

## **Teilthema 2.6:**

# **Interpretation und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse**

Beitrag des Umweltbundesamtes

## Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>1</b>
<b>2.6 INTERPRETATION UND BEURTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE</b>	<b>2</b>
2.6.1 Aufgaben, Grundlagen und Ziele der fachlichen Beurteilung	2
2.6.2 Vorgehensweise bei der Beurteilung der Untersuchungsergebnisse	4
2.6.3 Interpretation der Untersuchungsergebnisse	6
<i>Hintergrundgehalt</i>	6
<i>Prüfwerte</i>	7
<i>Beurteilung von Untersuchungsergebnissen</i>	7
<b>LITERATUR</b>	<b>9</b>
<b>ANHANG 1</b>	
Interpretation der Untersuchungsergebnisse und Beurteilung der Gefahrensituation	12
<b>1 PLAUSIBILITÄTSPRÜFUNGEN VON MESSERGEBNISSEN</b>	<b>13</b>
1.1 Untersuchungsmedium Boden	13
1.2 Untersuchungsmedium Bodenluft	14
1.3 Untersuchungsmedium Wasser	14
<b>ANHANG 2</b>	
Glossar und Abkürzungsverzeichnis	18
<b>1 GLOSSAR</b>	<b>19</b>
<b>2 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>24</b>
<b>ABBILDUNG</b>	
Abbildung 2.6.2-1: Fehlerverteilung bei der Altlastenuntersuchung (Altlastenhandbuch Niedersachsen)	5

## **2.6 Interpretation und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse**

### **2.6.1 Aufgaben, Grundlagen und Ziele der fachlichen Beurteilung**

Aufgabe der fachlichen Beurteilung durch den Gutachter / Sachverständigen ist - nach vorangegangener Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse - die Abschätzung der im einzelnen Falle eingetretenen Einwirkungen auf Schutzgüter und der bestehenden bzw. zukünftig zu erwartenden Risiken sowie die Aufklärung der Ursachen.

Sollte eine Gesamtbetrachtung der vorliegenden Daten, Tatsachen, Erkenntnisse usw. für eine abschließende Gefahrenbeurteilung nicht ausreichend sein, so sind Art und Umfang für weitere erforderliche Ermittlungen / Untersuchungen anzugeben.

Die Beurteilung dient als Grundlage für die Bewertung (Prüfung der Rechtsfragen, Ermessensausübung und Entscheidung) durch die zuständige Behörde.

Bestandteil der Beurteilung sind im Einzelnen folgende Schritte:

- I. Darstellung der im Einzelfall relevanten Wirkungspfade,
- II. Beschreibung der Untersuchungsdurchführung und qualitätssichernden Maßnahmen z.B. Probennahmestrategie, Probennahme, Probenlagerung und Selektivität, Genauigkeit und Richtigkeit der Messverfahren,
- III. Ermittlung der Tatsache, ob die Schadstoffgehalte in den beurteilungsrelevanten Bereichen / Umweltmedien der altlastverdächtigen Fläche signifikant höher als in der unbeeinflussten Umgebung sind (ursachenbezogene Betrachtung),
- IV. Beschreibung der Einwirkungen und Wirkungen, die nach Abschätzung in überschaubarer Zukunft nach Art und Ausmaß zu erwarten sind (Expositionsabschätzung),
- V. Aufzeigen noch offener Fragen und
- VI. Vorschläge für gegebenenfalls notwendige weiter gehende Untersuchungen zur Sachverhaltsermittlung.

Bei der ursachen- und wirkungsbezogenen Betrachtung kann die Anwendung geeigneter Vergleichswerte (Hintergrundwerte, Orientierungswerte, Richtwerte oder anderer stoffbezogener Konzentrationswerte) hilfreich sein. Die Prüfwerte oder Maßnahmenwerte der Bundesbodenschutzverordnung sind zu beachten.

Bei der Beurteilung von altlastverdächtigen Flächen ist sowohl die Komplexität der unter Umständen von ihnen ausgehenden Umwelteinwirkungen als auch die Heterogenität und gegenseitige Abhängigkeit der Stoff-, Standort- und Nutzungscharakteristika zu berücksichtigen. Deshalb sind die damit verknüpften Umwelt- und Gesundheitsrisiken weder direkt messbar, noch einfach quantifizierbar. Insbesondere kann das Gefährdungspotenzial häufig nicht alleine aus den Bodenverunreinigungen abgeleitet werden, sondern erst unter Berücksichtigung von Freisetzungs-, Ausbreitungs- und Einwirkungsvorgängen.

Die Beurteilung erfolgt auf der Grundlage aller Daten und Ergebnisse der historischen Erkundung und der Untersuchungen, wie Angaben zur

- Geologisch / hydrogeologischen und hydrologischen Situation:
  - \* Mächtigkeit und Aufbau der ungesättigten Zone (Auffüllung / Anstehendes);
  - \* Flurabstand und Anzahl der Grundwasserleiter, einschließlich hydraulischer Trennschichten;
  - \* Mächtigkeit und Aufbau der Grundwasserleiter;
  - \* Fließrichtung, Durchlässigkeit, Transmissivität und Abstandsgeschwindigkeit;
  - \* Niederschlag und Grundwasserneubildungsrate.
- Kompartimentspezifischen Belastungssituation:
  - \* relevante Schadstoffe;
  - \* Konzentration / Fracht;
  - \* horizontale und vertikale Verteilung;
  - \* Verfügbarkeit, Mobilität;
  - \* geogene und anthropogene Hintergrundgehalte.
- Nutzung, Umfeld, Schutzgüter:
  - \* Darstellung der ehemaligen, derzeitigen und geplanten Nutzung;
  - \* Darstellung des Umfeldes hinsichtlich der vorliegenden Nutzungsempfindlichkeit;
  - \* Darstellung der relevanten Wirkungspfade;
  - \* Darstellung der betroffenen Schutzgüter.

