungen erst recht nicht über einen Preisvergleich bewertet werden. Die Besonderheiten solcher Ingenieurleistungen setzen ein Vertrauensverhältnis zwischen Auftraggeber und Ingenieur voraus."

Somit müssen, auf der Basis der bestehenden Verordnungen, Ingenieurleistungen zur Erkundung **freihändig** an den für die Aufgabe fachkundigsten, leistungsfähigsten und zuverlässigsten Bewerber, der darüberhinaus über das entsprechende Vertrauen des Auftraggebers verfügt, vergeben werden.

Öffentliche oder beschränkte Ausschreibungen im Sinne der VOB bzw. VOL sind nur möglich, wenn der genaue Umfang aller Arbeiten sowie sämtliche Randbedingungen des Standortes, die für die Preisbildung, und damit die Abschätzung des Aufwandes notwendig sind, bekannt sind und vom Auftraggeber beschrieben werden. Dies wird in den seltensten Fällen, und auch nur für die einzelnen Erkundungsschritte jeweils schrittweise, möglich sein.

5. PRAXIS BEI DER AUSSCHREIBUNG UND VERGABE VON ERKUNDUNGS- ARBEITEN

In der überwiegenden Zahl der Fälle erfolgt die Vergabe von Erkundungsarbeiten durch die zuständigen Behörden auf der Basis einer Aufgabenbeschreibung, die häufig als Ausschreibung deklariert wird, im Wettbewerb mit mehreren Bietern.

Dabei ist es in der Regel Aufgabe der Bieter, die Vorgehensweise bei der Erkundung des Verdachtsstandortes zu entwickeln und darauf aufbauend die behördliche Aufgabenbeschreibung zu einem Leistungsverzeichnis zu detaillieren. In Abhängigkeit dieses Leistungsverzeichnisses findet dann die Aufwands- und Preisschätzung der angebotenen Ingenieurleistung auf Grundlage der HOAI statt.

Nur in Ausnahmefällen wird eine derartige Preisanfrage an nur einen Ingenieur gerichtet, da die Rechnungsprüfungsämter in aller Regel Vergleichspreise fordern. Dies geschieht, obwohl eine Vergleichbarkeit der angebotenen Leistungen ausschließlich über Preise, wie oben erläutert, aufgrund der vorgegebenen Aufgabestellung nicht möglich ist.

Legt man die Bestimmungen der VOB/VOL zu Grunde, handelt es sich bei der beschriebenen Vorgehensweise nicht um eine Beschränkte oder gar Öffentliche Ausschreibung, sondern um einen unbezahlten Ideenwettbewerb mit anschließender Freihändiger Vergabe.

Nur in wenigen Fällen können von den Auftraggebern oder ihren Treuhändern (z.B. Projektmanager) detaillierte Leistungsbeschreibungen erstellt werden, die, entsprechend den Bestimmungen der VOB/VOL für eine Preisbildung Grundlage sein können.

Nur bei Vorliegen einer klaren und abgegrenzten Aufgabenstellung und entsprechendem, detaillierten Leistungsverzeichnis sowie bekannten Randbedingungen kann somit von einer Beschränkten bzw. Öffentlichen Ausschreibung ausgegangen werden.

Bei der beschriebenen Art der Vorgehensweise werden in der überwiegenden Zahl der Fälle die Ingenieurunternehmen von den Behörden als General- oder Totalunternehmer im Sinne der VOB/VOL angefragt. Damit übernehmen die Ingenieure einerseits die Planung (Totalunternehmer), andererseits aber auch die Abwicklung der Erkundungsmaßnahme sowie die Subvergabe von z.B. Labor- und Bohrarbeiten.

Seltener geschieht die Vergabe an Ingenieure als Hauptunternehmer. Dies ist z.B. immer dann der Fall, wenn ein Bohrunternehmen oder ein Analyselabor durch Zeitverträge an eine Kommune gebunden ist oder über eine parallel gelaufene Ausschreibung oder Preisanfrage (öffentlich oder beschränkt) gefunden wurde und die entsprechenden Erkundungsergebnisse von diesen Nebenunternehmern geliefert werden.

6. ANWENDUNGSBEREICHE UND GRENZEN MÖGLICHER VERFAHRENSWEISEN ZUR AUSCHREIBUNG UND VERGABE VON ERKUNDUNGSARBEITEN

Die Vor- und Nachteile bzw. Anwendungsbereiche und Grenzen der möglichen Verfahrenweisen zur Ausschreibung und Vergabe von Erkundungsarbeiten sind in nachfolgender Tabelle gegenübergestellt:

VERGABEART KRI TER I EN	LEISTUNGSBE- SCHREIBUNG DURCH AG	LEISTUNGSM- FANG DURCH AN VORGE- SCHLAGEN	LEISTUNGSM- FANG D. MEHR. BIETER VORGE- SCHLAGEN
WETTBEWERB	JA	NEIN	JA, JEDOCH UNTERSCHIED- LICHER LEI- STUNGSMFANG
WIRTSCHAFT- LICHKEIT	GROß, KEINE PROBLEME MIT RPA	KEIN PREISVERGLEICH, IM EIN- ZELFALL ABHÄNGIG VOM LEI- STUNGSMFANG ZU ENTSCHEIDEN	
PERSONAL- BEDARF AG	GROß	KEINER	GERING
ZEITBEDARF	NICHT EILIG	EILIG	NICHT ENT- SCHEIDEND
ANFORDE- RUNGEN	EINFACHE VERHÄLTNISS E	SCHWIERIGE VERHÄLTNISS E	SEHR SCHWIE- RIGE VERHÄLT.
ERGEBNISSE /QUALITÄT	QUALITÄTSVER- LUSTE MÖGLICH, NACHBESSERUNG DER LEISTUNG- BESCHREIBUNG, NACHUNTER- SUCHUNGEN	GUT	SEHR GUT

Tabelle 1 : Anwendungsbereiche und Grenzen möglicher Verfah-
rensweisen zur Ausschreibung und Vergabe /9/

Wie anhand der Gegenüberstellung der Verfahrensweisen in der
Tabelle deutlich wird, können im Sinne der VOB/VOL nur unter
bestimmten, sehr eingeschränkten Voraussetzungen Erkundungs-
arbeiten öffentlich oder beschränkt ausgeschrieben werden,
da hierfür zwingend die Kenntnis des Leistungsumfanges und
der Randbedingungen sowie ein detailliertes Leistungsver-
zeichnis erforderlich ist.

7. VORSCHLAG ZUR AUSWAHL EINES UNABHÄNGIG BERATENDEN INGENIEURS BEI DER ERKUNDUNG VON ATTLASTEN

7.1 Freihändige Vergabe als Total- bzw. Generalunternehmer als Regelfall

Aufgrund der bisherigen Ausführungen muß die Auswahl eines unabhängig beratenden Ingenieurs für die Erkundung eines Verdachtsstandortes ausschließlich nach leistungsbezogenen Gesichtspunkten in freihändiger Vergabe nach dem Grundsatz gegenseitigen Vertrauens zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer und nicht über das ungeeignete Mittel von Preisangeboten erfolgen oder gar gemäß VOL ausgeschrieben werden. Dabei erarbeitet der Ingenieur auf Anfrage standortbezogen den jeweiligen Leistungsumfang.

