

Altlasten



## **Fachinformation des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (Internetpräsentation)**

### **Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg Nr. 18**

#### **Qualitätssicherungsmaßnahmen**

**bei innovativen direkten/indirekten Probennahmeverfahren  
für Boden, Grund-, Sickerwasser, Schadstoffphase und  
Bodenluft im Rahmen der Altlastenbearbeitung**



## **Fachinformation des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (Internetpräsentation) - Nr. 18**

### **Herausgeber:**

Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV)  
Abt. Technischer Umweltschutz, Ref. Altlasten, Bodenschutz (T 6)  
Seeburger Chaussee 2  
OT Groß Glienicke  
14476 Potsdam

Download: <http://www.mluv.brandenburg.de/info/lu-a-publikationen>  
Potsdam, im Dezember 2010

Diese Informationsschrift basiert in weiten Teilen auf dem Abschlussbericht:

*„Qualitätssicherungsmaßnahmen bei innovativen direkt/indirekten Probennahmeverfahren für Boden, Grund-, Sickerwasser, Schadstoffphase und Bodenluft im Rahmen der Altlastenbearbeitung“*

Auftragnehmer: Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden (BGD)  
Tiergartenstrasse 48  
01219 Dresden

Projektleiter: Dr.-Ing. C. Nitsche (BGD)  
Bearbeiter: Dr.-Ing. C. Nitsche (BGD)  
Dipl.-Ing. Ch. Bethge (BGD)  
Dipl.-Ing. D. Poetke (GICON-Großmann Ingenieur Consult Dresden)  
Dipl.-Ing. J. Ziemer (GICON)  
Prof. Dr. H.-J. Voigt (Brandenburgische Technische Universität Cottbus, BTU)  
Dipl.-Ing. Chr. Lüttke (BTU)  
Dr. P. Dietrich (Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, UFZ)  
Dr. C. Leven (UFZ)  
Dr. Weiß (Innovative Messtechnik Dr. Weiss, *imw*)

Auftraggeber: Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg

Fachliche Begleitung: LUGV, Ref. Altlasten, Bodenschutz  
Dipl. Dipl.-Ing. André Wunsch (Federführung)  
Dr. Sabine Hahn  
Dipl.-Ing. Matthias Feskorn

Endredaktion: LUGV, Ref. Altlasten, Bodenschutz  
Dipl. Dipl.-Ing. André Wunsch  
Dipl.-Ing. Ullrich Zimmermann

Diese Internetpräsentation erfolgt im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Der Bericht einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit den Meinungen des Herausgebers übereinstimmen.

## Inhaltsverzeichnis

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Veranlassung .....   | 6  |
| 2     | Zielstellung .....   | 6  |
| 3     | Vorgehensweise .....   | 7  |
| 4     | Rechercheergebnisse .....  | 8  |
| 4.1   | Erfahrungsstand im Land Brandenburg .....  | 8  |
| 4.2   | Erfahrungsstand der Bundesländer .....   | 11 |
| 4.3   | Erfahrungsstand der Umweltbehörden der Republik Österreich und Schweizerischen Eidgenossenschaft .....   | 14 |
| 4.4   | Nationale/internationale Recherche .....   | 14 |
| 4.4.1 | Probennahme aus Grundwassermessstellen .....   | 15 |
| 4.4.2 | Bodensickerwasserprobennahme .....   | 17 |
| 4.4.3 | Direct Push Verfahren .....  | 18 |
| 4.5   | Bearbeitung von Technologie-/ Verfahrenssteckbriefen (Typenblätter) .....  | 19 |
| 4.5.1 | Typenblätter zur Qualitätssicherung im Bereich der Grundwasserprobennahme .....  | 19 |
| 4.5.2 | Typenblätter zur Qualitätssicherung im Bereich der Bodenwasserprobennahme .....  | 20 |
| 4.5.3 | Typenblätter zur Qualitätssicherung im Bereich der Direct Push-Verfahren ....  | 20 |
| 4.6   | Bearbeitung von technologie- bzw. verfahrensspezifische Textbausteinen für Musterleistungsbeschreibungen mit Musterleistungsverzeichnissen ..... | 20 |
| 5     | Resümee .....  | 21 |

## Anhang

- 1. Rechercheergebnis – Grundwasserprobennahme (QSM)**
  - 1.1. Literaturverzeichnis
  - 1.2. Themenbezogene Fundstellenanalyse (allgemeine Fragestellungen)
  - 1.3. Themenbezogene Detailübersicht
  
- 2. Rechercheergebnis – Bodenwasserprobennahme (QSM)**
  - 2.1. Sachstandsrecherche
  - 2.2. Themenbezogene Fundstellenanalyse (allgemeine Fragestellungen)
  - 2.3. Themenbezogene Detailübersicht
  
- 3. Rechercheergebnis – Direct Push Verfahren (QSM)**

## 4 Typenblätter

### 4.1 Typenblätter Grundwasser

#### 4.1.1 Aktive Verfahren – Pump-Probennahme

- 4.1.1.1 Grundwasserprobennahme aus vollständig verfilterten Grundwassermessstellen
- 4.1.1.2 Grundwasserprobennahme mittels Low-Flow-Purging and Sampling
- 4.1.1.3 Grundwasserprobennahme aus Messstellenbündeln
- 4.1.1.4 Grundwasserprobennahme aus Messstellengruppen
- 4.1.1.5 Grundwasserprobennahme aus mehrfach verfilterten Messstellen
- 4.1.1.6 Grundwasserprobennahme mittels Sondermessstellen (*Multilevelsysteme*)
  - 4.1.1.6.1 Westbay MP-System®
  - 4.1.1.6.2 Sicker- und Grundwassermeßsystem (*SGM System*)
  - 4.1.1.6.3 Multilevel-Schlauchpackersystem - Tiefenorientiertes Probennahmesystem
  - 4.1.1.6.4 Waterloo-System (*Solinst, Canada Ltd.*)
  - 4.1.1.6.5 CMT – Multilevelsystem – Mehrkanal-Brunnensystem (*Solinst, Canada Ltd.*)
  - 4.1.1.6.6 LCKW- Probennehmer Tiefenorientiertes Probennahmesystem (*VEGAS, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart*)
- 4.1.1.7 Horizontierte Grundwasserprobennahme aus verschiedenen Tiefen einer Bohrung (*GeoWater®-Verfahren*)

#### 4.1.2 Aktive Verfahren: Schöpfprobennahme

- 4.1.2.1 Grundwasserprobennahme mittels druckhaltender Schöpfer
  - 4.1.2.1.1 BAT-Schöpfer
  - 4.1.2.1.2 EGPS-Schöpfer (*UIT GmbH Dresden*)
- 4.1.2.2 Grundwasserprobennahme mittels Schöpfer nach internationalem Stand

#### 4.1.3 Passive Probennahme

- 4.1.3.1 Grundwasserprobennahme mittels Passivsammler Typ Gore™ Surveys
- 4.1.3.2 Grundwasserprobennahme mittels Passivsammler Keramik-Dosimeter und Toximeter
- 4.1.3.3 Grundwasserprobennahme mittels Passivsammler Polyethylen-Diffusions-Beutel-Sammler (*PDB-Sammler*)

#### 4.1.4 Grundwasserprobennahme bei besonderen Probennahmesituationen

- 4.1.4.1 Hydraulisch gering ergiebige Grundwasserleiter
- 4.1.4.2 Aufschwimmende Phase (*LNAPL*)

### 4.2 Typenblätter Bodenwasserprobennahme

- 4.2.1 Internationale Sonderverfahren (*ASTM*)
- 4.2.2 Einbauvarianten
- 4.2.3 Einkammer-Saugkerzen
- 4.2.4 Zweikammer-Saugkerzen
- 4.2.5 Kapillardruckgesteuerte Probennahme
- 4.2.6 Bodenwasserprobennahme mittels Shuttleprinzip (*gasdichtes System*)

### 4.3 Typenblätter Direct Push Verfahren (DP)

- 4.3.1 Direct Push Verfahren (allgemein)

- 4.3.2 Ermittlung hydraulischer Parameter
- 4.3.3 Grundwasserprobennahme
  - 4.3.3.1 Grundwasserprobennahme unter Verwendung von Sonden mit geschütztem Filterrohr (*sealed-screen*)
  - 4.3.3.2 Grundwasserprobennahme unter Verwendung von Sonden mit freiliegendem Filterrohr (*exposed-screen*)
  - 4.3.3.3 Grundwasserprobennahme mit dem Multilevel-Lost-Pumpsystem
- 4.3.4 Bodenluftprobennahme
- 4.3.5 Bodenprobennahme
  - 4.3.5.1 Bodenprobennahme mit einfachem Gestänge (*Single Rod-System*)
  - 4.3.5.2 Bodenprobennahme mit schutzverrohrtem Gestänge (*Dual Tube-System*)
- 4.3.6 Beschaffenheitskennwerte
  - 4.3.6.1 Schadstoffdetektierende Sonden (allgemein)
  - 4.3.6.2 Schadstoffdetektierende Sonden (*Membran Interface Probe (MIP)-Sonden*)
  - 4.3.6.3 Sonden zur Ermittlung geophysikalischer und geotechnischer Parameter

**5: Textbausteine für Musterleistungsbeschreibungen (MLB) mit Musterleistungsverzeichnissen (MLV) – Teil Qualitätssicherung**