Die Feststellung einer Altlast durch die zuständigen Behörde ist ein komplexer Prozess. Bei der Beurteilung sind schematische Vorgehensweisen nicht geeignet. Außer der Plausibilität, Höhe

und Verteilung der gemessenen Schadstoffkonzentrationen in den Umweltmedien sind auch mögliche Wechselwirkungen zwischen den Umweltmedien und Schadstoffen, Expositionsmöglichkeiten und daraus resultierenden Risiken für Schutzgüter zu berücksichtigen.

Bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse sind die folgenden Gesichtspunkte unbedingt zu beachten:

- Schadstoffspezifische Eigenschaften ( z.B. Bindungsform, Löslichkeit, Flüchtigkeit, Toxizität und Kanzerogenität) die die Mobilisierbarkeit, die Ausbreitung und die Wirkungen bestimmen,
- Standortspezifische Bedingungen wie z.B. die Eigenschaften des Bodens (insbesondere Bodendurchlässigkeit, Sorptionsfähigkeit, pH-Wert), der Flurabstand des Grundwassers, die Tiefenlage der Kontamination, die Grundwasserfließrichtung, Abstands-geschwindigkeit, die Überflutungsgefahr, der Bewuchs der Fläche, die die Ausbreitung von Schadstoffen entscheidend beeinflussen und
- Nutzungsfaktoren, insbesondere die exponierten Schutzgüter (z.B. Gesundheit des Menschen), die Nutzungsintensität und Nutzergruppen, die Aufnahmepfade und die Aufnahme-raten von Schadstoffen, die die gegenwärtige oder die zukünftige Gefahrensituation bestimmen.

## **2.6.2 Vorgehensweise bei der Beurteilung der Untersuchungsergebnisse**

Die Beurteilung der Analysen- / Untersuchungsergebnisse von altlastverdächtigen Flächen erfolgt unter Einbeziehung aller notwendigen Untersuchungsschritte, wobei Fehlerbetrachtungen für den gesamten Untersuchungsprozess zu einer umfassenden Qualitätssicherung gehören.

Ergeben sich für einzelne Parameter unplausible Ergebnisse, so sind dafür im Allgemeinen Untersuchungsfehler die Ursache. Abgesehen vom Probennahmefehler ist dabei in der Regel eine schematische Probenaufbereitung unter Vernachlässigung des Matrixeinflusses bedeutsam. Bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen ist ungefähr von folgender Fehlerverteilung auszugehen:

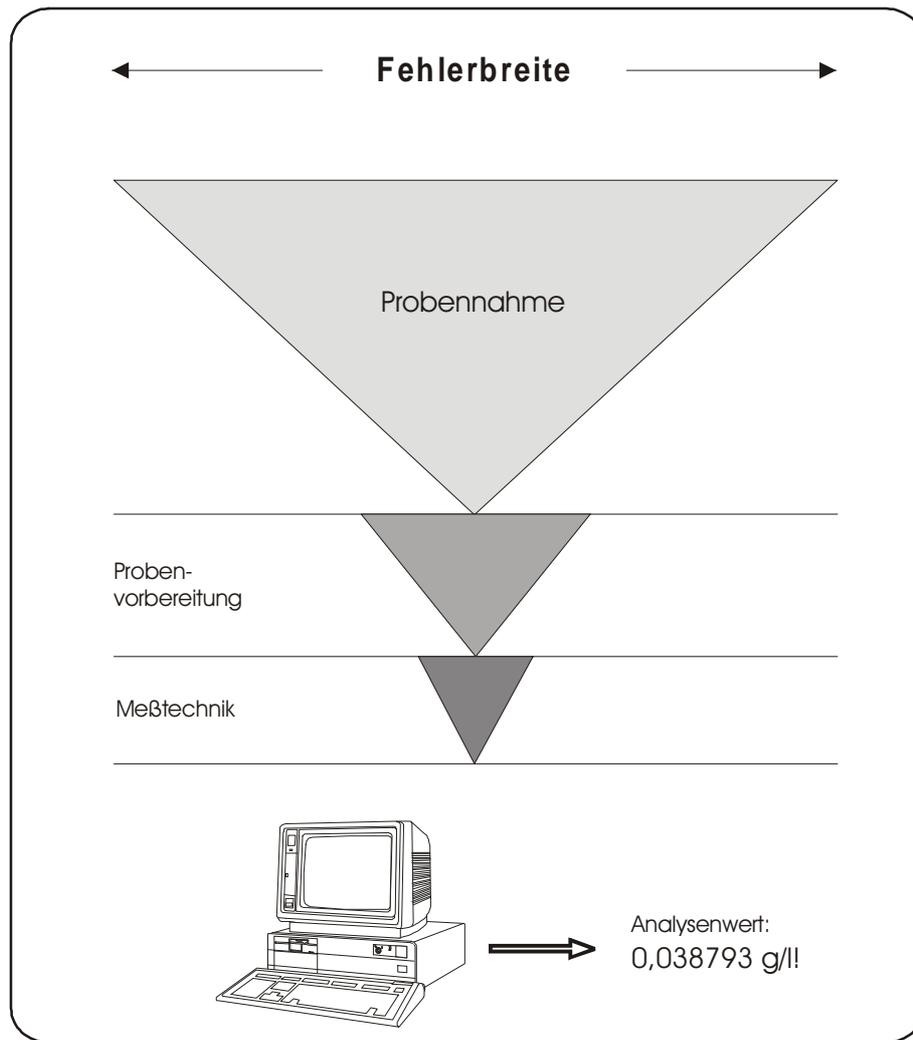


Abbildung 2.6.2-1: Fehlerverteilung bei der Altlastenuntersuchung (Altlastenhandbuch Niedersachsen)

Für eine sachgerechte Auswertung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse ist daher folgende Vorgehensweise empfehlenswert:

- Plausibilitätsprüfung (Anhang 1),
- Darstellung der Untersuchungsergebnisse,
- Interpretation der Untersuchungsergebnisse,
- Beurteilung der Untersuchungsergebnisse.