Eine Preisangebotsfrage oder Ausschreibung erscheint für die geistig-schöpferischen Tätigkeiten auch deshalb nicht nötig, da die Vergütung des Ingenieurs für diese Fälle eindeutig nach den Honorarsätzen der HOAI geregelt ist. Die HOAI erfaßt zum einen in ihrem novellierten §§ 54/55 Leistungsbilder und Grundleistungen für den Bereich der kontaminierten Standorte; zum anderen sind in der HOAI Bandbreiten für angemessene Stundensätze festgelegt.

Im Stadium der Erkundung ist allerdings eine Honorarberechnung auf der Grundlage der sogenannten anrechenbaren Kosten und der Honorartafeln (§§ 56/57) für Ingenieurbauwerke nicht möglich, da die Sanierungskosten (anrechenbar) nicht bekannt sein können.

Somit existiert nur die Möglichkeit, über eine Aufwandschätzung für den konzipierten Leistungsumfang oder auch für einzelne Teilleistungen mit den entsprechend vereinbarten HOAI-Stundensätzen Preise zu berechnen. Hierbei ist es sinnvoll, Aufwands- bzw. Kostenschätzungen schrittweise nach jedem Erkundungsschritt (Abb. 2.) auf der Basis der jeweils neu gewonnenen Erkenntnisse und Randbedingungen vorzunehmen.

Diese Vorgehensweise käme außerdem einer Pauschalierung von Teilleistungen auf der Basis der Zeitaufwandsschätzung, verbunden mit einer Höchstpreisbindung, zu Gute. Pauschalpreise sollten möglichst angestrebt werden, um eine Abrechnung auf Stundennachweis, die immer für Auftraggeber und Auftragnehmer mit erheblichem Verwaltungsaufwand verbunden ist, zu umgehen.

In der überwiegenden Zahl der Fälle wird es sinnvoll sein, den Ingenieur als Total- bzw. Generalunternehmer zu beauftragen, sodaß dieser einerseits die Gesamtplanung der Erkundungsmaßnahme durchführt und andererseits, wenn erforderlich, wiederum ein Bohrunternehmen und Analyselabor seines Vertrauens als Subunternehmen beauftragt. Auf diese Weise existiert für den Auftraggeber nur ein Vertragspartner, der sämtliche Einzelmaßnahmen plant, durchführt und/oder überwacht und in seinem Gutachten alleinverantwortlich dokumentiert.

Für die Auswahl eines derartig unabhängig beratenden Ingenieurs, die aus den genannten Gründen ausschließlich leistungsbezogen erfolgt, werden z.B. in den bereits zitierten ATV-Arbeitsberichten Kriterien genannt. Danach hat ein Ingenieurunternehmen u.a. mittels Referenzen nachzuweisen, daß es bereits gleiche Aufgaben erfolgreich abgewickelt hat und aufgrund seiner personellen und technischen Ausstattung in der Lage ist, die Aufgabe zu übernehmen.

7.2 Freihändige Vergabe als Hauptunternehmer im Einzelfall

Wird der Ingenieur aufgrund besonderer Randbedingungen nicht als General-, sondern als Hauptunternehmer beauftragt, müssen seitens des Auftraggebers das Analyselabor und das eventuell erforderliche Bohrunternehmen nach denselben Kriterien, wie das Ingenieurunternehmen als Nebenunternehmer beauftragt werden.

7.3 Ideenwettbewerb mit anschließender Freihändiger Vergabe

Ideenwettbewerbe zur Vorgehensweise bei der Erkundung zwischen mehreren Bietern sollten nur in den Fällen durchgeführt werden, wo eine direkte Auswahl des unabhängig Beratenden Ingenieurs nicht möglich oder ein Ideenwettbewerb aufgrund der Komplexität eines Standortes sachlich zweckmäßig erscheint.

Da bei derartigen Ideenwettbewerben von den Bietern fachlich-qualifizierte Ingenieurleistungen, nämlich die zeitlich aufwendige Konzipierung eines detaillierten Untersuchungsprogrammes verlangt werden und alle Vorschläge in die Erstellung des endgültigen Programmes einfließen können, sollte den Bietern, die für eine Vergabe nicht in Betracht kommen, eine pauschale Vergütung des Arbeitsaufwandes für den Ideenwettbewerb gezahlt werden.

Auch nach Abschluß des Ideenwettbewerbes muß die Vergabe nach einer qualitativen Bewertung der Vorschläge ausschließlich leistungsbezogen und freihändig erfolgen.

7.4 Einschaltung eines Projektmanagers

Bei Großprojekten mit begründetem Altlastenverdacht oder bei vielen gleichartigen kleinen Projekten und gleichzeitiger personeller Unterbesetzung der zuständigen Fachbehörde bietet sich der Einsatz eines für die Fachgebiete Altlastensanierung und Projektmanagemant fachlich kompetenten Projektmanagers an. Dieser übernimmt für die Fachbehörde die gesamte zentrale Organisation, Leitung und Steuerung des Projektes sowie die Koordination und Überwachung aller am Projekt Beteiligten.

In seiner Verantwortung liegt auch die Vergabe aller für das Projekt notwendigen Ingenieur-, Gutachter-, Labor- und Bauaufträge, die im Grundsatz nach denselben Kriterien, wie oben erläutert, zu erfolgen haben.

Durch eine gezielte fachtechnisch-qualifizierte Steuerung, Betreuung und Koordination der einzelnen Bearbeitungsphasen während des gesamten Projektablaufes und bei detaillierter Kenntnis des jeweiligen Leistungsumfanges und der Randbedingungen eines Standortes können in Einzelfällen auch beschränkte Ausschreibungen für Teilschritte durch den Projektmanager vorgenommen werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Ideenwettbewerbe für diese Teilschritte, die jeweiligen Vorgehensweisen bzw. die Erstellung des Bearbeitungsprogramms vom Projektmanager selbst konzipiert werden.

8. ERFORDERNIS EINES DETAILLIERTEN, AN DIE AUFGABENSTELLUNG ANGEPAßTEN INGENIEURVERTRAGES

Bei der Vergabe von Ingenieurleistungen für Erkundungsarbeiten sollte zwischen der beauftragenden Behörde und dem Ingenieurunternehmen ein Ingenieurvertrag geschlossen werden, der die Besonderheiten der Aufgabenstellung einer Erkundung und die speziellen Randbedingungen bei Altlastenuntersuchungen berücksichtigt.

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg hat den Entwurf eines Muster-Ingenieurvertrages zur technischen Erkundung erarbeiten lassen und im Januar 1991 für die Verwendung in Baden-Württemberg vorgelegt /5/.

Insbesondere hervorzuheben ist die Zweiteilung des Vertrages in eine Phase der Erstellung und eine Phase der Durchführung des Untersuchungsprogrammes, die nur jeweils gesondert vergeben werden sollen. Hiermit ist gewährleistet, daß sogenannte Ideenwettbewerbe zur Konzepterstellung vertraglich fixiert und angemessen vergütet werden.