**5.1 Grundwasser-Probennahme**

- 5.1.1 Erstbeprobung / Erstcharakterisierung (hydraulisch ergiebige Grundwasserleiter)
- 5.1.2 Grundwasser-Probennahme aus Einzelmessstellen, Messstellengruppen und Messstellenbündeln - Routinebeprobung - (hydraulisch ergiebige Grundwasserleiter)
- 5.1.3 Grundwasser-Probennahme aus Einzelmessstellen, Messstellengruppen und Messstellenbündeln - Erstbeprobung - (hydraulisch gering ergiebigen Grundwasserleitern)
- 5.1.4 Grundwasser-Probennahme aus Einzelmessstellen, Messstellengruppen und Messstellenbündeln – Routinebeprobung (hydraulisch gering ergiebigen Grundwasserleitern)
- 5.1.5 Sonderprobennahme -druckhaltende Schöpfer (hydraulisch ergiebige Grundwasserleiter)
- 5.1.6 Sonderprobennahme -druckhaltende Schöpfer (hydraulisch gering ergiebige Grundwasserleiter)

**5.2 Bodenwasserprobennahme**

- 5.2.1 Bodenwasserprobennahme aus Messschächten und -gruppen - Routinebeprobung -

**5.3 Direct Push Verfahren**

- 5.3.1 Grundwasserprobennahme
- 5.3.2 Bodenprobennahme
- 5.3.3 Bodenluftprobennahme
- 5.3.4 Geochemische in Situ Methoden (*schadstoffdetektierende Sonden*)

## 1 Veranlassung

Seit In-Kraft-Treten des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) im Jahr 1999 bestehen einheitliche Maßstäbe zur Bearbeitung von Verdachtsflächen, altlastenverdächtigen Flächen, schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten. Zur Bewertung der verschiedenen Wirkungspfade und Schutzgüter sieht die BBodSchV u.a. auch den Einsatz von Vor-Ort-Analytik und in situ-Untersuchungen vor.

Allerdings fehlen für diese Verfahren größtenteils noch einheitliche/standardisierte Qualitätssicherungsanforderungen von der Probennahmedurchführung bis hin zur entsprechenden Ergebnisdokumentation. Das Spektrum der einsetzbaren/verfügbaren Technologien und der wissenschaftliche Fortschritt schreiten hier rasant voran. Zwischenzeitlich gibt es eine große Anzahl von Anbietern entsprechender Technologien/Verfahren (z.B. Direct-Push Technologie) auf dem Markt, so dass es nicht immer möglich ist, die angebotenen Leistungen bzw. die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich qualitativer Anforderungen zu beurteilen. Dies ist aber insbesondere für die Interpretation der gewonnenen Erkenntnisse und Daten unabdingbar, da diese Informationen Grundlage z.B. für den Ausschluss eines Altlastenverdacht sind bzw. sich hieraus die Notwendigkeit weiterführender Maßnahmen ergeben können (z.B. weitere Untersuchungsmaßnahmen zur Gefahrenabwehr).

Mit der 2004 veröffentlichten Fachinformation Nr.4 des Landesumweltamtes Brandenburg „*Praxiserprobte und innovative Direkt/in situ-Probennahmeverfahren für Grund-, Sickerwasser und Bodenluft im Rahmen der Altlastenbearbeitung*“ wurde sowohl den zuständigen Behörden als auch den mit der Aufgabenproblematik beauftragten Ingenieurbüros eine Entscheidungshilfe für die Auswahl und sachgerechte Anwendung von Direkt/in situ-Probennahmeverfahren zur Verfügung gestellt. Die Zugriffstatistik der im Internet verfügbaren Fachinformation bestätigt das besondere Interesse an dieser Thematik.

Die vorliegende Fachinformation stellt somit eine Fortschreibung der Fachinformation Nr. 4 (2004) dar. Der Fokus liegt jetzt nicht mehr allein auf der Darstellung von Probennahmeverfahren zur Sickerwassergewinnung im Rahmen der Sickerwasserprognose, sondern bezieht sich auf das gesamte Spektrum innovativer Verfahren und Technologien zur Probennahme der Medien Grundwasser, Schadstoffphase, Boden (ausschließlich Feldlysimeter) und Bodenluft.

## 2 Zielstellung

Zielstellung der vorliegenden Fachinformation ist es, den aktuellen wissenschaftlich-technischen Stand zu Qualitätssicherungsmaßnahmen (QSM) innovativer direkt/indirekt Probennahmeverfahren im Rahmen der Altlastenbearbeitung umfassend zu dokumentieren. Hierzu waren folgende Informationen zu recherchieren und auszuwerten:

- Recherche zu auf dem Markt befindlichen innovativer direkt/indirekt Technologien und Verfahren der Probennahme für Grundwasser, Boden, Bodenluft, Sickerwasser und Schadstoffphase
- Auswertung der Rechercheergebnisse hinsichtlich:
  - Anwendungsgrenzen der Verfahren sowie Fehlerquellen und deren Kontrollmöglichkeiten
  - Anwendungsgebiete: Zielstellungen und Randbedingungen für den sachgerechten Einsatz, gegebenenfalls erforderliche Verfahrenskombinationen
  - Kalibrierungserfordernisse (z.B. Häufigkeit, Überprüfung)

- Plausibilitätskontrollen, einschließlich dafür erforderlicher Anforderungen an die Dokumentation der Messungen
- erforderliche Zertifizierungen/ Qualifikationen des Personals bzw. der Auftragnehmer
- Qualitätsanforderungen, die bei der Planung, Durchführung und Auswertung (inklusive Interpretation der Ergebnisse) o.g. innovativer Probennahmeverfahren zu beachten sind
- prüfbare Qualitätssicherungskriterien, die bei der Ausschreibung und Abnahme von entsprechenden Leistungen angewendet werden sollten.

Die vorliegende Veröffentlichung soll die zuständigen Fachbehörden im Land Brandenburg und die auf dem Gebiet der Altlastenuntersuchung tätigen Nutzer (Ingenieurbüros, Labore etc.) in die Lage versetzen, die im Einzelfall zu beauftragenden Leistungen bzw. deren Ergebnisse hinsichtlich der erforderlichen qualitativen Anforderungen auf Repräsentanz/Nachvollziehbarkeit hin zu beurteilen. Als Fortschreibung der in 2004 veröffentlichten Fachinformation Nr. 4 bezieht sich die nachfolgende Auswertung inhaltlich auf die Hauptprobennahmeszenarien:

- Beprobung von Grundwasser
- Bodensickerwasserprobennahme
- Probennahme mittels Direkt Push-Verfahren.

Im Gegensatz zum Inhalt der o.g. Fachinformation Nr. 4 (2004) wird das Themenfeld Sickerwassergewinnung aus Feldlysimeter und Wick Sampler in diesem Werk nicht weiter betrachtet. Die aufgeführten beiden Probennahmearten haben z. Zt. im Rahmen der Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg noch keine Relevanz. Hierzu wird auch auf die Fachinformation Nr. 14 „Fortbildungsveranstaltung, Seminar Sickerwasserprognose Nr. VII – Lysimeter (Mai 2007)“ verwiesen.

Die vorliegende Fachinformation gliedert sich inhaltlich in einen einführenden Textteil und einen komplexen Anhang.

**Textteil:** Ausführungen zur Zielsetzung, Vorgehensweise und Überblick zu den Ergebnissen der Literaturrecherche sowie dem Erfahrungsstand im Land Brandenburg, den Bundesländern und der Republik Österreich sowie der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Kapitel 1 – 4)

**Anhang:**

- 1 – 3 Dokumentation der Rechercheergebnisse für die 3 Probennahmeszenarien Grundwasser- und Bodenwasserprobennahme sowie Probennahme mittels Direkt Push Verfahren (Anhang 1 -3)
- 4 Typenblätter (Technologie-/Verfahrenssteckbriefe)
- 5 Technologie- bzw. verfahrensspezifische Textbausteine für Musterleistungsbeschreibungen mit Musterleistungsverzeichnisse (ausschließlich unter dem Aspekt der „Qualitätssicherung“)

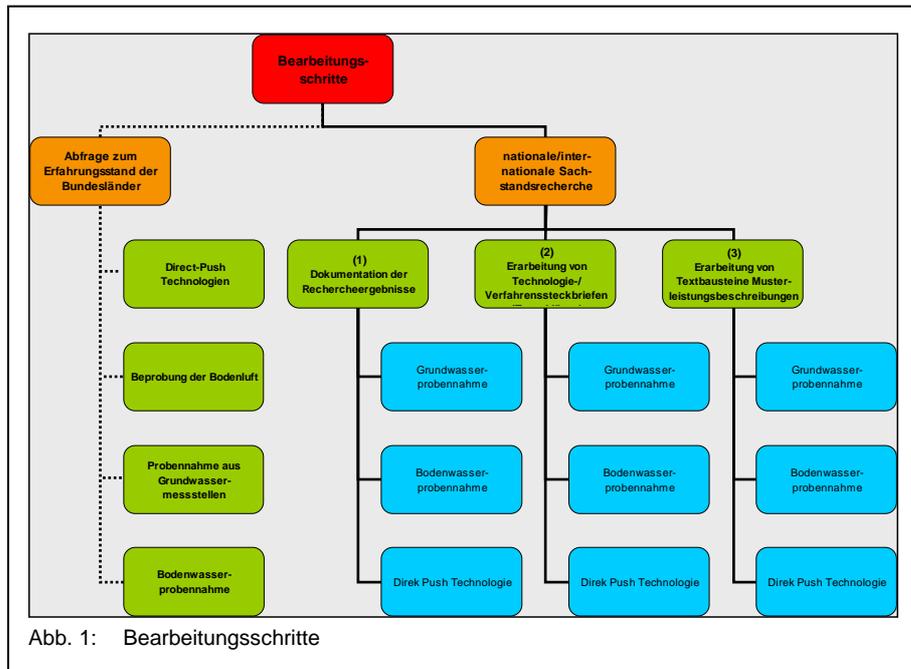
### 3 Vorgehensweise

Entsprechend der o.g. Zielstellung waren ausgehend von einer nationalen und internationalen Literaturrecherche einzelne Typenblätter und darauf aufbauend Textbausteinen für Musterleistungsbeschreibungen mit Musterleistungsverzeichnissen unter dem ausschließlichen Aspekt der Qualitätssicherung zu erstellen. Diese betreffen die Bereiche der Grundwasserprobennahme, Sickerwasserprobennahme und Direct Push-Verfahren, einschließlich der damit durchführbaren Untersuchungen bzw.

