

## DIN 38402-13



ICS 13.060.10

Ersatz für  
DIN 38402-13:1985-12

**Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und  
Schlammuntersuchung –  
Allgemeine Angaben (Gruppe A) –  
Teil 13: Planung und Durchführung der Probenahme von  
Grundwasser (A 13)**

German standard methods for the examination of water, waste water and sludge –  
General information (group A) –  
Part 13: Design and performance of the sampling of groundwater (A 13)

Méthodes normalisées allemandes pour l'analyse des eaux, des eaux résiduaires et des  
boues –  
Information générales (groupe A) –  
Partie 13: Conception et réalisation de l'échantillonnage des eaux souterraines (A 13)

Gesamtumfang 34 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

## Inhalt

|                                                                                                     | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort . . . . .                                                                                   | 4     |
| Einleitung . . . . .                                                                                | 6     |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                                                       | 7     |
| 2 Normative Verweisungen . . . . .                                                                  | 7     |
| 3 Begriffe . . . . .                                                                                | 7     |
| 4 Probenahmestrategie und Probenahmeplanung . . . . .                                               | 9     |
| 4.1 Allgemeines . . . . .                                                                           | 9     |
| 4.2 Aufgabenstellung und konzeptionelles Modell . . . . .                                           | 10    |
| 4.3 Auswahl der Untersuchungsparameter . . . . .                                                    | 11    |
| 4.4 Art, Anzahl der Proben und Volumen . . . . .                                                    | 11    |
| 4.5 Auswahl der Probenahmestellen . . . . .                                                         | 12    |
| 4.5.1 Typen von Probenahmestellen . . . . .                                                         | 12    |
| 4.5.2 Generelle Kriterien . . . . .                                                                 | 13    |
| 4.5.3 Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit . . . . .                                           | 15    |
| 4.5.4 Erkunden von Verunreinigungen des Grundwassers . . . . .                                      | 15    |
| 4.6 Auswahl der Geräte und Probenahmetechniken . . . . .                                            | 16    |
| 4.7 Zeitpunkte und Häufigkeit der Probenahme . . . . .                                              | 16    |
| 4.8 Zusammenstellung und Dokumentation der Probenahmeplanung . . . . .                              | 17    |
| 5 Probenahmegeräte und Materialien . . . . .                                                        | 17    |
| 6 Durchführung der Probenahme . . . . .                                                             | 19    |
| 6.1 Vorbereitung . . . . .                                                                          | 19    |
| 6.2 Schöpfproben . . . . .                                                                          | 19    |
| 6.3 Pumpproben . . . . .                                                                            | 20    |
| 6.3.1 Vorbemerkungen . . . . .                                                                      | 20    |
| 6.3.2 Berechnung des Abpumpvolumens . . . . .                                                       | 21    |
| 6.3.3 Pumpenförderleistung und maximale Grundwasserabsenkung . . . . .                              | 22    |
| 6.3.4 Einbautiefe der Pumpe . . . . .                                                               | 22    |
| 6.3.5 Entsorgung des Abpumpwassers . . . . .                                                        | 23    |
| 6.3.6 Ausfall der Pumpe . . . . .                                                                   | 23    |
| 6.4 Probenahme in Sonderfällen . . . . .                                                            | 23    |
| 7 Vor-Ort-Messungen bei der Probenahme . . . . .                                                    | 23    |
| 8 Abfüllen der Proben . . . . .                                                                     | 25    |
| 9 Probenvorbehandlung . . . . .                                                                     | 25    |
| 9.1 Vorbereitungen . . . . .                                                                        | 25    |
| 9.1.1 Allgemeines . . . . .                                                                         | 25    |
| 9.1.2 Filtration . . . . .                                                                          | 25    |
| 9.1.3 Probenbehälter, Probenkonservierung, Transport und Lagerung . . . . .                         | 26    |
| 9.2 Probenbeschriftung und Protokolle . . . . .                                                     | 26    |
| 9.3 Vermeidung von durch Grundwassermessstellenausbau und Probenahme verursachten Fehlern . . . . . | 27    |
| 10 Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen . . . . .                                            | 28    |
| Anhang A (informativ) Beispiel eines Probenahmeprotokolls — Probenahme von Grundwasser . . . . .    | 29    |
| Anhang B (informativ) Eignung von Probenahmegeräten . . . . .                                       | 31    |
| Literaturhinweise . . . . .                                                                         | 33    |