Die Beauftragung für die Durchführung der Erkundung geschieht somit auf der Basis eines umfassenden, evtl. aus mehreren Vorschlägen optimierten Untersuchungsprogrammes.

In der Phase der Erstellung des Untersuchungsprogramms sieht der Mustervertrag /5/ u.a. die folgenden Teilleistungen vor:

- " - Klären der Aufgabenstellung
- Ermittlung der vorhandenen Randbedingungen
- Ortsbesichtigung
- Zusammenstellen und Werten von vorhandenen bzw. beschafften Unterlagen
- Erstellen des Bearbeitungsprogrammes für das Gesamtprojekt...
 - Art und Umfang der geowissenschaftlichen Untersuchungen...
 - Art und Umfang der Einrichtung bzw. Betrieb von Grundwassermeßstellen
 - Art und Umfang der chemisch-physikalischen... Analytik...
 - Art und Umfang sonstiger projektgebundener Untersuchungen und Messungen...
- Berichtsabfassung...
- Vor-Bewertung der Umweltgefährdung der Altlast...
- Erarbeitung eines Komplettangebotes...
- Vorläufiger Projektabwicklungsplan..."

Bei der Durchführung der Untersuchung auf der Basis des jeweils vorliegenden und geprüften Angebotes wird vom Auftragnehmer u.a. die Bearbeitung des folgenden Leistungsprogrammes erwartet /5/:

- " - Durcharbeitung der Projektplanung...
- Ausführungs- und Abwicklungsplanung der einzelnen Untersuchungsschritte
- Durchführung von Feldarbeiten
- Vorbereitung..., Mitwirkung...bei der Durchführung der Vergabe von "VOB/VOL-Leistungen"... , die im Rahmen des Untersuchungsprogrammes erforderlich werden sowie Durchführung der Bauoberleitung und örtlichen Bauüberwachung...einschließlich Überwachung von Arbeitsschutzmaßnahmen
- Integration der Ergebnisse der "VOB/VOL-Leistungen in die eigenen Leistungen
- Ausarbeitung der Gesamtauswertung...und Zusammenfassung mit vergleichender Bewertung der Untersuchungen...
- Herstellen der Zwischen-/Schlußberichte...
- Abrechnung der Gesamtmaßnahme"

Darüberhinaus sind in dem Vertragsmuster /5/ die folgenden Inhalte geregelt:

- Gegenstand des Vertrages
- Bestandteile des Vertrages
- Leistungen des Auftraggebers
- Leistungen fachlich Beteiligter und Dritter,
- Beteiligung von Fachbehörden,
- Termine und Fristen,
- Vergütung,
- Haftpflichtversicherung des Ingenieurs
- Ergänzende Vereinbarungen
- Schlußbestimmungen

Bei der Abwicklung von Erkundungsarbeiten sollte zur Rechtssicherheit beider Vertragspartner, aufgrund der Vollständigkeit des vorliegenden Mustervertrag-Entwurfes, die Einführung dieses Vertrages auch über Baden-Württemberg hinaus umgehend vorgenommen werden.

9. ZUSAMMENFASSUNG

Für die Erkundung von Altlasten sind überwiegend planerische und gutachterliche Ingenieurleistungen geistig-schöpferischer Art erforderlich. Auch sind, vor Beginn einer Maßnahme, der genaue Umfang der Erkundungsarbeiten, ebenso wie die standortbezogenen Randbedingungen, in den seltensten Fällen bekannt.

Eine Ausschreibung und Vergabe dieser Arbeiten auf der Grundlage der VOB bzw. VOL ist nicht möglich, da zum einen die VOB nur für Bauleistungen und die VOL nicht für freiberufliche, also z. B. gutachterliche Leistungen gilt, und zum anderen selbst bei einer Übertragung der Verordnungen auf die Ausschreibung von Erkundungsarbeiten die auszuschreibende Leistung in allen Punkten bekannt und so eindeutig formulierbar und erschöpfend beschreibbar sein muß, daß alle Bieter ihre Preise ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können.

Da es somit keine rechtliche Grundlage für eine Öffentliche oder Beschränkte Ausschreibung nach VOB/VOL für Erkundungsarbeiten gibt, sollten diese Leistungen in freihändiger Vergabe ausschließlich nach leistungsbezogenen Gesichtspunkten und nach dem Grundsatz gegenseitigen Vertrauens auf Basis der HOAI und nicht über das ungeeignete Mittel von Preisfragen erfolgen.

Die Berechnung eines angemessenen Honorars auf der Grundlage der anrechenbaren Kosten und der Honorartafeln wird im Stadium der Erkundung nicht möglich sein, da die Kosten für die

Sanierung nicht bekannt sein können. So besteht nur die Möglichkeit, die Preise über Aufwandsschätzungen für den konzipierten Leistungsumfang oder auch für einzelne Teilleistungen mit den entsprechend vereinbarten HOAI-Stundensätzen zu berechnen. Eine Pauschalpreisregelung sollte aus Gründen der Reduzierung des Verwaltungsaufwandes beider Vertragspartner angestrebt werden.

Bei umfangreichen und komplizierten Erkundungsmaßnahmen sollte das jeweilige Erkundungs- und Untersuchungsprogramm durch einen vorgeschalteten Ideenwettbewerb, eventuell von mehreren Bietern, erarbeitet werden. Diese Ingenieurleistung ist angemessen zu vergüten. Auch besteht die Möglichkeit für die Gesamtsteuerung und -koordination einer Sanierungsmaßnahme, einen Projektsteuerer einzusetzen.

In jedem Falle ist ein, speziell auf die Besonderheiten bei der Erkundung von Altlasten zugeschnittener Ingenieurvertrag zu vereinbaren.

10. LITERATURVERZEICHNIS

/1/ ATV-Fachausschuß 6.6, Arbeitsbericht: Hinweise zur Auswahl unabhängig Beratender Ingenieure für Aufgaben im Bereich der Abwasser- und Abfalltechnik, Korrespondenz Abwasser 4/91

/2/ Bartels-Langweige, Dr.-Ing. J., Besonderheiten von Bauverträgen bei der Altlastensanierung, Vortrag Technische Akademie Wuppertal, Februar 1991

/3/ Diederichs, Univ.-Prof. Dr.-Ing. C.J., Rüller, Dipl.-Ing. G., Protokoll zum 2. Workshop "Altlasten" am 08.06.1991 an der Bergischen Universität GH Wuppertal

/4/ HOAI, Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, nach der vierten Änderungsverordnung vom 13. Dezember 1990

/5/ Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Aktenvermerk, betr. Ingenieur-Vertragsmuster für die Altlastenerkundung , Entwurf, Stand 1/91

/6/ VOB, Verdingungsordnung für Bauleistungen, Ausgabe September 1988, Teile A und B

/7/ VOL, Verdingungsordnung für Leistungen, Ausgabe 1976, Teile A und B

/8/ Weßling, Dr. E., Ausschreibung Gefährdungsabschätzung, Vortrag Technische Akademie Wuppertal, Februar 1991

/9/ Willershausen, K.H., Ausschreibung und Vergabe von Altlastenuntersuchungen und -sanierungen, in: Erkundung und Sanierung von Altlasten, Jessberger (Hrsg.), 1991

Braunschweig, im August 1991

Dr.-Ing. J. Bartels-Langweige
iwb-Ingenieurgesellschaft mbh

Anerkannte chemische Analytik.

erotec. Institut für chemische Analytik und Umwelttechnik. Von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) durch das BAM-Akkreditierungssystem (BAS) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Reg.Nr. BAS 01.093-00-90



Unsere Qualifikation und die Qualität unserer Arbeit sind amtlich geprüft und bestätigt.