Probennahmen im Grundwasser- und Bodenluftbereich. Die Bearbeitungsschritte im einzelnen untergliederten sich wie folgt (s. Abbildung 1):

- (1) Durchführung einer nationale und internationale Sachstandsrecherche zu innovativen direkt/indirekt Probennahmeverfahren/-technologien (unveröffentlichte/veröffentlichte Informationen und eigene Erkenntnisse/Erfahrungen der Auftragnehmer), Sichtung der gewonnenen Informationen und Auswertung entsprechend der Aufgabenstellung. Die Rechercheergebnisse waren Grundlage für die Bearbeitungsschritte 2 und 3.
- (2) Erarbeitung von Technologie-/Verfahrenssteckbriefen (z.B. physikalisch/chemische Verfahrensgrundlagen, Prinzipskizzen zum Geräteaufbau bzw. Probennahmevergung, bisherige Einsatzbereiche (Referenzobjekte), objektive (systembedingte) und subjektive (handhabungsbedingte) Fehlerquellen, etc.
- (3) Erarbeitung von Textbausteinen für entsprechende Musterleistungsbeschreibungen/-verzeichnisse unter dem ausschließlichen Aspekt von Qualitätsanforderung bzw. Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Probennahmedurchführung.

Parallel zur nationalen und internationalen Literaturrecherche wurden die entsprechenden Landesumweltämter der Bundesländer zu ihrem derzeitigen Erfahrungsstand hinsichtlich der o.g. Verfahren angefragt.



## 4 Rechercheergebnisse

### 4.1 Erfahrungsstand im Land Brandenburg

Unabhängig von der im Weiteren beschriebenen nationalen/internationalen Recherche sollen hier die Ergebnisse zum Erfahrungsstand beim Einsatzes von innovativen Probennahmeverfahren für Boden, Grundwasser, Schadstoffphase und Bodenluft im Land Brandenburg vorgestellt werden.

Im Ergebnis einer in 2005 durchgeführten Abfrage der unteren Bodenschutzbehörden (UBB) des Landes Brandenburg zum Erfahrungsstand hinsichtlich des Einsatzes innovativer Probennahmeverfahren für Grundwasser und Boden beteiligten sich 13 von 18 Landkreisen und kreisfreien Städten (72 % der UBB).

Aus Abbildung 2 ist ableitbar, dass der Einsatz o. g. Technologien und Verfahren bereits seit Anfang 2000 im Land Brandenburg gängige Praxis ist. Die ersten Standortuntersuchungen mittels innovativer Probennahmeverfahren wurden bereits 1997 in den Landkreisen Ostprignitz Ruppin und Prignitz durchgeführt.

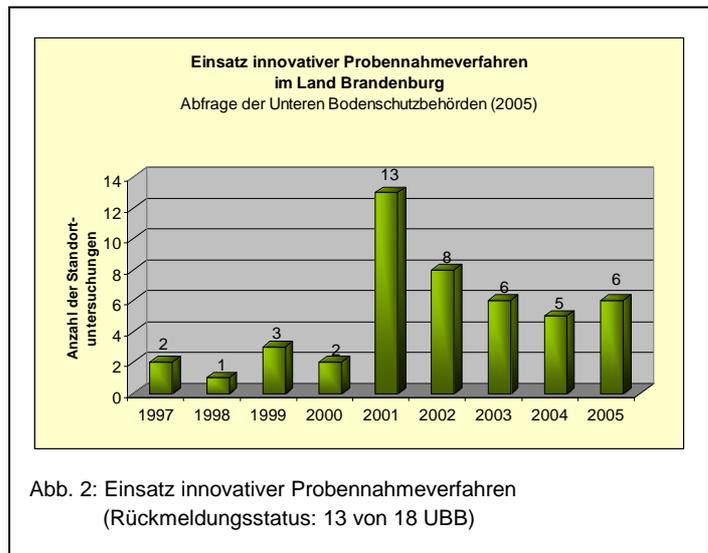


Abb. 2: Einsatz innovativer Probennahmeverfahren (Rückmeldungsstatus: 13 von 18 UBB)

Bezogen auf die bis November 2005 erfolgten Rückmeldungen der UBB (Status: 13 Rückmeldungen von 18 UBB) ergibt sich folgender Informationsstand zur Thematik:

- bis November 2005 lagen bereits in 10 Landkreisen/kreisfreien Städte entsprechende Erfahrungen vor (s. Abbildung 3)
- insgesamt wurden an 36 Einzelstandorten innovative Probennahmeverfahren im Zeitraum von 1997 – 2005 eingesetzt
- der überwiegende Anteil der Sondierungen wurde mittels Direkt Push Verfahren abgeteuft (Mehrfachnennungen pro Standort sind möglich, s.a. Abbildung 4):
  - Direkt Push-Verfahren mittels Cone Penetration Testing (CPT) (58,7%)
  - Direkt Push-Verfahren mittels Dynamischer Perkussionshammer (15,2 %)
  - GeoWater© - Sondierung (26,1 %)
- bei den eingesetzten schadstoffdetektierenden Sonden handelte es sich um (Mehrfachnennungen pro Standort sind möglich, s.a. Abbildung 5):
  - Fluoreszenzsonde ROST™ (Rapid Optical Screening Tool) z.B. MKW, PAK, Phenole und BTEX)
  - Fluoreszenzsonde/Mercury probe (FMG 600®; UV-Lampeninduzierte Fluores-



Abb. 3: Erfahrungsstand der UBB beim Einsatz innovativer Probennahmeverfahren (Redaktionsstand: 2005)

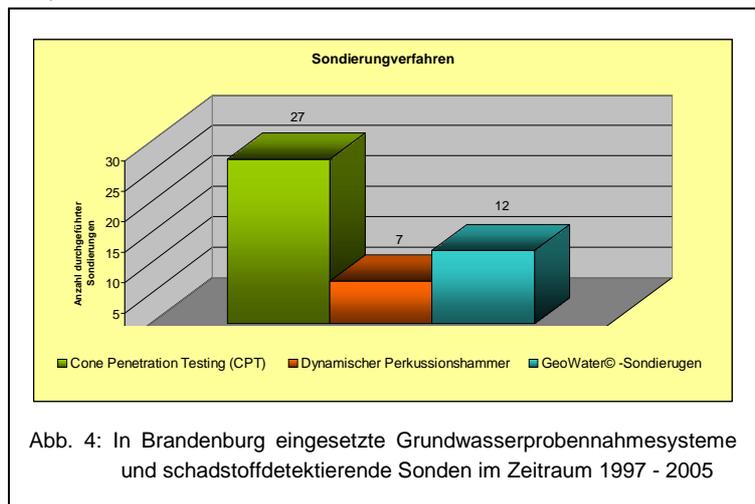


Abb. 4: In Brandenburg eingesetzte Grundwasserprobennahmesysteme und schadstoffdetektierende Sonden im Zeitraum 1997 - 2005

zenz) z.B. ringförmige Kohlenwasserstoffe

- LIF-Sonde (ROST®, FMG 300) z.B. ringförmige Kohlenwasserstoffe
- MIP-Sonde (MIP: Membrane Interface Probe) z.B. LHKW und BTEX)

– die Grundwasserprobennahme (GW-PN) erfolgte mittels (Mehrfachnennungen pro Standort sind möglich, s.a. Abbildung 5):

- BAT-Enviroprobe
- tiefenorientierte GW-PN mit Direkt Push-Verfahren (z.B. Fußventilpumpe o.ä.)
- GeoWater©-System („low-flow“ Verfahren – Fußventilpumpe)
- GeoWater© - Sondierung in Kombination mit dem verlorenen Einbau von Minidruckpumpen

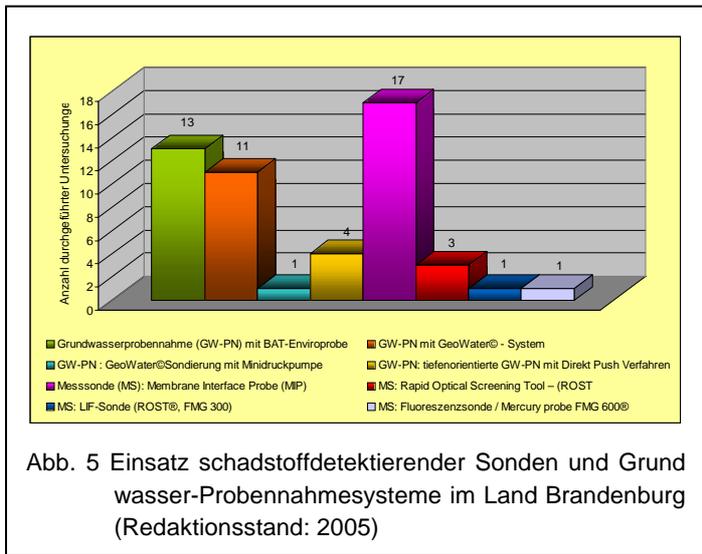


Abb. 5 Einsatz schadstoffdetektierender Sonden und Grundwasser-Probennahmesysteme im Land Brandenburg (Redaktionsstand: 2005)

– die an den 36 Untersuchungsstandorten relevanten Schadstoffe umfassten hinsichtlich der Beprobung des Grundwassers folgendes Schadstoffspektrum (Mehrfachnennungen pro Standort sind möglich, s.a. Abbildung 6):

- Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)
- Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol (BTEX)
- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)
- Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Methyltertiärbutylether (MTBE)
- Trimethylbenzol
- Ethyltoluole
- Cumol
- Chlornaphthaline
- Aniline / Pyredine
- Phenole und Alkylphenole
- Cyanide.