Die „fehlerfreie“ Darstellung der Untersuchungsergebnisse, die Charakterisierung der kontaminierten Flächen auf der Basis der erhobenen Standorteigenschaften und der Untersuchungsergebnisse bilden die Voraussetzung für die Beurteilung von altlastverdächtigen Flächen.

### **2.6.3 Interpretation der Untersuchungsergebnisse**

Die Interpretation der Untersuchungsdaten umfasst eine sinnvolle und nachvollziehbare Verknüpfung aller gewonnenen Erkenntnisse zum Sachverhalt. Das Ziel der Interpretation von Untersuchungsergebnissen ist die Charakterisierung eines Risikos bezüglich einer Nutzung basierend auf einer nachvollziehbaren Prognose des weiteren Geschehensablaufes und der Einschätzung der Emissionspfade.

Die Verknüpfung der schadstoffspezifischen Eigenschaften mit den standortspezifischen Bedingungen und Nutzungen lässt Aussagen zum Verhalten der Schadstoffe in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone zu, die wesentlich für die Prognose und Beurteilung des weiteren Geschehensablaufes sind.

Schadstoffe auf altlastverdächtigen Flächen sind in der Regel unregelmäßig verteilt

Die fachliche Beurteilung des Gefährdungspotenzials erfordert eine räumliche Interpretation der Untersuchungsergebnisse, die jedoch auf Grund der Probennahme die Belastungssituation nur punktuell abbilden. Daher ist eine statistische Auswertung im Altlastenbereich nicht sinnvoll.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Kontaminationen von altlastverdächtigen Flächen auf Grund- und Oberflächenwässer sind unter anderem die Persistenz und das Transferverhalten (Mobilität) der Schadstoffe zu berücksichtigen. Grundsätzlich bietet sich die Möglichkeit, die Schadstoffkonzentrationen direkt im Medium zu messen oder diese unter Beachtung der jeweiligen Standortgegebenheiten, abzuschätzen (BBodSchV, Anhang 1, 3.3).

Werden für die Interpretation der Analysenergebnisse Vergleichswerte aus Regelwerken / Beurteilungshilfen herangezogen, so ist ihre Verwendung unter dem Aspekt der Anwendbarkeit und Aussagekraft zu begründen.

#### **Hintergrundgehalt**

Schadstoffgehalt eines Bodens, der sich aus dem geogenen (natürlichen) Grundgehalt eines Bodens und der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge in den Boden zusammensetzt ( BBodSchV 1999; LABO, 1998).

Die Überprüfung des Altlastverdachts erfolgt unter Berücksichtigung der standortspezifischen Schadstoffgehalte und regionalen Hintergrundgehalte.

Durch Untersuchungen des Grundwassers im An- und Abstrom können Stoffeinträge aus altlastverdächtigen Flächen erkannt werden.

### Prüfwerte

Prüfwerte (§ 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 BBodSchG) sind Werte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt.

### Beurteilung von Untersuchungsergebnissen

Die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse durch den Sachverständigen / Gutachter muss in engem Zusammenhang mit der Interpretation der chemisch-analytischen Messergebnisse durch die Untersuchungsstelle erfolgen (s. Anhang 1). Dabei ist u.a. zu prüfen, ob die Bestimmungsverfahren so ausgewählt wurden, dass auf Grund der Bestimmungsgrenze die Über- und Unterschreitung der entsprechenden Werte (Prüf- / Maßnahme- / Vorsorgewerte) sicher beurteilt werden kann.

Um Messergebnisse mit den Werten vergleichen zu können und um daraus Aussagen zu treffen, ob die Werte über- oder unterschritten sind, sind Maßnahmen zur analytischen Qualitätssicherung, wie z.B. Mehrfachbestimmungen und insbesondere die Angabe der Messunsicherheit gemäß DIN 1319-3 oder DIN 1319-4 erforderlich.

Die Untersuchungsergebnisse sind schutzgut- und nutzungsbezogen unter Beachtung der Gegebenheiten des Einzelfalls und anhand von Vergleichswerten (Hintergrund-, Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV, Orientierungswerte) zu beurteilen. Aus der Beurteilung sollte sich u.a. ergeben:

- Verdacht einer Altlast bestätigt
- oder ob ein Verdacht im Sinne von § 9 Abs. 2 Satz 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes ausgeräumt wurde.

Dabei sind die der Ableitung der Werte zu Grunde liegenden Annahmen bei der Beurteilung des Einzelfalls zu überprüfen, insbesondere ist ein Abgleich der standortspezifischen Eigenschaften mit den Expositionsannahmen der Werteableitung vorzunehmen.

Die Prüfwerte nach Anhang 2 der BBodSchV für den Direktpfad Boden – Mensch und Boden – Nutzpflanze gelten nur für die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse in den betreffenden nutzungsorientierten Beprobungstiefen (BBodSchV).

Wird im Zuge der **orientierenden Untersuchung** ein Prüfwert oder Maßnahmenwert der BBodSchV für die im Einzelfall relevanten Nutzungen, Schutzgüter und Wirkungspfade über-

schritten, so liegt ein hinreichender Verdacht einer Altlast oder schädlichen Bodenveränderung vor und es sind in der Regel weitere Untersuchungen gemäß § 3 dieser Verordnung durchzuführen.

Die Ergebnisse der **Detailuntersuchung**, d.h. Messergebnisse, daraus abgeleitete Erkenntnisse oder Prognosen sind schutzgut- und nutzungsbezogen unter Beachtung der Gegebenheiten des Einzelfalls, insbesondere anhand der Maßnahmenwerte (BBodSchV) daraufhin zu bewerten, ob eine Altlast vorliegt und dadurch eine schädliche Bodenveränderung oder sonstige Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden und inwieweit Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich sind.