Qualität ist in unserem Institut kein Zufall. Sie ist das Ergebnis unserer langjährigen analytischen Tätigkeit. Immer wieder neue Anstrengungen und ständige Innovation haben sie zu unserer Firmenphilosophie gemacht. Dokumentiert wird sie in unserem Qualitätssicherungs-Handbuch.

Neben der Akkreditierung erhielten wir eine Vielzahl weiterer amtlicher Zulassungen. Sie garantieren Ihnen qualifizierte Analysenergebnisse und Prüfberichte, damit sich Ihre Arbeit auf eine sichere und solide Basis stützen kann.

Näheres über unsere amtlichen Zulassungen sowie die Prüfgebiete und Prüfbereiche unseres Instituts finden Sie in unserer **Leistungsübersicht - fordern Sie sie an!**

Ein weiterer wichtiger Punkt: erotec ist ein privatwirtschaftlich geführtes Institut. Deshalb sind wir unabhängig. Unsere Analysen und Gutachten sind neutral. Wir fühlen uns ausschließlich unseren Auftraggebern verpflichtet.

Arbeitsgebiete:

Umweltanalytik

Altlasten
Deponie/Abfall

Wasser/Abwasser

Bodenuntersuchungen

Klärschlamm/Kompostierung

Emissions- und
Immissionsmessungen

Messung gesundheits-
schädlicher Stoffe

Beratung
Gutachten/Planungen

Institut für chemische Analytik
und Umwelttechnik

erotec GmbH · Veste 1 · Postfach 100 243 · D-5270 Gummersbach
Tel. 0 22 61/6 20 55 · Telefax 0 22 61/219 70

BEWERTUNG VON ERKUNDUNGS- UND ANALYSEERGEBNISSEN

Dipl.-Ing. Bau-Ass. T. Lüneburg

1. EINLEITUNG

Nach der Durchführung von Vorarbeiten (Historische Erkundung, Aktenstudium), Felderkundungen sowie Laboruntersuchungen im Rahmen der Erkundung einer Altlastverdachtsfläche und dem Vorliegen der entsprechenden Untersuchungsergebnisse, ist es erforderlich diese Ergebnisse im Einzelnen auszuwerten und zu bewerten, um Aussagen über die von der Fläche eventuell ausgehenden Gefahren für die Umwelt treffen zu können.

Da bei jeder einzelnen Verdachtsfläche von unterschiedlichen örtlichen, historischen und belastungsspezifischen Bedingungen auszugehen ist, muß sie jeweils als individueller Einzelfall mit jeweils speziellen Randbedingungen und Gegebenheiten betrachtet werden.

Mit der Bewertung der Erkundungs- und Analyseergebnisse soll eine qualifizierte Bearbeitungs- und Beurteilungsgrundlage für die

- Ermittlung des vorhandenen Gefahrenpotentiales (Gefährdungsabschätzung) sowie für die
- Ermittlung eines Handlungsbedarfs und für
- Empfehlung und Erarbeitung von Maßnahmen unterschiedlicher Priorität, wie
 - Sofortmaßnahmen,
 - Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen,
 - planerische Maßnahmen (z.B. Nutzungseinschränkungen),

geschaffen werden.

Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse ist der entscheidene Schritt zwischen den eigentlichen Untersuchungen und der Erarbeitung geeigneter Maßnahmen und Empfehlungen (siehe Abbildung 1). Sie stellt i.d.R. den fachlichen Abschluß der Untersuchungen der Verdachtsfläche dar.

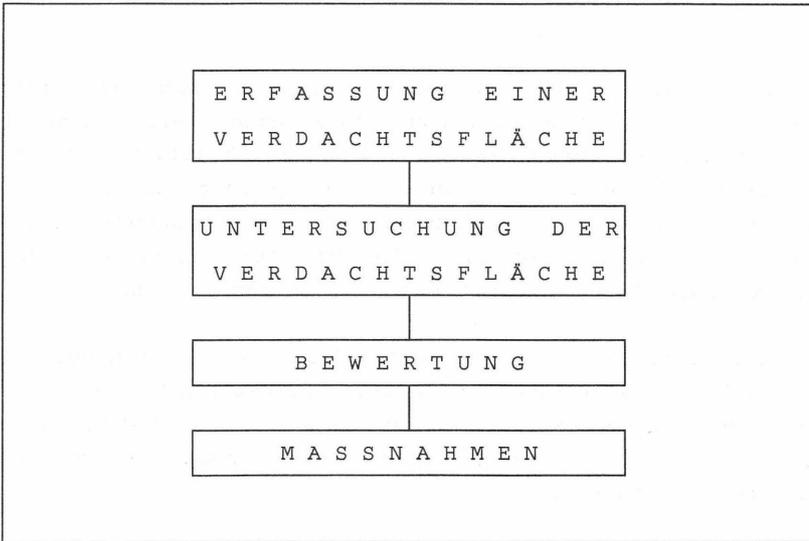


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Bearbeitungsschritte einer Verdachtsflächenerkundung

Aus diesem Grunde ist die exakte und gewissenhafte Bewertung der Erkundungs- und Analyseergebnisse bei Berücksichtigung der jeweils herrschenden Randbedingungen von besonderer Bedeutung und außerordentlicher Wichtigkeit.

2. MÖGLICHKEITEN UND PROBLEME DER ERGEBNISBEWERTUNG

2.1 Allgemeines

Die reine Wiedergabe der nach der Untersuchungsphase vorliegenden Ergebnisse in Form von absoluten Zahlenwerten ist für die fachlich qualifizierte Beurteilung des Gefahrenpotentials in der Regel nicht ausreichend. Die Ergebnisse bedürfen einer exakten Bewertung und Interpretation in Form einer gutachtlichen Stellungnahme bzw. eines detaillierten Untersuchungsberichtes.

Da derartige Berichte in den überwiegenden Fällen von einer Vielzahl von Beteiligten unterschiedlichster fachlicher Couleur und von unterschiedlichster fachlicher Qualifikation beurteilt werden und zudem diesen diversen Personen als Bearbeitungs- und Handlungsgrundlage dienen, ist die Bewertung der Ergebnisse entsprechend verständlich und für alle Beteiligten nachvollziehbar aufzubauen und zu begründen.

2.2 Grundlagen für die Bewertung

Für die Bewertung von Erkundungs- und Analyseergebnissen gibt es derzeit keine rechtsverbindlichen Beurteilungsmaßstäbe. Es stellt sich daher die Frage, wie und auf welcher Grundlage eine derartige Bewertung durchzuführen ist.

Als Grundlagen für eine fachgerechte Bewertung von Untersuchungsergebnissen müssen

der Wasserbehörde betreten werden. Das Grundrecht des Artikels 13 des Grundgesetzes auf Unverletzlichkeit der Wohnung wird insoweit eingeschränkt."