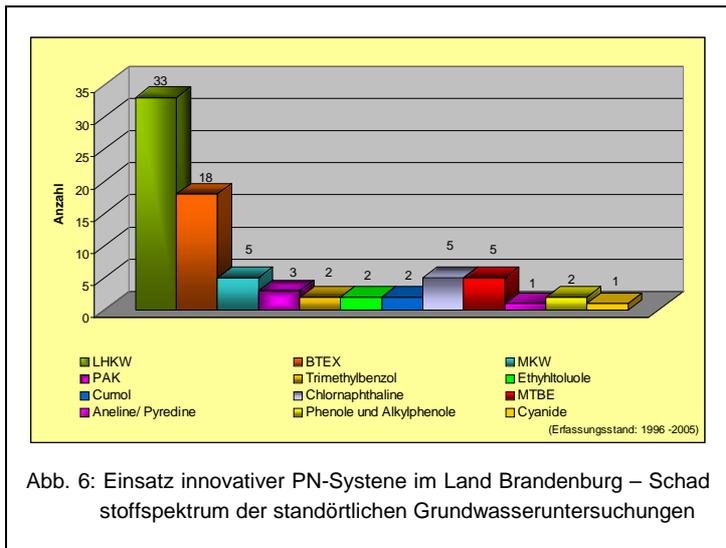


Abb. 6: Einsatz innovativer PN-Systeme im Land Brandenburg – Schadstoffspektrum der standörtlichen Grundwasseruntersuchungen (Erfassungsstand: 1996 -2005)

Aus den bisherigen Erfahrungen beim Einsatz von Drucksondier- und Sensortechnik im Land Brandenburg lassen sich folgende Probleme ableiten, welche z.T. den standörtlichen brandenburgischen Standortbedingungen geschuldet aber auch verfahrensbedingt sind:

- die Endteufe/Zielhorizont konnte nicht erreicht werden z.B. durch:
  - Gerölllagen
  - hohe Lagerungsdichte der zu erschließenden Sande
  - stark wechselnde Schichtung zwischen Sanden - Geschiebemergeln/Schluffen
  - Teufenbereiche von >40 m stellten sich i.d.R. als problematisch dar
- hohe Signalintensitäten bei den in situ Messungen mittels Detektionssonden (z.B. - Sondierungen), aber kein Schadstoffnachweis in den entsprechenden BAT - GW-Proben
- geringe Signalintensitäten bei den in situ Messungen mittels Detektionssonden (z.B. - Sondierungen) aber hohe Schadstoffkonzentrationen in den BAT - GW-Proben nachweisbar

- keine Signalintensitäten bei den in situ Messungen mittels Detektionssonden (Fluoreszenzmessungen), aber hohe Schadstoffgehalte im betreffenden Horizont im Feststoff (MKW)
- bei den in situ Messungen mittels Detektionssonden (MIP-Sondierungen) war z. T. eine vertikale Kontaminationsabgrenzung nicht eindeutig möglich (keine eindeutige Abgrenzung nach unten, vermutlich bedingt durch Memory-Effekte der Membran oder Trägheit der Detektoren)

## 4.2 Erfahrungsstand der Bundesländer

Im September 2008 wurden die zuständigen oberen Landesumweltbehörden der Bundesländer, die Umweltbundesämter der Republik Österreich und Deutschlands sowie das Bundesamt für Umwelt der Schweizerischen Eidgenossenschaft zu ihrem Erfahrungsstand hinsichtlich von Qualitätssicherungsmaßnahmen beim Einsatz von innovativen direkt/indirekt Probennahmeverfahren im Rahmen der Altlastenbearbeitung abgefragt. In der Umfrage ging es primär um den allgemeinen Erfahrungsstand in den einzelnen Bundesländern und der Mitteilung von bereits vorliegenden landesspezifischen Handlungsempfehlungen, Regelwerken, Arbeitsblättern, Musterleistungsbeschreibungen oder Informationsschriften. Diese landesspezifischen Vorgaben sollten sich auf die Planung, Durchführung und Interpretation der Ergebnisse von Untersuchungen mittels innovativer direkt/indirekt Probennahmeverfahren beziehen. Des Weiteren sollten auch Hinweise zu Problemen aus der praktischen Anwendung dieser Verfahren und daraus abgeleitete Informationsdefizite benannt werden.

Im Einzelnen wurden die Erfahrungen zu folgenden Probennahmeararten abgefragt:

- *Direct Push-Verfahren*
  - in situ Messungen mit schadstoffdetektierenden Sonden, einschl. in situ Analytik
  - Phasenbestimmung
  - Probennahme von Boden, Wasser und Luft
  - tiefenorientierter Grundwasserprobennahme (GW-PN) aus Sondierungen sowie Ausbau von Sondierkanälen zu GW-Messstellen
- *Beprobung der Bodenluft mittels:*
  - chemischer in situ Analytik (z.B. Meta-Methode)
  - Passivsammlern
  - Neumayer-Methode
  - Multilevel-Beprobung
- *Probennahme aus Grundwassermessstellen mittels:*
  - Passivsammlern
  - Minidruckpumpen
  - Multilevelpackersystemen / Multilevelprobennahmesystemen
  - Phasenschöpfsystemen, Probennahme mittels Schutzverrohrung bei aufschwimmender Schadstoffphase
  - GW-PN aus hydraulisch gering ergiebigen Grundwasserleitern (GWL)
- *Bodenwasserprobennahme mittels:*
  - Saugkerzen und
  - Lysimetern.



Zu benennen waren die Vorgaben/Erfahrungen zu folgenden Teilthemen der Qualitätssicherung:

- Anwendungsgrenzen der Verfahren
- Zielstellungen und Randbedingungen für den sachgerechten Einsatz

- Fehlerquellen und deren Kontrollmöglichkeiten
- gegebenenfalls erforderliche Verfahrenskombinationen
- Kalibrierungserfordernisse (z.B. Häufigkeit)
- Plausibilitätskontrollen, einschließlich dafür erforderliche Anforderungen an die Dokumentation
- erforderliche Zertifizierungen / Qualifikationen des Personals bzw. der Auftragnehmer.

Die Anfrage umfasste insgesamt 19 in- und ausländische Institutionen. Bis November 2008 lagen uns insgesamt 15 Rückmeldungen (Rückmeldungsquote<sub>gesamt</sub>:  $\approx 79\%$  und Rückmeldungsquote<sub>Bundesländer</sub>:  $\approx 81\%$ ) vor.

Aus den vorliegenden Rückäußerungen der Bundesländer (Rückmeldestatus: 13 von 16 Bundesländern) ist ableitbar, dass beim überwiegenden Anteil der Befragten (61 %) ein großes Interesse an der Weiterverfolgung der Thematik besteht (s.a. Abbildung 7). Weiterhin ist ersichtlich, dass zwar 84 % der Bundesländer bereits eigene Erfahrungen mit unterschiedlichen innovativen direkt/indirekt Probennahmeverfahren im Rahmen der Altlastenbearbeitung haben, aber nur wenige Bundesländer (31 %) landesspezifische Vorgaben/Empfehlungen zu qualitätssichernden Maßnahmen für diese Probennahmeverfahren in die Praxis umgesetzt haben (s.a. Abbildung 7 und 8).

Die im Rahmen der Abfrage von den Bundesländern benannten Veröffentlichungen (z.B. Leitfäden, Merkblätter, Handlungsempfehlungen, etc.) beziehen sich u.E. i.d.R. nicht auf die hier betrachtete Thematik und Fragestellungen, sondern beschreiben überwiegend Qualitätssicherungsmaßnahmen hinsichtlich des Einsatzes konventioneller Probennahmeverfahren (Stand der Technik) bzw. beschreiben spezielle Anforderungen zum

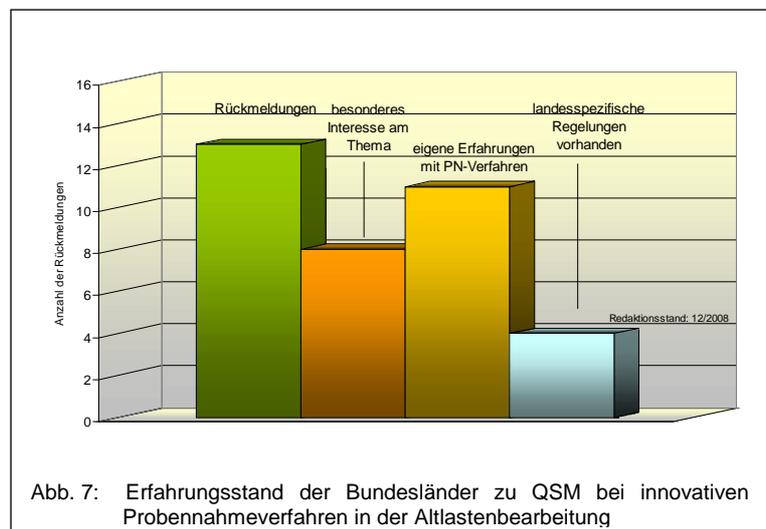


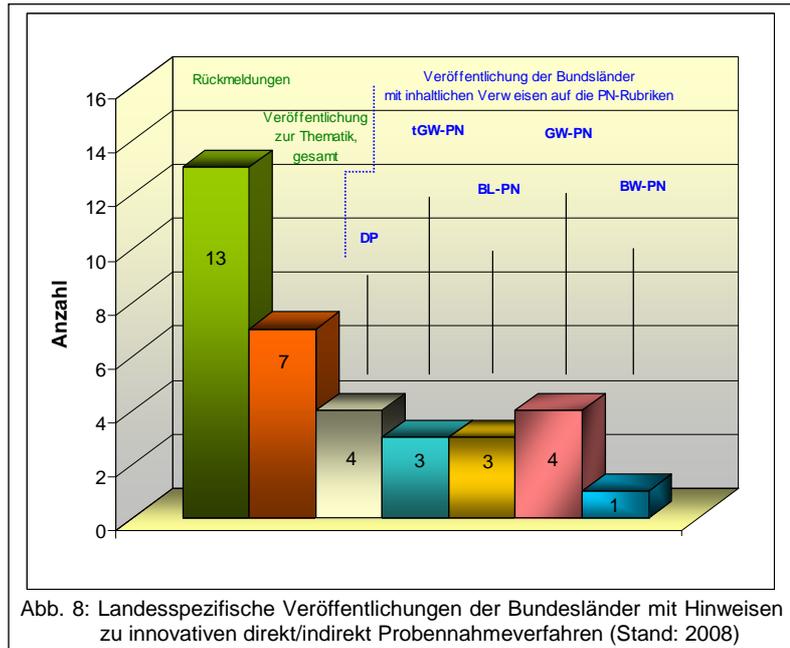
Abb. 7: Erfahrungsstand der Bundesländer zu QSM bei innovativen Probennahmeverfahren in der Altlastenbearbeitung