Für die Beurteilung können auch die Prüfwerte der BBodSchV herangezogen werden, soweit sie unter Einbezug einer Gefahrenverknüpfung abgeleitet wurden. Die im Einzelfall vorliegenden schadstoffspezifischen Eigenschaften (u.a. Bindungsformen, Verfügbarkeit und Mobilisierbarkeit aus dem kontaminierten Boden, Resorptionsverfügbarkeit, Änderungen der schadstoffspezifischen Eigenschaften durch andere Kontaminanten und Begleitstoffe) sind unter den standortspezifischen Bedingungen zu berücksichtigen und so die Möglichkeiten der tatsächlichen Einwirkungen zu erfassen.

Die abschließende Gefahrenbeurteilung erfolgt auf der Grundlage einer standortkonkreten Expositionsabschätzung für alle relevanten Schutzgüter. Voraussetzung dafür ist die gemessene (gegenwärtige) oder prognostizierte (zukünftige) Schadstoffkonzentration über den jeweiligen Wirkungspfad. Zur Prognose der Schadstoffausbreitung sind geeignete Modelle unter Verwendung der konkreten Standortparameter zu verwenden.

Die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser erfolgt immer nutzungsunabhängig.

## Literatur

- Altlastenhandbuch des Landes Niedersachsen; Wissenschaftlich-technische Grundlagen der Erkundung; Niedersächsisches Landesamt für Ökologie und Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung; Springer 1997
- Anonym (1995): Zur Genauigkeit von Messungen bei Altlasten. Terra Tech 4/1995, 11.
- Bahadir, M. (1994): Organische Abfallanalytik als Screening und auf Einzelstoffe. GIT Fachz. Lab. 4/94. 308-316.
- Bunge, R. (1996): Auswertung und Darstellung der chemischen Daten von Bodenproben. Altlasten spektrum 3/96. 125-134.
- Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung ( BBodSchV); 16. Juli 1999; BGBl., Teil I, Nr.36, S. 1554
- Dieter, H. H. (1994): Beurteilung von und Umgang mit Messwerten. Forum Städte-Hygiene 45, 118-121.
- DVWK - Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (1990): Methodensammlung zur Auswertung und Darstellung von Grundwasserbeschaffungsdaten; Schriftenreihe des DVWK e.V., Heft 89, Paul Parey, Hamburg.
- DVWK - Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (1992): Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben. Schriftenreihe des DVWK. Heft 128. Paul Parey. Hamburg.
- Einax, J. (1992): Multivariate Datenanalyse in der Umweltanalytik. GIT Fachz. Lab. 8/92. 815-821.
- Feuerstein, W., J. Grimm-Strele (1989): Plausibilitätstests für eine routinemäßige Erfassung von Grundwasserbeschaffungsdaten. Vom Wasser Bd. 73. VCH. Weinheim.
- Grathwohl, P. (1990): Bestimmung der Gesamtbelastung des Bodens mit leichtflüchtigen Schadstoffen aus der Schadstoffkonzentration in der Bodenluft. Wasser & Boden 42. 33-50.
- Haas, D., M. Kerth, L. van Straaten (1996): Grundwasserprobenahme: Qualitätssicherung minimiert die Folgekosten
- Hempfling, R., P. Doetsch, S. Stubenrauch, A. Mahr, D. Bauer, H.J. Koschmieder, D. Grünhoff (1997): UMS-System zur Altlastenbeurteilung: Instrumente für die pfadübergreifende Abschätzung und Beurteilung von Verdachtsflächen und altlastverdächtigen Flächen. Abschlussbericht UBA F&E-Vorhaben 109 01 215.
- Hulpke, H., U. Müller-Eisen, H. Neumaier (1996): Altlastensanierung mit Maß und Ziel. WLB Wasser. Luft und Boden 1-2/1996. 55-58.

- LABO - Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (1998): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden;  
Rosenkranz, D.; Bachmann, G.; Harreß, H.-M. (Hrsg.) Handbuch Bodenschutz, Kennziffer 9006; Erich Schmidt Verlag Berlin.
- Lampe, V., U. Neef, G. Villwock (1995): Untersuchungen zum Gefährdungspotential einer Schadstoffablagerung der chemischen Industrie in der Region Bitterfeld. altlastenspektrum 3/95. 138-147.
- LWA NW - Landesamt für Wasser und Abfall des Landes Nordrhein-Westfalen (1996): Anforderungen an die erforderliche Sachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung von Sachverständigen auf dem Sachgebiet „Untersuchung und Beurteilung von Altlastverdachtsflächen und Altlasten“ nach §31a Abs.3 LAbfG NW - Entwurf.
- Nothbaum, N., R. Scholz, T. May (1994): Probenplanung und Datenanalyse bei kontaminierten Böden. E. Schmidt Verlag, Berlin.
- Ostermay, G., W. Heckert (1993): Vorbereitung, Durchführung und Ergebnisse von Bodenerkundungen auf einem Berliner Industriestandort. UTA 3/93. 214-221.
- Reichert, J.K. (1996): Probenahmestrategien. in: Förstner et al. (Hrsg.): Chemie und Biologie von Altlasten. VCH. Weinheim. im Druck.
- Ries, L. (1996): Geostatistik zur Gefährdungsabschätzung von Altlasten - Möglichkeiten und Grenzen der Methodik. in: Schulte-Hostede et al. (Hrsg.): Altlastenbewertung, Datenanalyse und Gefahrenbewertung. ecomed, 113-138.
- Rump, H. H., B. Scholz (1996): Untersuchung von Abfällen, Reststoffen und Altlasten. VCH, Weinheim
- Schmidt, G.R. (1996): Vergabe von Analytikleistungen bei der Altlastenerkundung. Terra Tech 4/1996. 34-37.
- Schwarz, W. (1996): Computergrafische Darstellungen von Daten aus der Altlastensanierung. in: Franzius et al. (Hrsg.): Handbuch der Altlastensanierung.
- SRU - Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1989): Sondergutachten Altlasten. Stuttgart.
- Stenz, B., R. Schulin, M. Schenk (1997): Schwermetallaufnahme durch Kulturpflanzen auf belasteten Böden. Wasser & Boden 49. H. 2. 7-14.
- Swartjes, F.A., K.W. Keuzenkamp (1996): Vorgehensweise der risikobezogenen Bewertung von Altlasten in den Niederlanden. Conlimes-Tagungsband. im Druck.
- Thompson, M., M.H. Ramsay (1995): Quality concepts and practices applied to sampling - an exploratory study. Analyst 120. 261-270.
- Toussaint, B. (1990): Kritische Anmerkungen zur Plausibilität der Gehalte leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe in beprobten Umweltmedien. Angewandte Geologie Karlsruhe. Bd. 9. 93-112.