Bestimmungen dieser Art enthält auch § 21 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG), die allerdings nur für die Überwachung einer laufenden oder beantragten Gewässerbenutzung, z.B. eine Grundwasserförderung gelten und damit für das hier zu behandelnde Thema nur relevant sind, wenn die Gewässerbenutzung in einem Zusammenhang mit Altlasten und Verdachtsflächen steht. Auch § 21 WHG regelt das Betretungsrecht, schränkt die Unverletzlichkeit der Wohnung ein, enthält darüberhinaus noch für den Gewässerbenutzer bzw. den Antragsteller die Auflage, Anlagen und Einrichtungen zugänglich zu machen und Auskünfte zu erteilen sowie Arbeitskräfte, Unterlagen und Werkzeuge zur Verfügung zu stellen und technische Ermittlungen und Prüfungen zu ermöglichen.

Das Abfallrecht setzt in § 11, Abs. 4 des Abfallgesetzes umfangreiche Pflichten der an der Abfallentsorgung Beteiligten fest hinsichtlich Erteilen von Auskünften und Betreten von Grundstücken und Geschäftsräumen. Auch nach Abfallrecht dürfen Wohnungen betreten werden, wenn dies zur Verhütung einer dringenden Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung erforderlich ist. Die Betreiber von Abfallentsorgungsanlagen haben für die Zugänglichkeit der Anlagen zu sorgen und die zur Überwachung erforderlichen Arbeitskräfte, Werkzeuge und Unterlagen zur Verfügung zu stellen.

Ähnliche Pflichten für Anlagenbetreiber sowie Eigentümer und Besitzer von Grundstücken sind zur Gewährleistung der Überwachungsaufgaben nach § 52 des Bundesimmissionsschutzgesetzes festgelegt.

5. VERZEICHNIS DER GESETZLICHEN GRUNDLAGEN

- 5.1 Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland vom 23. Mai 1949, zuletzt geändert durch Gesetz zu dem Einigungsvertrag vom 23.09.1990, BGBl.II, S.885

Bei diesen Werten werden drei verschiedene Konzentrationsniveaus (A,B,C) unterschieden:

- Das Niveau A gilt als Referenzniveau, welches als indikative Konzentration angesehen werden kann. Beim Unterschreiten dieses Niveaus liegt keine nachweisbare Verunreinigung vor.

- Die Werte des Niveaus B stellen Prüfwerte dar, bei deren Überschreitung eine eingehende Untersuchung nahegelegt wird, wenn die Art, der Ort und die Konzentration des verunreinigenden Stoffes so sind, daß die Möglichkeit einer erheblichen Gefahr für die öffentliche Gesundheit oder die Umwelt besteht.

- Die Werte des Niveaus C sind Prüfwerte, bei deren Überschreitung eine Sanierungsuntersuchung bzw. eine Sanierung möglichst kurzfristig durchgeführt werden sollte.

Ähnlichen Zwecken wie die "Niederländische-Liste" dient die sogenannte "Englische-Liste", in der für bestimmte Schadstoffe Konzentrationen für Bodenverunreinigungen in fünf Kategorien von "nicht kontaminiert" bis "ungewöhnlich stark kontaminiert" angegeben sind.

Weitere, häufig bei der Altlastbewertung angewandte Richtwertlisten sind beispielsweise die

- Kloke-Liste, das
- Mindestuntersuchungsprogramm Kulturboden und die
- Trinkwasserverordnung.

Eine weitere wichtige Grundlage bei der Bewertung von Erkundungs- und Analyseergebnissen ist die Berücksichtigung der am Verdachtsstandort vorherrschenden örtlichen Randbedingungen. Hierzu zählt z.B. die Lage des Standortes, wie die Nähe zur Wohnbebauung, die Geologie und die Hydrogeologie, wie der Aufbau des Untergrundes (Bodenprofile), Lage und Mächtigkeit grundwasserführender Schichten, Grundwasserflurabstand, Grundwasserfließrichtung, Lage und Nähe vorhandener Vorfluter, sowie die Bodennutzung am Verdachtsstandort und der unmittelbaren Umgebung.

Diese Angaben müssen bei der Beurteilung hinsichtlich möglicher Beeinträchtigungen der unmittelbaren Nachbarschaft durch den Verdachtsstandort, der Beurteilung einer möglichen Schadstoffausbreitung in den Untergrund, über das Grund- bzw. Oberflächenwasser sowie der Beurteilung der örtlich vorhandenen Vor- bzw. Hintergrundbelastung berücksichtigt werden.

Die Randbedingungen der Erkundung eines Verdachtsstandortes sind ebenfalls bei der Bewertung von Untersuchungsergebnissen einzubeziehen. Insbesondere sind hier die Möglichkeiten von Schadstoffeintragungen durch Aufschlußarbeiten (Bohrgestänge), Probeentnahme (Grundwasserpumpe) und Meßstellenausbau (Klebstoffe), sowie die Gefahr der Schadstoffverschleppung durch Aufschlußarbeiten und Probeentnahme zu beachten (verdrecktes bzw. kontaminiertes Bohr- und Probenahmegerät).

2.3 Probleme und Fehlermöglichkeiten der Ergebnisbewertung

Ein generelles Problem bei der Bewertung von Untersuchungsergebnissen ist die undifferenzierte und allgemeingültige Anwendung der unterschiedlichen Richt- und Schwellenwertlisten.

Eine derartige Anwendung für die Beurteilung einer Boden- und Grundwasserverunreinigung ist sachlich nicht angemessen, da sie zum einen nicht die örtlichen Randbedingungen berücksichtigen und zum anderen derartige Listen aus einer anderen Zielrichtung heraus bzw. für andere Anwendungsgebiete entstanden sind.

So berücksichtigt z.B. die "Niederländische Liste" nicht die tatsächlich im Bereich des untersuchten Verdachtsstandortes vorherrschenden Hintergrundbelastungen (BSLU, 1990). Ein gemäß dieser Liste "auffälliger Befund" gibt keine Aussage darüber, ob sich das jeweils vorliegende Analyseergebnis gegenüber der vorhandenen Hintergrundbelastung der Umgebung des Verdachtsstandortes als belastet hervorhebt oder lediglich in der Größenordnung der Hintergrundbelastung vorliegt. Denn insbesondere in industriellen Ballungsgebieten ist die geogene Grundbelastung nicht mehr bestimmbar bzw. wird sie weitflächig überschritten und charakterisiert die derzeit vorhandene Hintergrundbelastung.

Dies läßt sich im Einzelnen erst nach Durchführung von Referenzuntersuchungen in der von der Verdachtsfläche offensichtlich unbeeinflussten Umgebung (Boden) bzw. im Oberstrom (Grundwasser) der Verdachtsfläche ablesen.

In der Abbildung 2 wird dieses Problem anhand eines Beispiels verdeutlicht. Eine im Abstrombereich einer Altablagerung gemessene Grundwasserbelastung von 150 mg/l resultiert in Beispiel A aus der Altablagerung, in Beispiel B spiegelt er lediglich die örtlich vorhandene Hintergrundbelastung des Grundwassers wieder.