Einsatz innovativer Verfahren der Vorortanalytik. Als ein erster „informeller Steinbruch“ in dieser Hinsicht können hier die Veröffentlichungen:

- der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (*LfU-Literaturstudie „Stand des Wissens bezüglich der Beprobung von Grundwasser bei Altlasten“, 1997*)“
- des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (*LfW-Merkblatt Nr. 3.8/6 „Entnahme und Untersuchung von Wasserproben bei Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen“, 2002*)
- des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (*LUA-Fachinformation Nr. 4 „Nationale und internationale Sachstandsrecherche: Praxiserprobte und innovative Direkt/in situ Probennahmeverfahren für Grund-, Sickerwasser und Bodenluft im Rahmen der Altlastenbearbeitung“, 2004; ehemaliges Landesumweltamt Brandenburg*) angesehen werden.

Entsprechend dem damaligen Erfahrungsstand fehlen in der o.g. *Literaturstudie* des LfU allerdings die Direkt Push-Verfahren, da nach unserer Kenntnis diese erstmals ab 1997 in Deutschland zur Anwendung kamen.

Abbildung 8 zeigt die Anzahl der Rückmeldungen aus den Bundesländern und die von den entsprechenden Umweltbehörden zur Thematik der innovativen direkt/indirekt Probennahmeverfahren (PN) als länderspezifisch eingestuftten Veröffentlichungen. Die hier enthaltenen fachlichen Hinweise zur Thematik wurden im Weiteren den folgenden Probennahme-Rubriken zugeordnet



(Doppelnennungen sind hierbei möglich):

- Direct Push-Verfahren (DP),
- tiefenorientierte Grundwasserbeprobung aus Sondierungen/Bohrungen (tGW-PN),
- Beprobung der Bodenluft (BL-PN)
- Probennahme aus Grundwassermessstellen hierzu zählen Passivsammler, Phasenschöpfsysteme, Multilevelprobennahmesysteme, etc. (GW-PN)
- Bodenwasserprobennahme hierzu zählen Saugkerzen und Lysimeter (BW-PN)

Nicht berücksichtigt wurden in dieser Darstellung Veröffentlichungen, die nicht direkt den aufgeführten PN-Rubriken zugeordnet werden konnten (z.B. konventionelle Probennahme und Analytik von Boden und Abfall).

Die folgende Aufzählung von Hinweisen, Ansichten und Vorschlägen resultiert aus den schriftlichen Rückäußerungen der Bundesländer und widerspiegelt das derzeitige Meinungsbild zum Einsatz innovativer direkt/indirekt Probennahmeverfahren:

- Als Möglichkeit der Einflussnahme bzgl. der Durchsetzung von Qualitätssicherungsmaßnahmen wird in einzelnen Bundesländern der Nachweis der Eignung im Einzelfall gefordert, falls die Eignung und Gleichwertigkeit mit herkömmlichen Methoden nicht unstrittig ist.
- Voraussetzung für die Erarbeitung von Qualitätssicherungsstandards ist eine Definition der Untersuchungsmethodiken/-verfahren, also die Festlegung eindeutiger Verfahrensregeln für die Durchführung z.B. über eine Normierung, diese fehlen aber i.d.R. noch für die aufgeführten Technologien.
- Bei der Definition von Qualitätsanforderungen sollten auch die jeweilige Anforderung der zu lösenden Aufgabenstellung berücksichtigt werden.
- Ein weiteres Problemfeld stellte die offenen Fragen hinsichtlich der Ergebnisinterpretation/ Vergleichbarkeit von Untersuchungen z.B. mittels aktiver (konventioneller) und passiver Probennahmesysteme (z.B. Pumpprobe ↔ Diffusionsprobe) dar.

### 4.3 Erfahrungsstand der Umweltbehörden der Republik Österreich und Schweizerischen Eidgenossenschaft

Nach Auskunft der österreichischen Umweltbundesbehörde liegen Erfahrungen aus einzelnen Projekten beim Einsatz mit der Direct Push-Technologie vor.

Hinsichtlich landesspezifischer Vorgaben für den Einsatz der hier diskutierten innovativen direkt/indirekt Probennahmesysteme gibt es sowohl in der Republik Österreich als auch in der Schweizerischen Eidgenossenschaft noch keine entsprechenden fachlichen Vorgaben/Empfehlungen.

### 4.4 Nationale/internationale Recherche

Um eine entsprechende Übersicht zum Sachstand „Qualitätssicherungsmaßnahmen bei innovativen direkt/indirekten Probennahmeverfahren“ zu erhalten waren die im Recherchezeitraum (August – November 2008) verfügbaren nationalen und internationalen Informationen zu erfassen, themenbezogen auszuwerten und in übersichtlicher Form zu dokumentieren, Defizite aufzuzeigen und wenn möglich Empfehlungen abzuleiten.

Die nationale und internationale Literaturrecherche bezog sich auf folgende Verfahren/Technologien zur Probengewinnung aus:

- Grundwassermessstellen
- Sondierungen mittels Direct Push-Technologie
- tiefenorientierte Grundwasserbeprobung aus Sondierungen/Bohrungen
- Sondierung zur Beprobung der Bodenluft
- Saugkerzen und
- Lysimetern.

Als Informationsquellen für die Literaturrecherche dienten:

- Meta-Suchmaschinen zur allgemeine Internetrecherche
- Umweltfachinformationssysteme (z.B. Altlasten-Fachinformationen im World Wide Web, AlfaWeb Baden-Württemberg)
- Bibliotheken (Sächsischen Landesbibliothek, Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB), ...)
- Veröffentlichungen des Bundes und der Länder (z.B. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser)
- Veröffentlichungen von Gremien, Organisationen und Verbänden (z.B. Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN); Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (ITVA); Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW); Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.; ...)
- Internationale Normen und Regelwerke (ASTM – American Society for Testing and Materials)
- Veröffentlichungen der United States Environmental Protection Agency (US-EPA)
- eigene Unterlagen der Auftragnehmer.



Das Hauptaugenmerk der Literaturrecherche richtete sich hierbei insbesondere auf Informationen:

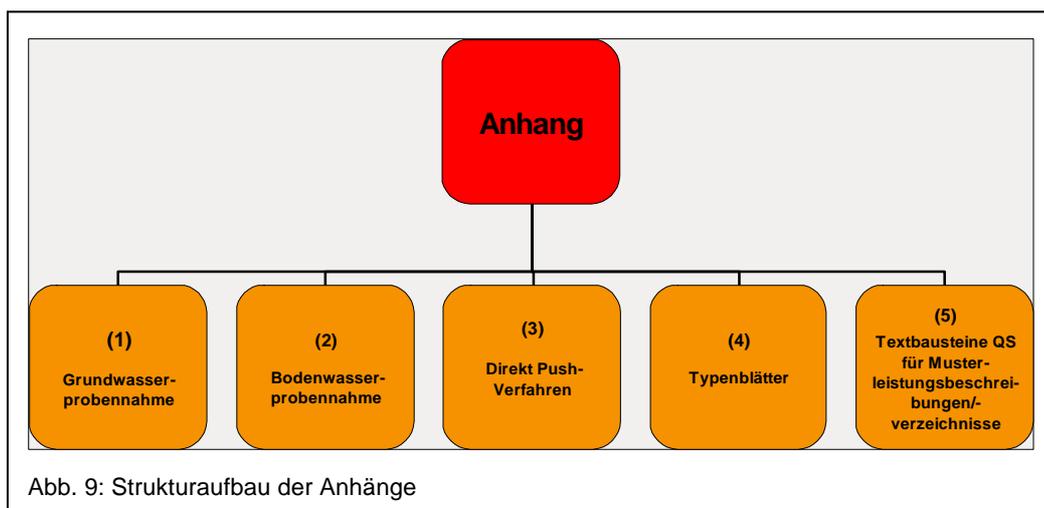
- zum Verfahrensprinzip
- den Anwendungsgebiet/-grenzen
- dem Entwicklungs- und Erfahrungsstand
- den Tagesleistungen

- den erforderlichen/zweckmäßigen Verfahrenskombinationen
- den Fehlerquellen und
- insbesondere auf die Anforderungen an die Qualitätssicherung.

Die durchgeführte nationale und internationale Literaturrecherche/–auswertung der aktuell auf dem Markt befindlichen Verfahren/Technologien umfasste mehr als 110 Quellen. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden die Rechercheergebnisse in den Anhängen vorwiegend in tabellarischer Form ausgewertet.