VDI-Richtlinie 3865, Blatt 2 (Entwurf): Messen organischer Bodenverunreinigungen, Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben. VDI, 1996.

Wöstmann, U. (1996): Das Altlastenrisiko in der Kreditbewertung. Terra Tech 1/1996. 59-60.

# **Anhang 1**

## **Interpretation der Untersuchungsergebnisse und Beurteilung der Gefahrensituation**

## **1 Plausibilitätsprüfungen von Messergebnissen**

Eine wichtige Maßnahme der Qualitätsprüfung vor der Interpretation / Beurteilung der Untersuchungsergebnisse ist die Plausibilitätsprüfung. Grundsätzlich muss zwischen Übertragungsfehlern und unplausiblen Werten unterschieden werden.

Unplausible Werte müssen überprüft und gegebenenfalls nach erneuter Untersuchung berichtigt oder verworfen werden. Als auffällig kann sich ein Messwert z.B. beim Abgleich mit grundsätzlichen Zusammenhängen und spezifischen Erfahrungswerten erweisen

Ein erfolgreicher Einsatz dieser Kontrollinstrumente setzt medien- und matrixgerechte Anwendung und entsprechende mehrjährige sachbezogene Erfahrungen voraus.

Als Voraussetzung für die Durchführung der Plausibilitätsprüfung und für die weiter gehende Interpretation der Messergebnisse müssen zu den Untersuchungsbefunden insbesondere folgende Informationen vorliegen:

- Die Messmethode, parameter- und matrixbezogen (z.B. DIN-Norm, VDI-Richtlinie, sonstige Methoden mit aussagekräftiger Kurzbeschreibung);
- Maßeinheiten der Messergebnisse, SI-konform bzw. eindeutig;
- die Nachweis- und Bestimmungsgrenze, methoden- bzw. matrixspezifisch und deren Definition;
- bei Mehrfachmessungen aus derselben Grundgesamtheit zusätzlich zum Mittelwert: die Anzahl der Messwerte, Standardabweichung oder Variationskoeffizient und Vertrauensintervall. Die Anwendbarkeit und Aussagekraft eingesetzter statistischer Verfahren ist zu überprüfen und anzugeben.

Folgende Aussagen eignen sich als Plausibilitätstest für Untersuchungs-/Messmethoden in allen Medien und Matrices:

- die Nachweisgrenze sollte möglichst  $\leq 0,1 \times$  Prüfwert sein und
- der Wert des Messergebnisses ist größer als die Bestimmungsgrenze,
- Vergleich zwischen Analysenergebnis und Erfahrungen mit der Analysenmethode.

### **1.1 Untersuchungsmedium Boden**

Für die Verteilung von Stoffen zwischen der wässrigen und festen Bodenphase können folgende Zusammenhänge für eine Plausibilitätsprüfung genutzt werden:

- Je geringer die Wasserlöslichkeit und / oder je höher der Octanol-Wasser-Verteilungskoeffizient der Verbindungen, umso stärker können sie im Boden an der organischen Substanz und / oder am Feinkorn (Tonmineral) adsorbiert sein.
- Die Anwesenheit von Lösungsvermittlern (u.a. Komplexbildner wie Humin- und Fulvosäuren oder von Kolloiden) kann zur Erhöhung der Mobilität führen.
- Schadstoffrückhaltung und -fraktionierung im Boden werden umso ausgeprägter sein, je größer der Gehalt an Feinanteil und organischer Substanz ist.
- Infolge Ionenbildung können Stoffe mobiler werden.

## **1.2 Untersuchungsmedium Bodenluft**

Die in der Bodenluft nachzuweisenden organischen Substanzen sind leichtflüchtig, meist bei Raumtemperatur flüchtig mit einem Siedepunkt  $< 180\text{ °C}$  und weisen eine relativ geringe Löslichkeit in Wasser auf (VDI-Richtlinie 3865).

Bei Bodenluftuntersuchungen handelt es sich um relative Messungen, da ein nicht genau bestimmbarer, von Entnahmemethode und Bodenart abhängiger räumlicher Einzugsbereich um den Probennahmepunkt erfasst wird. An einem Standort ist es erforderlich mit einem einzigen Probennahme- und Untersuchungsverfahren unter identischen Bedingungen zu messen. Der Einfluss wechselnder Witterungsbedingungen ist zu berücksichtigen (Teilthema 2.2).

Von den lokalen Bedingungen hängt das Konzentrationsverhältnis der Verunreinigung zwischen Bodenluft, Bodenwasser und Boden ab. Beeinflusst wird dieses Verhältnis u.a. durch die Bodenfeuchte, die zu einer Verschiebung des Phasengleichgewichtes führt. Daher können keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die tatsächlichen Verunreinigungen im Boden und / oder im Grundwasser im Sinne der Feststellung einer Prüfwertüberschreitung gezogen werden.

Bei einem Wechsel von bindigen und nichtbindigen Böden auf engstem Raum kann es zu einer erheblichen Veränderung der Bodenluftkonzentration kommen.