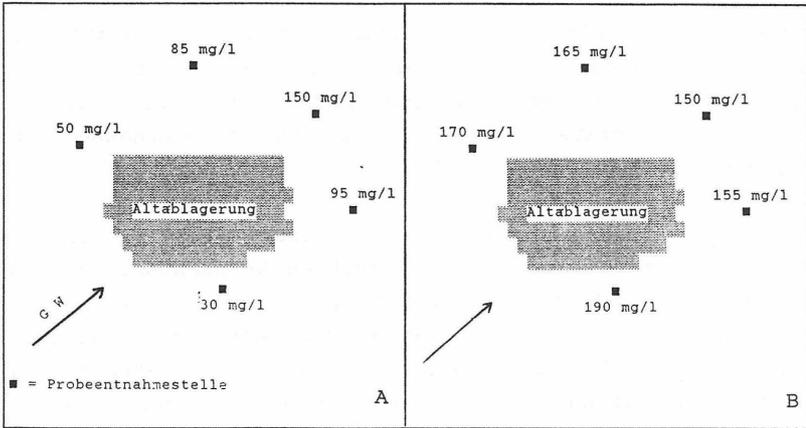


Abbildung 2: Meßwertbewertung und Hintergrundbelastung

Der Schadstoffaustrag aus einer Verdachtsfläche über das Grundwasser ist meist nur bei signifikanten Konzentrationsdifferenzen (Zunahmen) zwischen Meßwerten im Anstrom und Abstrom der Verdachtsfläche sicher erkennbar.

Richtwertlisten oder Prüftabellen berücksichtigen nicht den Einzelfall mit den besonderen Randbedingungen und dienen lediglich der ersten Orientierung bei der Bewertung von Untersuchungsergebnissen. Dies trifft zweifelsohne bei einer Unterschreitung der Analyseergebnisse bezüglich der in den Listen angegebenen Referenz- oder Hintergrundkonzentrationen (z.B. A-Wert der "Niederländischen-Liste") zu.

Noch ausgeprägter stellt sich dieses Problem bei der Beurteilung einer Verunreinigungssituation im Grundwasser mit Hilfe von Richt- und Grenzwerten für Trinkwasser und Oberflächenwasser für die Trinkwassergewinnung dar.

Die häufig angewandte Trinkwasserverordnung dient keineswegs der Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen oder gar der Belastungssituation eines Deponiesickerwassers, sondern legt rechtsverbindliche Kriterien für ein gesundheitlich unbedenkliches Trinkwasser (Trinkwasserbeschaffenheit) und Wasser für Lebensmittelbetriebe fest.

Die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung sind zur Beurteilung von Gewässerbeeinträchtigungen durch Altlasten nicht geeignet. Verunreinigungen die im Grundwasser noch tolerierbar wären, können nicht daraus abgeleitet werden.

Auch oder insbesondere in diesem Fall ist darauf hinzuweisen, daß der Vergleich von Grundwasseranalyseergebnissen mit den Werten der Trinkwasserverordnung nur als grobe Vororientierung dienen kann. Dies gilt insbesondere bei Unterschreitung der in der Trinkwasserverordnung genannten Werte.

Eine unmittelbare Anwendung der Trinkwasserverordnung zur Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit ist nur dann geboten, wenn eine Nutzung für Trinkwasser ohne vorherige Aufbereitung betroffen ist, z.B. Einzelwasserversorgung, Hausbrunnen (EINBRODT, BERTGES, 1990).

Allen Listen fehlt zudem der Bezug zu den betroffenen Schutzgütern, den geogenen Grundbelastungen und der besonderen Standortverhältnisse.

Das Problem der Vernachlässigung örtlicher Randbedingungen bei der Bewertung von Untersuchungsergebnissen läßt sich anschaulich anhand folgenden Beispiels (Bodennutzung) erläutern:

Ein- und dasselbe Analyseergebnis einer Schadstoffkonzentration im Boden ist hinsichtlich der vorhandenen Bodennutzung am Verdachtsstandort unterschiedlich zu bewerten. So ist eine Belastung, die im Bereich einer Altablagung nachgewiesen wurde, anders zu bewerten, als die gleiche Konzentration, wenn sie an einem Industriestandort oder gar auf einem Kinderspielplatz gemessen wurde. Bei alleiniger Betrachtung des reinen Zahlenwertes ist eine derartig differenzierte Betrachtungsweise nicht möglich. Die Abbildung 3 soll diesen Sachverhalt verdeutlichen.

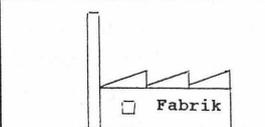
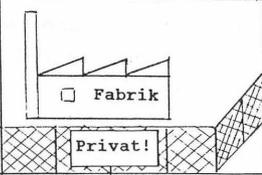
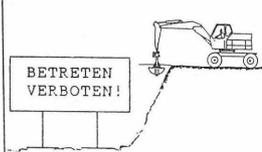
Berücksichtigung örtlicher Randbedingungen, vorhandener und geplanter Nutzungen, betroffener Schutzgüter!		
	Sofortmaßnahmen Nutzungsbeschränkungen	
	Sofortmaßnahmen z.B. Einzäunung	
	Sofortmaßnahmen Betretungsverbot Bodenaustausch	

Abbildung 3: Nutzungsbezogene Meßwertbetrachtung

Die bestehende oder die geplante Nutzung der Verdachtsfläche und der nahen Umgebung ist ein maßgeblicher Faktor für die Bewertung der Untersuchungsergebnisse.

Die Einwirkungen auf die menschliche Gesundheit in sonst gleich gelagerten Fällen unterscheiden sich z.B. dann erheblich, wenn eine der Flächen für den dauernden Aufenthalt von Menschen genutzt wird (EINBRODT, BERTGES, 1990). Die Bewertung muß auf das empfindlichste Schutzgut abgestellt werden.

Im Falle des Kinderspielplatzes ist, aufgrund der höheren "Empfindlichkeit" des Schutzgutes, infolge der möglichen Schadstoffaufnahme durch versehentliches Verschlucken von Bodenpartikeln durch spielende Kinder, die Schadstoffbelastung kritischer zu bewerten als im Falle eines Industriegrundstückes, wo diese Gefahr nahezu ausgeschlossen werden kann.

Die Schadstoffkonzentration auf dem Industriegrundstück ist z.B. gegenüber der Altablagerung hinsichtlich der Nutzung des Industriegrundstückes (Wohnen, Arbeiten als empfindliche Schutzgüter) entsprechend zu bewerten (nutzungsbezogene Betrachtungsweise).

Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse muß unter anderem auch die nachfolgenden Randbedingungen berücksichtigen:

- Art und Eigenschaften des Schadstoffes (Stabilität, Mobilität, Eluierbarkeit, Abbau),
- Bodenverhältnisse und Bindungsform der Schadstoffe im Boden,
- Hydrogeologische Verhältnisse (Fließrichtung und -geschwindigkeit, Flurabstand, Mächtigkeit der/des Grundwasserleiter/s, Durchlässigkeit, etc.)

Die Nichtberücksichtigung örtlicher Randbedingungen kann eine fehlerhafte Bewertung (z.B. des Gefährdungspotentiales für bestimmte Schutzgüter, der Empfehlungen hinsichtlich eventuell notwendiger Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr, etc.) zur Folge haben.