Insgesamt muss festgestellt werden, dass nur wenige konkrete Angaben zur Qualitätssicherung im Sinne der Aufgabenstellung ermittelt werden konnten. Vor allem in dem LMBV-Merkblatt „Montanhydrologisches Monitoring in der LMBV“, 11/2007, einschließlich der darin enthaltenen Musterleistungsbeschreibungen mit Musterleistungsverzeichnissen, dem DVGW-Arbeitsblatt W 112 „Grundsätze der Grundwasserprobennahme“ und dem BWK-Merkblatt 5 „Erarbeitung von Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnissen zur Grundwasserprobennahme bei Altlasten im Lockergestein“ wurden konkrete Prüfverfahren und Prüfkriterien für eine Qualitätssicherung gefunden, die durch die Erfahrungen der Auftragnehmer ergänzt wurden.

Eine kurze Zusammenfassung der Rechercheergebnisse erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln. Detailinformationen zu den einzelnen Verfahren (z.B. Verfahrenssteckbriefe) sind den entsprechenden Anhängen zu entnehmen. Der Strukturaufbau der Anhänge ist Abbildung 9 zu entnehmen.



#### 4.4.1 Probennahme aus Grundwassermessstellen

Eine Zusammenstellung der Rechercheergebnisse (Literatur, einschließlich nationaler und internationaler Normen bzw. Regelwerke) ist dem Anhang 1.1 als Literaturverzeichnis zu entnehmen. Bedingt durch die große Anzahl an Fundstellen hinsichtlich des Teilthemas „Probennahme aus Grundwassermessstellen“ wurden die entsprechenden Informationen in Form themenbezogener tabellarischer Übersichten in Anhang 1.2 und 1.3 dokumentiert (s.a. Abbildung 10a). Zusätzlich zu den innovativen Probennahmeverfahren wurden hier teilweise auch Informationen zur konventionellen „Grundwasserprobennahme“ mit erfasst, gesichtet und beurteilt. Detailliertere Informationen zu den einzelnen Grundwasser-Probennahmeverfahren können den Typenblättern im Anhang 4.1 entnommen werden.

Als Ergebnis der Literaturrecherche wurde eine Systematisierung aller erfassten Verfahren zur Probennahme aus Grundwassermessstellen vorgenommen (s. Abbildung 10). Hierbei wurde eine grund-

legende Unterteilung in *aktive* (das zu beprobende Grundwasser wird aktiv aus der Messstelle gefördert) und *passive* Probennahmesysteme (Einbau eines Adsorbersystems in die Messstelle und Anreicherung von Wasserinhaltsstoffen an das Adsorbiermaterial) vorgenommen.

Neben der eigentlichen Erfassung von Informationen zu innovativen Grundwasserprobennahme-Verfahren wurden auch „Besondere Probennahmesituationen“ (z.B. Vorkommen von Schadstoffphase, Probennahme aus Grundwasser-Geringleitern, Probennahme zur Analyse sensibler

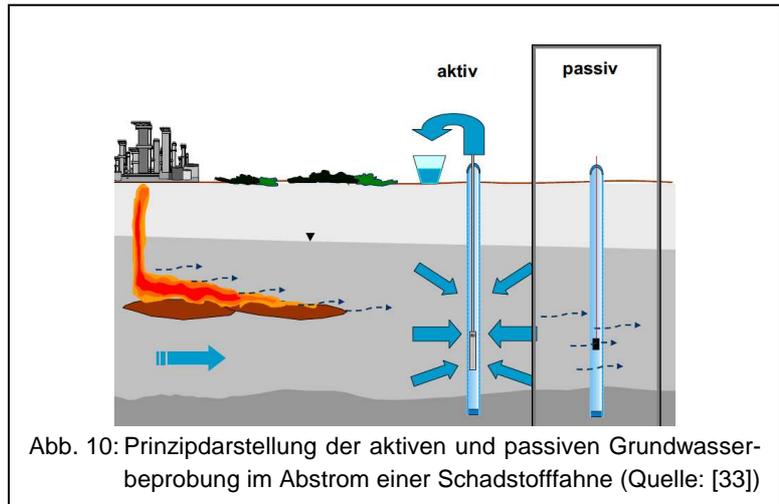


Abb. 10: Prinzipdarstellung der aktiven und passiven Grundwasserbeprobung im Abstrom einer Schadstofffahne (Quelle: [33])

Parameter wie gelösten Gasen und flüchtigen Kohlenwasserstoffen) berücksichtigt.

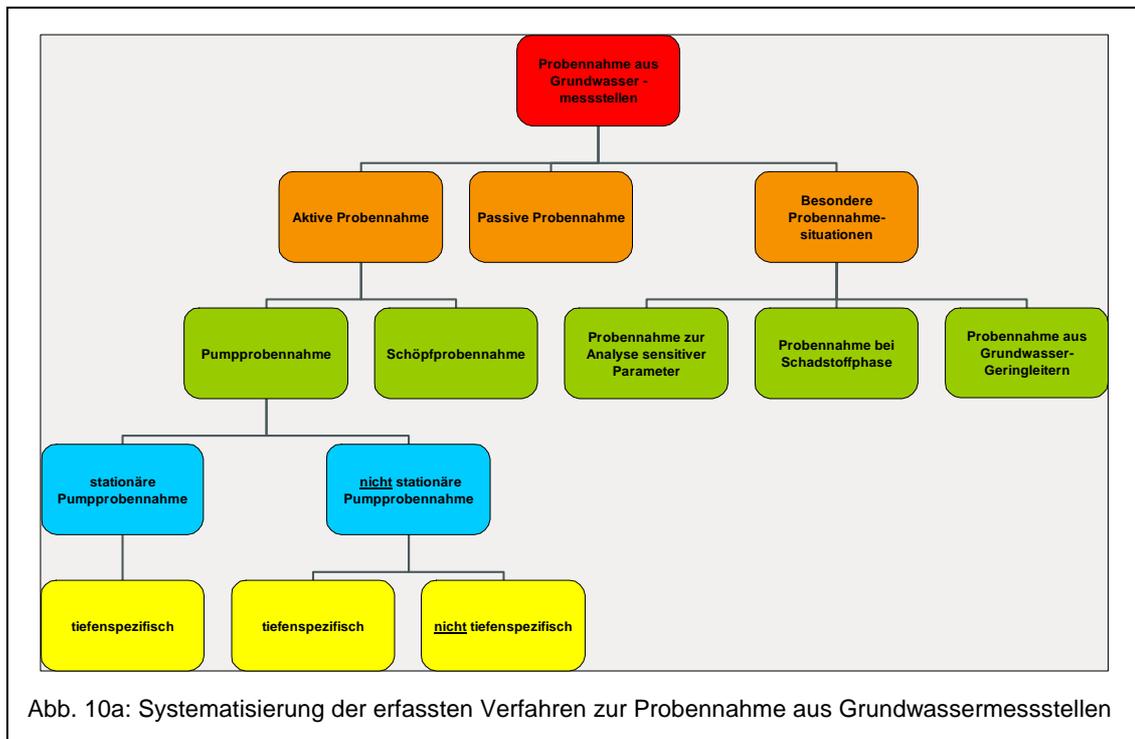


Abb. 10a: Systematisierung der erfassten Verfahren zur Probennahme aus Grundwassermessstellen

Die weitere Detailauswertung der Rechercheergebnisse erfolgte unter Berücksichtigung o.g. Systematisierung in zwei tabellarischen Darstellungsformaten:

1. als themenbezogene Fundstellenanalyse (Erfassung aller Quellen und Vergabe einer spezifischen Nomenklatur) und Vermerk des Vorkommens entsprechender „allgemeiner“ Informationen zu einer oder mehreren Probennahmemethoden; waren generell Angaben zur Qualitätssicherung enthalten, wurden diese Quellen gesondert markiert (s. Anhang 1.2)
2. Aufgrund des besonderen Augenmerks auf die Qualitätssicherung und zur besseren Gegenüberstellung der einzelnen Grundwasserprobennahme-Verfahren wurden in einer zweiten Tabelle (s.

Anhang 1.3) alle für die Qualitätssicherung relevanten Einzelmaßnahmen aufgelistet und die in Anlage 1.2 erfassten Literaturquellen hinsichtlich dieser Einzelmaßnahmen detailliert ausgewertet.