## **1.3 Untersuchungsmedium Wasser**

Für Plausibilitätsprüfungen bei Wasseruntersuchungen gibt es zahlreiche Möglichkeiten, z.B. die grafischen Darstellungen von parameterspezifischen Messbereichen (Feuerstein u. Grimm-Strele, 1989).

Plausibilitätsprüfungen von Grundwasseranalysenergebnissen (DVWK, 1992) beziehen sich auf

- den Einzelwert,
- die Gesamtheit der Analysenergebnisse und
- auf den räumlichen und zeitlichen Aspekt

Dies gilt auch für die Plausibilitätsprüfung der Untersuchungsergebnisse von Oberflächenwasser.

Die Prüfung der Plausibilität des Einzelwertes erfolgt durch den

- Vergleich zwischen Analysenergebnis und Löslichkeit und
- Vergleich zwischen Analysenergebnis Erfahrungs- und Extremwerten (zeitlicher Aspekt).

Die Plausibilitätsprüfung der Gesamtheit der Ergebnisse einer Analyse bezieht sich auf

- die Ionenbilanz,
- den pH-Wert und
- die elektrische Leitfähigkeit.

Eine Zusammenstellung von unplausiblen Konzentrationsbereichen beinhaltet Tabelle 1.3-1. Diese Zusammenhänge resultieren aus Erfahrungen, die nicht streng kausal und daher nicht uneingeschränkt gültig sind.

Sicheres Ergebnis	Ausschluss der Wertebereiche
O <sub>2</sub> > 5 [mg/l]	Fe <sup>++</sup> > 0,05 [mg/l] Mn <sup>++</sup> > 0,05 [mg/l] NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> > 0,05 [mg/l] NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> > 0,1 [mg/l] H <sub>2</sub> S > 0,01 [mg/l]
Fe <sup>++</sup> > 0,2 [mg/l] > 0,1 [mg/l]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > 2,0 [mg/l] H <sub>2</sub> S > 0,1 [mg/l]
Mn <sup>++</sup> > 0,2 [mg/l]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > 2,0 [mg/l] H <sub>2</sub> S > 0,1 [mg/l]
H <sub>2</sub> S > 0,1 [mg/l] 8,0 > pH > 5,5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> > 1,0 [mg/l] Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> ..> 1 [mmol/l]

**Tabelle 1.3-1: Parameterbezogene Konzentrationsbereiche, die sich erfahrungsgemäß ausschließen (DVWK, 1992)**

Möglichkeiten der Plausibilitätsprüfung bei Schadstoffen sind z.B.:

- Gelöster Anteil ≤ Feststoffgehalt
- Gesamtkohlenstoff (TC) = gesamter anorganischer Kohlenstoff (TIC) + gesamter organischer Kohlenstoff (TOC),
- TOC ≥ gelöster organischer Kohlenstoff (DOC),
- Korrelation von elektrische Leitfähigkeit und Salzgehalt,
- Korrelation von pH-Wert mit Schwermetallgehalt.

Bei der Plausibilitätsprüfung müssen Strömungs-, Verteilungs- und Umsetzungsprozesse beachtet werden (Lampe et al., 1995).

Im Wasser unterliegen einige Stoffe, in Abhängigkeit vom pH-Wert und / oder vom Redoxpotenzial Zustands- und Verhaltensänderungen.

Es sind auch Störungen durch Matrixeffekte in der Plausibilitätsprüfung zu berücksichtigen, z.B. bei AOX in Anwesenheit von Chlorid und / oder Huminstoffen.

Zur Plausibilitätsprüfung gehört auch die räumliche Betrachtung von Analyseergebnissen zu einer (bereits bekannten) Grundwasserregion bzw. einem Grundwassertyp. Bei einer diesbezüglichen Prüfung muss sichergestellt sein, dass die miteinander verglichenen Analysen aus demselben Grundwasserleiter und aus entsprechenden Tiefen stammen. Nicht selten gehören die Proben aus verschiedenen Grundwasserstockwerken eines Probennahmestandortes zu verschiedenen Grundwassertypen.

Die Grundwasserbeschaffenheit ist vielfach Änderungen z.B. durch Grundwasserneubildung unterworfen. Oberflächennahes Grundwasser oder durch Uferfiltrat beeinflusstes Grundwasser kann starke Qualitätsschwankungen aufweisen.

## **Anhang 2**

### **Glossar und Abkürzungsverzeichnis**

## 1 Glossar

Altlastverdächtige Flächen	sind Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit besteht.[2].
Altstandorte	Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist, ausgenommen Anlagen, deren Stilllegung einer Genehmigung nach dem Atomgesetz bedarf [2].
Altlasten	sind Altablagerungen und Altstandorte durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden. [2]
Altablagerungen	sind stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind [2].
anthropogen	durch menschliche Einwirkungen verursachte Veränderungen [6]
Bestimmungsgrenze	eines Analyseverfahrens: kleinste Stoffmenge, die mit einer geforderten statistischen Sicherheit (meist 95 %) bei einmaliger Analyse quantitativ bestimmt werden kann.
Bewertung	<p>Fachliche und rechtliche ⇒ <i>Beurteilung</i> des ermittelten Sachverhalts durch die zuständige Behörde nach Abschluss einer ⇒ <i>Untersuchungsstufe</i> (Erreichen eines bestimmten Kenntnisstandes) zur Festlegung des weiteren ⇒ <i>Handlungsbedarfs</i> nach den Grundsätzen des allgemeinen Verwaltungshandelns, insbesondere dem Abwägungsgebot und dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit der Mittel. [6]</p> <p>Fachliche und rechtliche Beurteilung des ermittelten Sachverhaltes mit dem Ziel, inwieweit sich der Verdacht des Vorliegens einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast verdichtet oder bestätigt hat und welche Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich und geeignet sind. Bei der Bewertung im Rahmen der Gefährdungsabschätzung sind insbesondere die Prüf- und Maßnahmenwerte, Art und Konzentration der Schadstoffe, die sachverständig ermittelte und prognostizierte Möglichkeit ihrer Ausbreitung in die Umwelt und ihrer Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen sowie die Nutzung des Grundstücks zu berücksichtigen [1].</p>
Boden	ist die obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger der ⇒ <i>Bodenfunktionen</i> ist, einschließlich der flüssigen Bestandteile (Bodenlösung) und der gasförmigen Bestandteile (Bodenluft), ohne Grundwasser und Gewässerbetten [2].
Bodenfunktionen	<p>Der Boden erfüllt</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. natürliche Funktionen als<ol style="list-style-type: none"><li>a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,</li><li>b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,</li><li>c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoff-</li></ol></li></ol>

	umwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,
	2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie
	3. Nutzungsfunktionen als
	a) Rohstofflagerstätte,
	b) Fläche für Siedlung und Erholung,
	c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
	d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung [2].
Bodenveränderungen, Schädliche	sind Beeinträchtigungen der $\Rightarrow$ <i>Bodenfunktionen</i> , die geeignet sind, $\Rightarrow$ <i>Gefahren</i> , erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen [2].
Detailuntersuchung	$\Rightarrow$ Technische Untersuchung Gesamtheit der standort- und wirkungspfadbezogenen Untersuchungen, die aufbauend auf den Ergebnissen der orientierenden Untersuchung zur abschließenden Ermittlung des Sachverhaltes und für die Feststellung der zuständigen Behörde über Art und Umfang einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast erforderlich sind. Bei Detailuntersuchungen sind insbesondere festzustellen: die Menge, räumliche Verteilung, Mobilität und Mobilisierbarkeit der Schadstoffe im Bereich der altlastverdächtigen Fläche bzw. der Altlast, ihre Ausbreitung im Boden, in Gewässer oder in der Luft, die betroffenen Wirkungspfade und die Exposition der Schutzgüter. Vertiefte weitere Untersuchung zur abschließenden Gefährdungsabschätzung, die insbesondere der Feststellung von Menge und räumlicher Verteilung von Schadstoffen, ihrer mobilen oder mobilisierbaren Anteile, ihrer Ausbreitungsmöglichkeiten in Boden, Gewässer und Luft sowie der Möglichkeit ihrer Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen dient [3].
Erkundung; historische	Ermittlung von Daten, Tatsachen und Erkenntnissen über $\Rightarrow$ <i>altlastverdächtige Flächen</i> und $\Rightarrow$ <i>Altlasten</i> mit dem Ziel ihrer Entlassung aus dem Altlastverdacht, ihrer $\Rightarrow$ <i>Überwachung</i> oder $\Rightarrow$ <i>Sanierung</i> . [6] Standortbezogene Sammlung, Aufbereitung und Auswertung der über eine altlastverdächtige Fläche in schriftlichen Quellen, Karten und Luftbildern sowie aus Befragungen vorliegenden Daten, Tatsachen und Erkenntnisse insbesondere auch über die frühere und gegenwärtige Nutzung der Fläche.
Freisetzung	umfassender Begriff für alle Vorgänge, durch die $\Rightarrow$ <i>Schadstoffe</i> allein oder zusammen mit anderen Stoffen (z.B. verunreinigter Boden) von einer $\Rightarrow$ <i>Altlast</i> verlagert werden. Zur Freisetzung führen chemische, physikalische und/oder biologische Vorgänge (z.B. Gasbildung), der Einfluss natürlicher Transportmedien (Wasser, Wind) oder die selbstständige Aufnahme durch Lebewesen (Pflanze, Mensch), s. auch $\Rightarrow$ <i>Mobilisierung</i> , $\Rightarrow$ <i>Wirkungspfad</i> [6]
Gefahr	Sachlage, bei der bei ungehindertem Ablauf des Geschehens in überschaubarer Zukunft mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Schaden für ein oder mehrere Schutzgüter eintreten kann. Begriff des allgemeinen Ordnungsrechts (Polizeirecht), der eingengt für

	die gesetzliche Bestimmung des Begriffs $\Rightarrow$ <i>Altlast</i> von Bedeutung ist. Bezüglich der zeitlichen Nähe werden <i>akute</i> , <i>konkrete</i> und <i>latente</i> Gefahren mit unterschiedlichen Rechtsfolgen unterschieden. [6]
Gefahrenbeurteilung	zusammenfassender Begriff für die fachlichen und rechtlichen Beurteilungen auf der Basis von Untersuchungen zur Ermittlung des $\Rightarrow$ <i>Gefährdungspotenzials</i> einer Altlast in bestimmungsgemäßen Ablauf der $\Rightarrow$ <i>Untersuchungen</i> . [6]
Gefährdungspotenzial	Umfang möglicher Gefährdungen oder Schädigungen von Schutzgütern in der Umgebung von altlastverdächtigen Flächen, die unter bestimmten Bedingungen zu erwarten sind Die Bedingungen unter denen Gefährdungspotenziale abgeschätzt werden, sollten sich auf den Einzelfall unter Annahme bestimmter Zustände innerhalb eines möglichen und wahrscheinlichen Geschehensablaufs beziehen, z.B. $\Rightarrow$ <i>Mobilisierung</i> eines Teils des $\Rightarrow$ <i>Schadstoffinventars</i> , versagen einzelner natürlicher oder technischer Barrieren, Änderung der Realnutzung [7]
Gutachter	ist ein Sachverständiger (natürliche Person), der die erforderlichen Voraussetzungen besitzt und bereit ist, - im Auftrag der zuständigen Behörde oder eines anderen Auftraggebers und - als Grundlage für deren Entscheidungen die über eine Altlast-Verdachtsfläche oder Altlast erhobenen und ermittelten Daten, Tatsachen und Erkenntnisse besonders sachkundig zu beurteilen und/oder auf Grund seiner Sachkunde geeignete und verhältnismäßige Maßnahmen für ein behördliches Eingreifen oder das Tätigwerden des Auftraggebers vorzuschlagen [1].
Hintergrundgehalt	Schadstoffgehalt eines Bodens, der sich aus dem geogenen (natürlichen) Grundgehalt eines Bodens und der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge in den Boden zusammensetzt [3]. Der geogene Grundgehalt umfasst den Stoffbestand eines Bodens, der sich aus dem Ausgangsgestein (lithogener Anteil), ggf. Vererzungen (chalkogener Anteil) und der durch pedologische Prozesse beeinflussten Umverteilung (Anreicherung oder Verarmung) von Stoffen im Boden ergibt [4].
Hintergrundwerte	sind repräsentative Werte für allgemein verbreitete Hintergrundgehalte eines Stoffes oder einer Stoffgruppe in Böden [4].
Historische Erkundung	Historische Erkundung $\Rightarrow$ <i>Erkundung</i>
Interpretation	der Untersuchungsdaten umfasst dann die sinnvolle und nachvollziehbare Verknüpfung aller gewonnenen Erkenntnisse zum Sachverhalt, um zu einer nachvollziehbaren Prognose des weiteren Geschehensablaufes zu kommen und die Emissionspfade bzw. die damit verknüpften Risiken einschätzen zu können. Das Ziel der Interpretation von Untersuchungsergebnissen ist es, ausgehend von der Nutzung ein Risiko zu charakterisieren. Anreicherung von Stoffen in Luft, Boden, Wasser und Lebewesen
Kontamination	$\Rightarrow$ Verunreinigung Verunreinigung mit schädlichen Stoffen