Eine fehler- oder mangelhafte Bewertung kann auch aus der Vernachlässigung von Randbedingungen der durchgeführten Erkundungsarbeiten resultieren.

Infolge unsorgfältiger Planung oder Durchführung der Arbeiten vor Ort sind Fehlrteile bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse und somit eine Fehlbeurteilung hinsichtlich des vorhandenen Gefahrenpotentials möglich.

Dieser Sachverhalt möge an drei Beispielen verdeutlicht werden:

■ Beispiel 1:

Bei der Erkundung einer Altablagerung wurde in einer Grundwasserprobe einer im Abstrom der Altablagerung gelegenen Grundwassermeßstelle ein AOX-Wert von 15.000 µg/l (!) festgestellt. Aufgrund dieses Meßwertes wurde die Altablagerung als Altlast eingestuft.

Im Rahmen der daraufhin veranlaßten zusätzlichen Untersuchungen konnte nach Akteneinsicht festgestellt werden, daß lediglich in dieser einen Meßstelle ein derart auffälliger Befund vorlag. Die hohe AOX-Belastung wurde an keiner anderen Grundwassermeßstelle nachgewiesen.

Die beprobte Meßstelle war zusätzlich eingerichtet worden und wurde unmittelbar nach Erstellung beprobt (Schöpfprobe).

Eine daraufhin durchgeführte Begehung der Altablagerung sowie die Besichtigung der Meßstelle ließ erkennen, daß die Aufsatzrohre der Grundwassermeßstelle verklebt worden waren. Deutlich konnten Klebstoffrückstände am Brunnenrohr bis zur Grundwasseroberfläche festgestellt werden.

Es lag nunmehr der Verdacht nahe, daß die hohe AOX-Belastung infolge eines Schadstoffeintrages durch den Klebstoff resultierte. Durch die Gewinnung einer Schöpfprobe wurde das im Brunnen stehende, mit Klebstoffen frisch verunreinigte Wasser erfaßt und analysiert.

Eine Nachbeprobung des Grundwassers mit Hilfe einer Pumpe konnte diesen Sachverhalt bestätigen. Die nach unterschiedlicher Pumpdauer entnommenen Wasserproben wiesen nur noch AOX-Gehalte von nicht mehr als 21 µg/l auf.

■ Beispiel 2:

9 im Rahmen einer Altstandortserkundung oberflächennah entnommene Bodenproben wiesen z.T. hohe Bleigehalte auf. Diese Belastung wurde im Gutachten durch den Altstandort begründet. Im Rahmen einer Nachuntersuchung konnten aufgrund des Aktenstudiums festgestellt werden, daß sämtliche Entnahmestellen im unmittelbaren Einzugsbereich einer Bundesautobahn lagen.

Es lag daher die Vermutung nahe, daß diese Werte aufgrund des Einflusses der stark befahrenen Autobahn begründet waren. Nachbeprobungen bestätigten diesen Verdacht.

■ Beispiel 3:

Bei der Untersuchung einer Altablagerung wurden 36 Bodenproben entnommen und auf ausgewählte Parameter untersucht. 33 der untersuchten Proben zeigten keine auffälligen Schadstoffgehalte, 3 Bodenproben waren nur "leicht" belastet. Insgesamt wurde der Altablagerung kein umweltrelevantes Gefahrenpotential bescheinigt.

Die aufgrund einer bauleitplanerischen Umwidmung der Fläche durchgeführte Nachuntersuchung zeigte, daß die 33 Bodenproben aus einer Entnahmetiefe von 0,3 m bis 1,5 m gewonnen wurden. Die restlichen 3 Proben wurden aus einer Tiefe von rd. 2,0 m entnommen. Weitere Recherchen erbrachten, daß die Altablagerung nach Abschluß des Deponiebetriebes im Jahre 1974 mit einer ca. 2,0 m mächtigen Bodenüberdeckung "rekultiviert" wurde. Der überwiegende Teil der Bodenproben wurde demnach aus offensichtlich unbelasteten Boden entnommen.

Durchgeführte Nachbeprobungen bestätigten dies. Im Bereich bis zu einer Tiefe von ca. 2,0 m war eine Schadstoffbelastung nicht nachweisbar. In einer Tiefe von ca. 2,5 m bis 5,0 m konnten z. T. hohe Schwermetallgehalte (Arsen, Cadmium, Kupfer, Nickel) nachgewiesen werden. Die Altablagerung befindet sich derzeit in der Sanierungsplanung.

3. ANFORDERUNGEN AN DIE BEWERTUNG VON ERGEBNISSEN

Sämtliche Entscheidungs- und Bearbeitungsschritte einer Ergebnisbewertung bedürfen der Einarbeitung und des Sachverständes seitens der mit dieser Aufgabe betrauten Personen. Dies ist nicht nur zur Vermeidung von Unterschätzungen des aus der Bewertung resultierenden Gefahrenpotentials wichtig, sondern auch hinsichtlich einer eventuellen Überschätzung des von einer Verdachtsfläche ausgehenden Gefahrenpotentials.

Die aus der Bewertung zu entwickelnden Gefährdungsabschätzungen und Maßnahmenempfehlungen sind immer abhängig von fachlich zwar begründbaren, aber in der Regel subjektiv gesetzten Untersuchungsbedingungen und -bewertungen (BARKOWSKI, ET AL., 1990). Die wiederum sind abhängig sowohl vom persönlichen wie insbesondere auch vom fachlichen Blickwinkel (Erfahrung und Fachkenntnis) des jeweiligen Bearbeiters.

Das Ergebnis der Bewertung muß von allen Beteiligten und Betroffenen, auch der Öffentlichkeit, fachlich sowie auch sachlich akzeptierbar sein und möglichst auch akzeptiert werden. Verharmlosungen wie auch "Panikmache" kann und darf nicht Ziel und Sinn der Bewertung von Erkundungs- und Analyseergebnissen sein.

Bezeichnungen einer konkreten, auffälligen Grundwasserverunreinigung als "Versalzung" oder eines nachgewiesenermaßen schwach belasteten Oberflächenwassers als "kontaminiertes Wasser" sind der eigentlichen Sache wenig dienlich, sondern eher schädlich (Stichwort: Vertrauensverlust in der Öffentlichkeit).

Das Gutachten soll aus den durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sowie den Erkundungs- und Analyseergebnissen die Informationen bzw. die Ergebnisse liefern, die zur Einleitung weitere Maßnahmen u.U. erforderlich sind. Es muß eine auf der Grundlage der Ergebnisbewertung erarbeitete umfassende Gefährdungsabschätzung enthalten (siehe Abbildung 4).