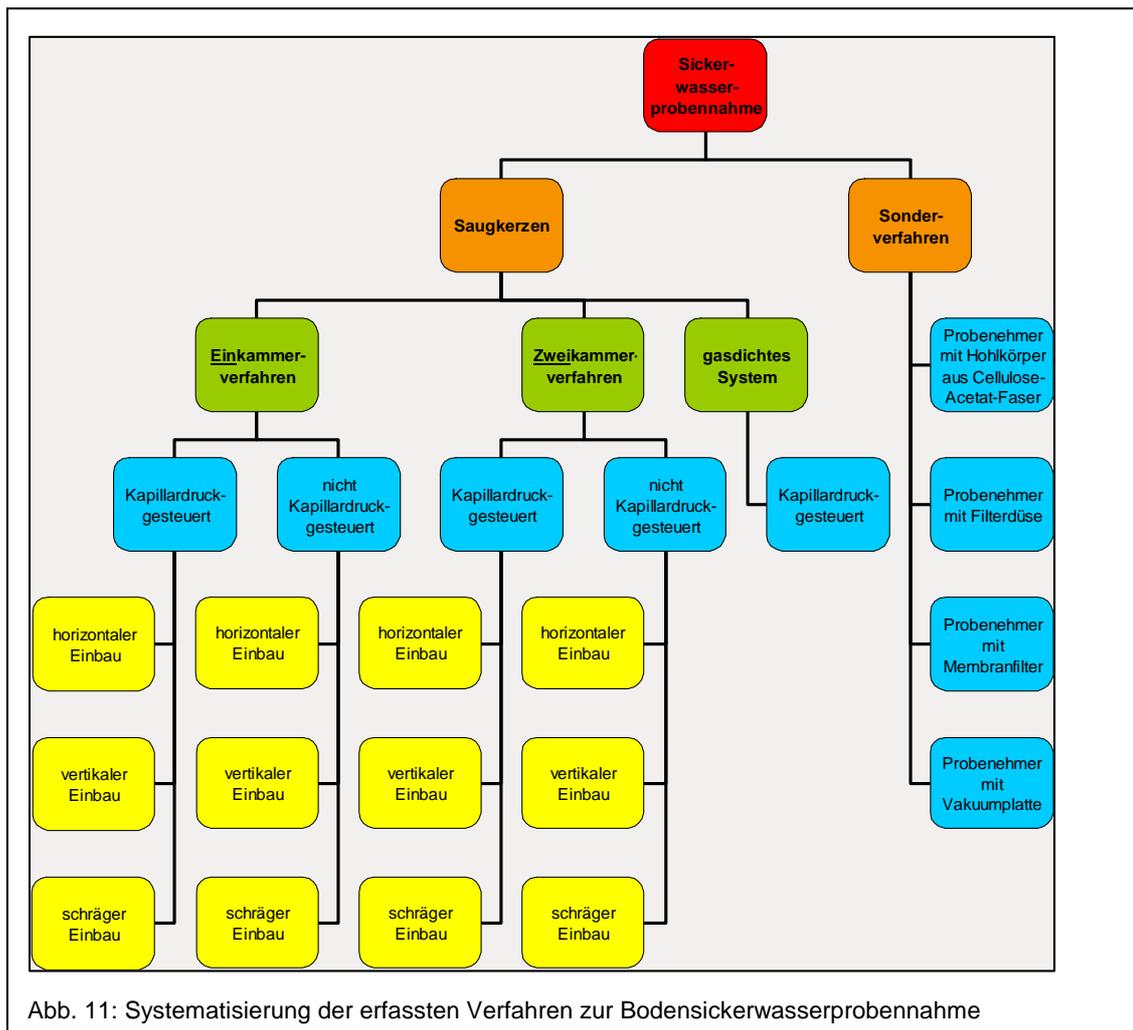
Die Auswertung ergab, dass nur wenige konkrete Angaben zur Qualitätssicherung bezogen auf innovative direkt/indirekt Probennahmeverfahren vorlagen. Vor allem in dem LMBV-Merkblatt „*Montanhydrologisches Monitoring in der LMBV*“, 11/2007, einschließlich der darin enthaltenen Musterleistungsbeschreibungen mit Musterleistungsverzeichnissen wurden konkrete Prüfverfahren und Prüfkriterien für eine Qualitätssicherung gefunden, die durch die Erfahrungen der Auftragnehmer ergänzt wurden.

Empfehlungen zur Gestaltung von Musterleistungsbeschreibungen hinsichtlich des Teilthemas Qualitätssicherung bei der Grundwasserprobennahme werden im Anhang 5.1 gegeben.

#### 4.4.2 Bodensickerwasserprobennahme

Im Vergleich zur Grundwasserprobennahme mit über 50 Fundstellen, konnten zum Teilthema Bodensickerwasserprobennahme nur insgesamt 11 Literaturquellen recherchiert werden. Im Anhang 2.1 erfolgt eine ausführliche textliche Zusammenfassung der entsprechenden Rechercheergebnisse. Wie schon beim Teilthema „*Grundwasserprobennahme*“ wurden auch für das Teilthema „Bodensickerwasserprobennahme“ die erfassten Informationen zusätzlich in Form themenbezogener tabellarischer Übersichten in Anhang 2.2 und 2.3 ausgewertet.

Als Ergebnis der Literaturrecherche wurde eine Systematisierung aller erfassten Verfahren zur Probennahme des Bodensickerwasser vorgenommen (s. Abbildung 11).

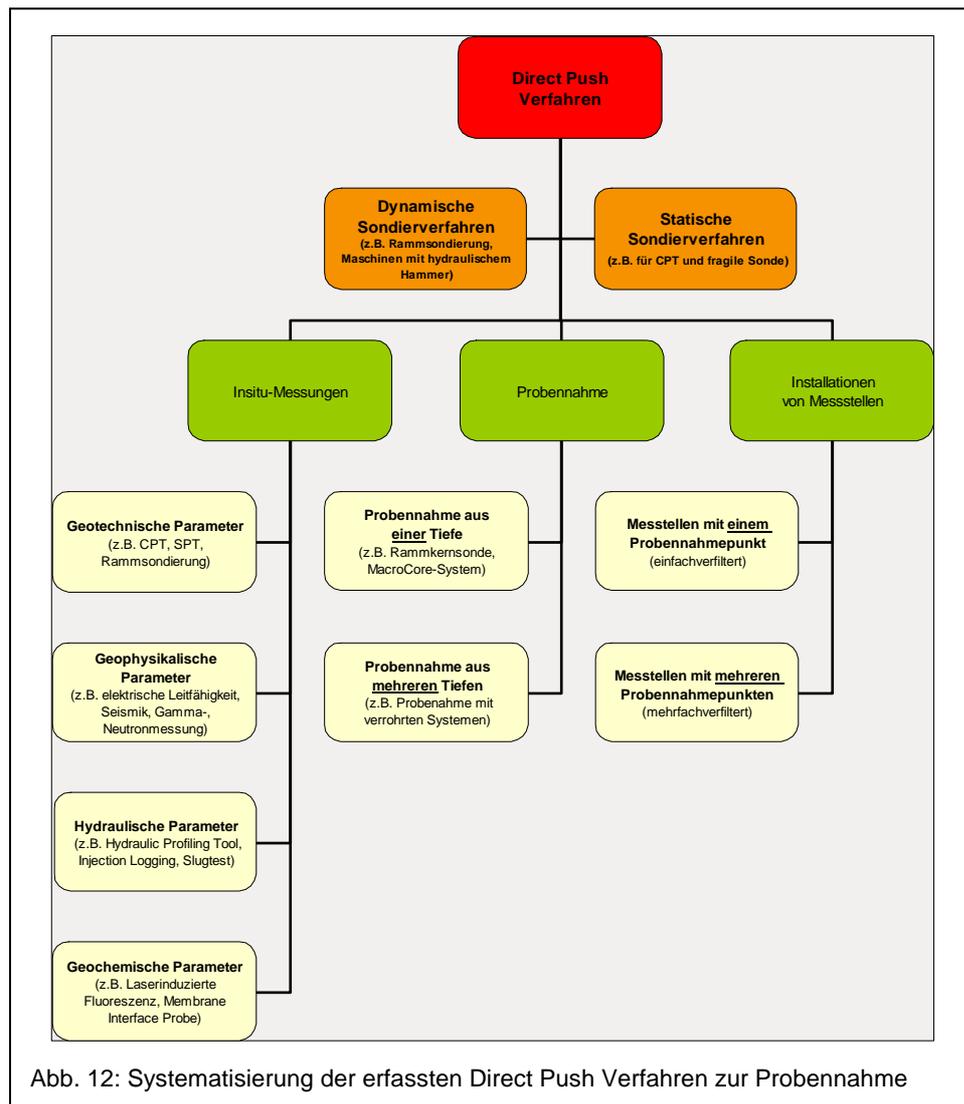


Detailliertere Informationen zu den einzelnen Probennahmeverfahren können auch den Typenblättern im Anhang 4.2 entnommen werden.

Hinweise zur Gestaltung von Musterleistungsbeschreibungen hinsichtlich des Teilthemas Qualitätssicherung bei der Bodensickerwasserprobennahme werden im Anhang 5.2 gegeben.

### 4.4.3 Direct Push Verfahren

Direct Push-Verfahren werden hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten ständig erweitert und zunehmend angewendet. Die recherchierten Quellen wurden im Anhang 3 als Literaturverzeichnis zusammengestellt und umfassen insgesamt 52 Veröffentlichungen. Im Ergebnis der Literaturrecherche wurde eine Systematisierung aller erfassten Direct Push-Verfahren vorgenommen (s. Abbildung 12).



Detailliertere Informationen zu den einzelnen Probennahmeverfahren können auch den Typenblättern im Anhang 4.3 entnommen werden.

Hinweise zur Gestaltung von Musterleistungsbeschreibungen hinsichtlich des Teilthemas Qualitätssicherung bei Direct Push Verfahren werden im Anhang 5.3 gegeben.

## 4.5 Bearbeitung von Technologie-/ Verfahrenssteckbriefen (Typenblätter)

Im Ergebnis der Literaturrecherche und unter Einbeziehung der praktischen Erfahrungen des Bearbeiterteams wurden Typenblätter für die verschiedenen innovativen direkten/indirekten Probennahmeverfahren für Boden, Grund-, Sickerwasser, Schadstoffphase und Bodenluft erarbeitet, die folgende Angaben zusammenfassen:

- Verfahrensgrundlagen/-prinzipien/-skizzen, technische Daten (z.B. physikalisch/chemische Grundlagen, Prinzipskizzen zum Geräteaufbau bzw. Probennahmeverfahren)
- Anwendungsgebiet (Zielstellung, bisherige Einsatzbereiche)
- Anwendungsgrenzen (wo und wo nicht anwendbar)
- Entwicklungs-/Erfahrungsstand (Stand der Technik/Wissenschaft; bestverfügbarer Stand der Technik,...)
- Tagesleistung (Abschätzung der täglichen Arbeitsleistung)
- Erforderliche bzw. zweckmäßige Verfahrenskombinationen in Abhängigkeit der Zielstellung
- Fehlerquellen (worauf muss geachtet werden, objektive (systembedingte) und subjektive (handhabungsbedingte) Fehlerquellen, Einschränkungen)
- Qualitätskontrolle (Prüfkriterien, Prüfverfahren, Dokumentation der Ergebnisse, Plausibilitätskriterien, erforderliche Zertifizierung und Qualifikation, Beispiele für Protokollierung der Ergebnisse, Kalibrierung sowie Reinigung)
- Literaturhinweise / Links.