Maßnahmenwert	Werte für Einwirkungen oder $\Rightarrow$ <i>Belastungen</i> , bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung in der Regel von einer $\Rightarrow$ <i>schädlichen Bodenveränderung</i> oder $\Rightarrow$ <i>Altlast</i> auszugehen ist und Maßnahmen erforderlich sind [3].
Mobilität	zusammenfassender Begriff für die Verlagerungsfähigkeit, Beweglichkeit eines Stoffes auf Grund seiner Eigenschaften unter definierten Bedingungen.
Orientierende Untersuchung	Örtliche Untersuchungen, insbesondere Messungen, auf der Grundlage der Ergebnisse der Erfassung zum Zweck der Feststellung, ob der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt ist oder ein hinreichender Verdacht besteht [3]
Parameter	sind Größen für Stoffe, Stoffgruppen bzw. physikalische, chemische oder biologische Eigenschaften, deren konkrete festgestellte Werte für die Beschreibung des $\Rightarrow$ <i>Schadstoffinventars</i> einer altlastverdächtigen Fläche oder für die Ermittlung der Schadstoffausbreitung benötigt werden. [5]
Prüfwerte	Werte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt [2].
repräsentativ	etwas statistisch richtig zeigend; typisch für den Durchschnitt
Sachverständige	die Aufgaben nach § 18 Satz 1 BBodSchG wahrnehmen sollen, müssen die für diese Aufgabe erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen, sowie über die erforderliche gerätetechnische Ausstattung verfügen. Zusätzlich zu den im BBodSchG ausdrücklich genannten Anforderungen hat der Sachverständige auch diejenigen Voraussetzungen zu erfüllen, die dem Wesen der Sachverständigentätigkeit innewohnen. [1], [8]
Schadstoffe (umweltgefährdende Stoffe)	Stoffe und Zubereitungen im Sinne des § 3 a des Chemikaliengesetzes, wassergefährdende Stoffe im Sinne des § 19 g Abs. 5 des Wasserhaushaltsgesetzes sowie sonstige Stoffe, soweit sie die Funktion des Bodens schädigen können.
Schutzgut	durch das Gesetz bzw. Rechtsverordnung geschützte Güter des Einzelnen (z.B. Gesundheit des Menschen) und der Allgemeinheit (z.B. Reinheit des Wasserhaushalts). [7] Von der Rechtsordnung geschützte Güter des Einzelnen (z.B. Leben, Gesundheit, Eigentum) oder der Allgemeinheit (z.B. Reinheit des Wasserhaushalts).
Untersuchung	$\Rightarrow$ orientierende Untersuchung, $\Rightarrow$ Detailuntersuchung
Verunreinigung	durch menschliche Aktivitäten in die Umweltmedien - Wasser, Boden, Luft- entlassene Schadstoffe
Wirkungspfad	Weg eines Schadstoffes von der Schadstoffquelle bis zu dem Ort einer möglichen Wirkung auf ein Schutzgut [3]

#### Quellennachweis

- [1] Teilthema 3: „Anforderungen an Untersuchungsstellen, Gutachter und Gutachten“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen erstellt, März 1998
- [2] Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) vom 17. März 1998; BGBl. I S. 502
- [3] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16. Juli 1999; BGBl., Teil I, Nr.36, S. 1554
- [4] LABO - Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (1998): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden;  
Rosenkranz, D.; Bachmann, G.; Einsele, G.; Harreß H.-M. (Hrsg.) Handbuch Bodenschutz, Kennziffer 9006; Erich Schmidt Verlag Berlin.
- [5] Handbuch zur Altlastenbearbeitung, Teil 1, Anhang 1, SMU 1996
- [6] Leitfaden zum Altlastenprogramm des Landes Sachsen-Anhalt, in Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 1996 – Heft 20
- [7] Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen, 1992
- [8] LABO - Bund- / Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Merkblatt über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG, Entwurfsfassung vom 15. Dezember 1999

## 2 Abkürzungsverzeichnis

AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz; Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten
BBodSchV	Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DOC	gelöster organischer Kohlenstoff
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
SAK	Spektraler Absorptionskoeffizient
SI-konform	Systeme International d`Unite´s
TC	Gesamtkohlenstoff
TIC	gesamter anorganischer Kohlenstoff
TOC	gesamter organischer Kohlenstoff
VDI	Verein deutschen Ingenieure

### Maßeinheiten

l	Liter
mg	Milligramm
ml	Milliliter