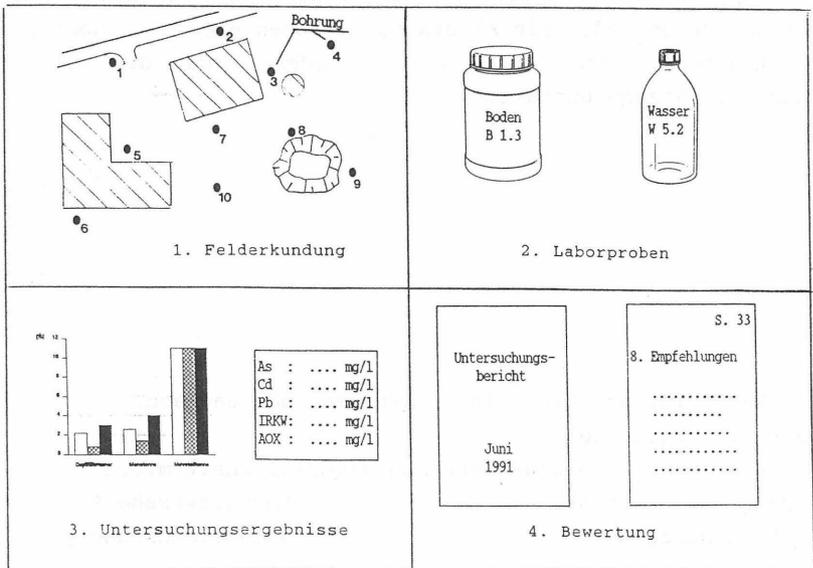


Abbildung 4: Übersichtsschema zur Untersuchungsbewertung

Das Ausmaß und die Qualität weiterer Maßnahmen (z.B. Sanierungsentscheidungen, Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr) hängen im Wesentlichen von der Qualität und "Vollständigkeit" der Bewertung der Untersuchungsergebnisse ab.

Es ist in diesem Zusammenhang aber unbedingt darauf hinzuweisen, daß die Bewertung der Erkundungs- und Analyseergebnisse in jedem Fall auf den tatsächlich durchgeführten Umfang der Erkundungen, Feld- und Laboruntersuchungen basiert und nur darauf basieren kann.

Dies gilt insbesondere für die Durchführung einer ersten Untersuchung auf einer Verdachtsfläche. Eine in diesem Fall erarbeitete Bewertung der Belastungssituation auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen darf nicht als "Blankotestat" für die Gesamtheit der Fläche mißbraucht werden. Den je nach Umfang der Untersuchungen bleibt stets ein mehr oder minder großes "Restrisiko" vorhanden. Das kann nur durch u.U. erforderliche detailliertere Untersuchungen vermieden bzw. minimiert werden, aber keinesfalls durch "Gutachterliche Poesie" ausgeschlossen werden. Eine Altablagerung oder ein Altstandort weisen eben kein homogenes Stoffgemenge auf, welches in jeder Lage die gleiche Zusammensetzung enthält.

LÜNEBURG Thomas, Dipl.-Ing., Assessor des Baufachs

G.E.O. Monitoring

Umweltschutz- und Bau-Überwachungsgesellschaft m.b.H.

Fuhlsbüttler Straße 257

Pockelsstraße 9

2000 Hamburg 60

3300 Braunschweig

LITERATUR:

BARKOWSKI, GÜNTHER, : Altlasten - Handbuch zur Ermittlung
HINZ, RÖCHERT und Abwehr von Gefahren durch kontami-
nierte Standorte, 1990

BAYERISCHES STAATS- : Altlasten - Leitfaden für die Behand-
MINISTERIUM FÜR lung von Altablagerungen und kontami-
LANDESENTWICKLUNG nierten Standorten in Bayern, 1990
UND UMWELTFRAGEN

EINBRODT, BERTGES : Stellungnahme der Altlasten-Kommission
Nordrhein-Westfalen. Die Anwendbarkeit
von Richt- und Grenzwerten aus Regel-
werken bei der Untersuchung und Beur-
teilung von Altablagerungen und Alt-
standorten, 1990
in: Jessberger (Hrsg.)
Erkundung und Sanierung von Altlasten
6. Bochumer Altlasten - Seminar, 1990

Wille **GeoTechnik**

Beratung - Planung - Vertrieb

Schlegelweg 4
D-3400 Göttingen

Tel. 0551 / 42796
Fax. 0551 / 47144

Unsere Produktpalette:

- Handbohrgeräte und Rammkernsonden mit Zubehör
- Brunnenausbaumaterial
- Bodenmechanische Prüfgeräte
- Wasserprobenahmesysteme
- Laborgeräte
- Vermessungsgeräte
- etc.

Inserentenverzeichnis

BIOLAB
Umweltanalysen GmbH
Bültenweg 16
3300 Braunschweig

erotec GmbH
Institut für chemische Analytik
und Umwelttechnik
Veste 1
5270 Gummersbach

Labor für Geoanalytik
Richthofenstraße 29
3200 Hildesheim

GTU
Geologie Technologie Umweltschutz GmbH
Kurt-Schumacher-Allee 8-10
3012 Langenhagen

Hauser GmbH
Diessemer Bruch 64
4150 Krefeld

iwb
Ingenieurgesellschaft m.b.H.
Pockelsstraße 9
3300 Braunschweig

Nordmeyer KG
Maschinen und Brunnenbohrgerätebau
Werner-Nordmeyer-Straße 3
3150 Peine

Wille Geotechnik
Schlegelweg 4
3400 Göttingen

Hauser GmbH Krefeld

**Komplettausrüster
und Fachberater
für**

**Altlastensanierer
und
Altlastenentsorger**

Hauser GmbH Krefeld

- **Atemschutzgeräte**
- **Vollschutzanzüge**
- **Spezial Bretex - Anzüge**
- **Free-Air-Kombination**
- **Entsorgungshilfen**
- **Schleusen**
- **Unterdruckanlagen**
- **Überdruckanlagen**
- **Bewetterungsanlagen**
- **Wasser-Filtriersysteme**

**Rufen Sie uns an! Wir informieren Sie
gern über weitere Einzelheiten!**

Hauser GmbH.
Diessemer Bruch 64
4150 Krefeld

Tel. 02151 - 51 08 64 Fax 51 08 84 Telex 853 497



H a u s e r

- Nr. 29 Kruse, Th. : Standsicherheit von Kombinationsabdichtungen auf Deponieböschungen, 1989
- Nr. 30 Rodatz, W., u.a. : Sonderheft zum 15jährigen Bestehendes Instituts, 1989
- Nr. 31 Rodatz, W. : Standsicherheiten im Deponiebau / Schadstoffeinbindung durch Verfestigung von Abfällen, Fachseminar am 19./20. März 1990 in Braunschweig
Beckefeld, P.
Sehrbrock, U., u.a.
- Nr. 32 Knüpfer, J. : Schnellverfahren für die Güteüberwachung mineralischer Deponiebasisabdichtungen, 1990
- Nr. 33 Beckefeld, P. : Schadstoffaustrag aus abgebundenen Reststoffen der Rauchgasreinigung von Kraftwerken - Entwicklung eines Testverfahrens, 1991
- Nr. 34 He, G. : Standsicherheitsberechnungen von Böschungen, 1991
- Nr. 35 Rodatz, W. : Probenentnahme bei der Erkundung von Verdachtsflächen (Altlasten), 1991
- Nr. 36 Kahl, M. : Primär- und Sekundärspannungszustände in überkonsolidiertem Ton - Am Beispiel eines im Hamburger Glimmerton aufgefahrenen Tiefdükers, 1991

* = vergriffen