Die Typenblätter sind im Anhang 4 dokumentiert.

### 4.5.1 Typenblätter zur Qualitätssicherung im Bereich der Grundwasserprobennahme

Die zur Qualitätssicherung im Bereich der verschiedenen direkt und indirekt Grundwasserprobennahmeverfahren erarbeiteten Typenblätter wurden in der Anhang 4.1 zusammengefasst und umfassen:

Anhang 4.1.1 – aktive Verfahren, Pump-Probennahme:

- aus vollständig verfilterten Grundwassermessstellen
- mittels Low Flow Purging and Sampling
- aus Messstellenbündeln
- aus Messstellengruppen
- aus mehrfach verfilterten Grundwassermessstellen
- mittels Sondermessstellen (Multilevelsysteme)

Anhang 4.1.2 – aktive Verfahren, Schöpfprobennahme:

- mittels druckhaltender Schöpfer
- mittels Schöpfverfahren nach internationalem Stand

Anhang 4.1.3 – passive Probennahmeverfahren:

- mittels Passivsammler - Gore™ Surveys
- mittels Passivsammler - Keramik-Dosimeter und Toximeter
- mittels Passivsammler - Polyethylen-Diffusions-Beutel-Sammler (PDB-Sammler)

Anhang 4.1.4 – besondere Probennahmesituationen:

- Hydraulisch gering ergiebige Grundwasserleiter
- Aufschwimmende Phase (LNAPL).

#### **4.5.2 Typenblätter zur Qualitätssicherung im Bereich der Bodenwasserprobennahme**

Die zur Qualitätssicherung im Bereich der verschiedenen Bodenwasserprobennahmeverfahren erarbeiteten Typenblätter wurden im Anhang 4.2.1 – 4.2.6 zusammengefasst und in folgende Themenschwerpunkte unterteilt:

- Internationale Sonderverfahren (ASTM)
- Einbauvarianten (horizontal, vertikal und schräg)
- Einkammer-Saugkerzen
- Zweikammer-Saugkerzen
- Kapillardruckgesteuerte Probennahme
- Probennahme mittels Shuttleprinzip (gasdichtes System)

#### **4.5.3 Typenblätter zur Qualitätssicherung im Bereich der Direct Push-Verfahren**

Wie bereits im Kapitel 4.4.3 dargestellt, unterliegen Direct Push-Verfahren einer ständigen Weiterentwicklung. Dementsprechend wurden die Typenblätter in folgender Struktur der Anhang 4.3 beigefügt:

Anhang 4.3.1 - Direct Push-Verfahren (allgemein)

Anhang 4.3.2 - Ermittlung hydraulischer Parameter

Anhang 4.3.3 - Grundwasserprobennahme unter Verwendung von:

- Sonden mit geschütztem Filterrohr (sealed-screen)
- Sonden mit freiliegendem Filterelement (exposed-screen)

Anhang 4.3.4 - Bodenluftprobennahme

Anhang 4.3.5 - Bodenprobennahme mit:

- einfachem Gestänge (Single Rod-System)
- schutzverrohrtem Gestänge (Dual Tube-System)

Anhang 4.3.6 – Beschaffenheitskennwerte:

- schadstoffdetektierende Sonden, allgemein
- Schadstoffdetektierende Sonden (Membran Interface Probe (MIP)-Sonden)
- Sonden zur Ermittlung geophysikalischer und geotechnischer Parameter.

#### **4.6 Bearbeitung von technologie- bzw. verfahrensspezifische Textbausteinen für Musterleistungsbeschreibungen mit Musterleistungsverzeichnissen**

Auf der Grundlage der Rechercheergebnisse, insbesondere der analysierten system- und handhabungsbedingten Fehlerquellen, erfolgte die Bearbeitung von technologie- bzw. verfahrensspezifischen Textbausteinen für Musterleistungsbeschreibungen (MLB) mit Musterleistungsverzeichnissen (MLV). Die Textbausteine wurden unter dem ausschließlichen Betrachtungspunkt der **Qualitätssicherung** für die Abnahme der entsprechenden Leistungen erarbeitet.

Im Rahmen der Recherche wurden nur in wenigen Regelwerken eindeutige und prüfbare Qualitätssicherungskriterien ermittelt. Hierzu zählen vor allem das LMBV-Merkblatt „Montanhydrologisches Monitoring in der LMBV“ (LMBV, 2007), das DVGW-Arbeitsblatt W 112 „Grundsätze der Grundwasserprobennahme“ und das BWK-Merkblatt 5 „Erarbeitung von Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnissen zur Grundwasserprobennahme bei Altlasten im Lockergestein“. Weiterhin wurden praktische Erfahrungen des Bearbeiterteams berücksichtigt.

Die Textbausteine für Musterleistungsbeschreibungen mit Musterleistungsverzeichnissen wurden als Anhang 5 mit folgenden Teilleistungen beigefügt.

Anhang 5.1: Grundwasserprobennahme:

- Erstbeprobung / Erstcharakterisierung (hydraulisch ergiebige Grundwasserleiter)
- Grundwasser-Probennahme aus Einzelmessstellen, Messstellengruppen und Messstellenbündeln - Routinebeprobung - (hydraulisch ergiebige Grundwasserleiter)
- Grundwasser-Probennahme aus Einzelmessstellen, Messstellengruppen und Messstellenbündeln - Erstbeprobung - (hydraulisch gering ergiebigen Grundwasserleitern)
- Grundwasser-Probennahme aus Einzelmessstellen, Messstellengruppen und Messstellenbündeln – Routinebeprobung (hydraulisch gering ergiebigen Grundwasserleitern)
- Sonderprobennahme -druckhaltende Schöpfer (hydraulisch ergiebige Grundwasserleiter)
- Sonderprobennahme -druckhaltende Schöpfer (hydraulisch gering ergiebige Grundwasserleiter)

Anhang 5.2: Bodenwasserprobennahme aus Messschächten und Messstellengruppen

Anhang 5.3: Direct Push-Verfahren

- Grundwasserprobennahme
- Bodenprobennahme
- Bodenluftprobennahme
- Geochemische in Situ Methoden (schadstoffdetektierende Sonden).

## 5 Resümee

In Auswertung der recherchierten Veröffentlichungen zur Thematik lässt sich abschließend folgendes konstatieren: Es fehlen u. E. für den Bereich der innovativen direkt/indirekt Probennahmeverfahren noch entsprechende allgemeinverbindliche Standards/Normen zur Qualitätssicherung, welche es zum einen dem Auftraggeber entsprechender Leistungen ermöglichen könnte, die verschiedenen auf dem Markt verfügbaren Verfahren/Technologien in ihrem Leistungs- und Qualitätsspektrum (z.B. Messgenauigkeit) zu vergleichen bzw. die erbrachten Leistungen zu überprüfen. Für den Kunden dieser Leistungsgruppe sind u. E. entsprechende Kenntnisse insbesondere auch schon in der Planungsphase in Abhängigkeit von der jeweiligen Untersuchungsstufe (z.B. orientierende Untersuchung und Detailuntersuchung) am zu beurteilenden Standort und dem damit verbundenen notwendigen Detaillierungsgrad der Untersuchungsergebnisse (z.B. erforderlicher Messwertgenauigkeit und Fehlertoleranz der zu ermittelnden Messwerte/Parameter) von Bedeutung. Weiterhin ist es u. E. notwendig auf der Grundlage von entsprechenden Standards/Normen bzw. breit konzertierter Empfehlungen Aussagen zu folgenden Themenfelder zu treffen:

- Gleichwertigkeit alternativer Verfahren/Technologien,
- Reproduzierbarkeit der Messergebnisse und
- Vergleichbarkeit der gewonnenen Messwerte/Parameter verschiedener Verfahren/Technologien.

Hierzu sind u.E. auch die Anbieter entsprechender Technologien gefordert, unterstützend bei der Erarbeitung entsprechender Standards/Normen mitzuwirken.

Eine nicht minder wichtige Zielstellung dieser Veröffentlichung war es, die Notwendigkeit der Erarbeitung/Aktualisierung von normierenden Vorgaben insbesondere hinsichtlich qualitätssichernder Maßnahmen in der Altlastenbearbeitung zu verdeutlichen und die öffentliche Diskussion hierzu anzuregen. Im Ergebnis wäre es wünschenswert, wenn entsprechende Standards und Empfehlungen auf breit konzertierter Basis zeitnah erarbeitet und dem mit dieser Thematik betrauten Kundenkreis zur Verfügung gestellt werden. Vor allem im Bereich der Direct Push-Technologie und Grundwasserproben-

nahme (z.B. Passivsammler) wird bedingt durch die zunehmende Erweiterung von Verfahren und Vorrichtungen eine ständige Aktualisierungsnotwendigkeit bestehen.

Wir hoffen mit dieser Veröffentlichung einen Impuls für den Einstieg in eine breite öffentliche Fachdiskussion hinsichtlich des Themenbereichs Qualitätssicherung bei innovativen direkt/indirekt Probennahmeverfahren gegeben zu haben und bitten Sie uns Ihre Erfahrungen zu diesem Themenfeld mitzuteilen.

Abschließend möchten wir uns nochmals recht herzlich beim Projektteam und den Fachkollegen der unteren Bodenschutzbehörden der Kreise und kreisfreien Städte, der Umweltbehörden der Bundesländer und insbesondere auch bei den Kollegen des Umweltbundesamt Österreich und dem Bundesamt für Umwelt der Schweizerischen Eidgenossenschaft für ihre Unterstützung und geleistete Arbeit bedanken.