## Bilder

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 — Systematisierung der Messstellentypen (siehe [2], modifiziert) . . . . . | 13 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|

## Tabellen

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabelle B.1 — Hinweise zur Eignung von Probenahmegeräten für ausgewählte<br/>Untersuchungsparameter . . . . .</b> | <b>31</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

## Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Unterausschuss NA 119-01-03-09 UA „Probenahme“ des Arbeitsausschusses NA 119-01-03 AA „Wasseruntersuchung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten und bestehende Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Bei Anwendung der Norm ist im Einzelfall je nach Aufgabenstellung zu prüfen, ob und inwieweit die Festlegung von zusätzlichen Randbedingungen erforderlich ist.

Die vorliegende Norm enthält das vom DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) und von der Wasserchemischen Gesellschaft — Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) — gemeinsam erarbeitete Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung:

Planung und Durchführung der Probenahme von Grundwasser (A 13).

Die als DIN-Normen veröffentlichten Deutschen Einheitsverfahren sind bei der Beuth Verlag GmbH einzeln oder zusammengefasst erhältlich. Außerdem werden die genormten Deutschen Einheitsverfahren in der Loseblattsammlung „Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“ gemeinsam von der Beuth Verlag GmbH und der Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA publiziert.

Normen oder Norm-Entwürfe mit dem Gruppentitel „*Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung*“ sind in folgende Gebiete (Haupttitel) aufgeteilt:

Allgemeine Angaben (Gruppe A)

Sensorische Verfahren (Gruppe B)

Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C)

Anionen (Gruppe D)

Kationen (Gruppe E)

Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F)

Gasförmige Bestandteile (Gruppe G)

Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H)

Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K)

Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L)

Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)

Einzelkomponenten (Gruppe P)

Schlamm und Sedimente (Gruppe S)

## Suborganismische Testverfahren (Gruppe T)

Über die bisher erschienenen Teile dieser Normen gibt die Geschäftsstelle des Normenausschusses Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Telefon 030 2601-2448, oder die Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Auskunft.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

## Änderungen

Gegenüber DIN 38402-13:1985-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Titel wurde geändert von „Probenahme aus Grundwasserleitern“ in „Planung und Durchführung der Probenahme von Grundwasser“;
- b) der Inhalt wurde erheblich erweitert: die Fassung von 1985 enthielt lediglich Hinweise zur Durchführung der Probenahme aus Grundwasserleitern, die vorliegende Fassung enthält auch wesentliche Aspekte der Probenahmestrategie und Probenahmeplanung. Weiterhin wurden Kriterien zur Durchführung der Probenahme (Abpumpen des Standwassers hinsichtlich des Abpumpvolumens, der Pumpenförderleistung und der maximalen Grundwasserabsenkung, der Einbautiefe der Pumpe, der Vor-Ort-Messungen und der Probenvorbehandlung) sowie Hinweise zu Qualitätssicherungs- und Qualitätskontrollmaßnahmen ergänzt bzw. konkretisiert;
- c) die Inhalte wurden mit den unter Abschnitt 2 (Normative Verweisungen) aufgeführten Dokumenten, insbesondere ISO 5667-11:2009 und dem Merkblatt DWA-A 909:2011-12 sowie den unter den Literaturhinweisen aufgeführten Dokumenten harmonisiert.

## Frühere Ausgaben

DIN 38402-13: 1985-12

## Einleitung

Grundwasseruntersuchungen dienen der Beschaffung von Informationen und Entscheidungsgrundlagen wie z. B.:

- Identifizierung und hydraulische wie auch stoffliche Charakterisierung einzelner Grundwasserleiter;
- Abgrenzung verschiedener Grundwasserleiter und Erkennen hydraulischer Verbindungen;
- Ermitteln der Beschaffenheit des Grundwassers in seiner räumlichen Verbreitung und seiner zeitlichen Veränderung;
- Rekonstruieren der Entstehung einer bestimmten Grundwasserbeschaffenheit einschließlich anthropogen verursachter Stoffeinträge;
- Untersuchung der Eignung von Grundwasser für bestimmte Nutzungen (z. B. Trinkwasserversorgung, Bewässerung);
- Identifizieren, Lokalisieren und ggf. Quantifizieren von Stoffeinträgen durch Sickerwassereinflüsse und/oder nichtwässrige Flüssigkeiten;
- Ermitteln und Quantifizieren von Stoffmigrationen mit dem Grundwasserstrom;
- Erkennen, Beobachten und Prognostizieren von physikalischen, chemischen und/oder biologischen Prozessen im Grundwasser;
- Überwachen und ggf. Beeinflussen und Steuern von Prozessen im Grundwasser zur Beweissicherung und/oder Verbesserung der Grundwasserbeschaffenheit;
- Nachweisen der Einhaltung von Genehmigungsaufgaben und Überwachen von Anlagen, von denen Auswirkungen auf das Grundwasser ausgehen können;
- Erkennen und Ermitteln der Auswirkungen von Havarien;
- Effizienzkontrolle von Grundwasserschutzmaßnahmen;
- Allgemeine Sammlung wasserwirtschaftlicher Datengrundlagen;
- Erkennen, Beurteilen und Sanieren erheblicher Grundwasserverunreinigungen.

Je nach Fragestellung und konkreter Situation, je nach bereits vorliegendem Kenntnisstand, nach Informationsbedarf und Präzision sowie Zuverlässigkeit der benötigten Informationen muss das Grundwasser an bestimmten Stellen zugänglich gemacht und beprobt werden, damit aus den Ergebnissen der untersuchten Stichproben verlässliche Rückschlüsse repräsentativ auf das zu beurteilende Grundwasser gezogen bzw. die jeweiligen Fragen beantwortet werden können. Hierzu ist eine sorgfältige Planung und Vorbereitung unverzichtbar.

**WARNUNG — Dieses Dokument gibt nicht vor, alle unter Umständen mit der Anwendung des Verfahrens verbundenen Sicherheitsaspekte anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, angemessene Sicherheits- und Schutzmaßnahmen zu treffen.**

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gibt Anleitungen zur Strategie, Planung und Durchführung der Grundwasserprobenahme, zur Ausführung der Vor-Ort-Messungen, zum Abfüllen der Proben, zur Probenvorbehandlung und zu Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen.

Die Probenahme von nichtwässrigen Flüssigkeiten aus dem Boden ist nicht Gegenstand dieses Dokuments.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN ISO 5667-3, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben*

DIN EN ISO 5667-14:2016-12, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 14: Anleitung zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bei der Entnahme und Handhabung von Wasserproben (ISO 5667-14:2014); Deutsche Fassung EN ISO 5667-14:2016*

DVGW W 112 (A):2011-10, *Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen*<sup>1</sup>

DWA-A 909:2011-12, *Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen (inhaltsgleich mit DVGW W 112 (A))*<sup>1</sup>

DVGW W 115:2008-07, *Bohrungen zur Erkundung, Beobachtung und Gewinnung von Grundwasser*<sup>1</sup>

DVGW W 129 (A):2012-05, *Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen*<sup>1</sup>

*Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung — GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044)*<sup>1</sup>

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

### 3.1

#### Probenahmestelle

natürlicher oder künstlich hergestellter Zugang zum Grundwasser, an dem direkte Beobachtungen und Messungen durchgeführt oder Proben entnommen werden können

---

<sup>1</sup> Zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

### 3.2

#### **Quelle**

Ort eines räumlich eng begrenzten Grundwasseraustritts

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu unterscheiden ist, ob es sich um eine durch bauliche Maßnahmen gefasste Quelle oder um eine natürlich belassene ungefasste Quelle handelt.

[QUELLE: DIN 4049-3:1994-10, 3.6.8, modifiziert – alte Anmerkung durch Anmerkung 1 zum Begriff ersetzt.]

### 3.3

#### **Stollen**

horizontaler oder mit Gefälle zum Mundloch hergestellter Grubenbau mit natürlichem Wasserauslauf

### 3.4

#### **Bohrloch**

durch Bohrverfahren hergestellter zylindrischer Aufschluss des Untergrundes ohne Ausbau

Anmerkung 1 zum Begriff: Probenahmen aus Bohrlöchern sind während des Bohrvorganges in der Regel für die Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit lediglich orientierend. Ausnahmen sind den Brunnen gleichzusetzende, ohne Ausbau offenstehende Bohrlöcher im Festgestein (siehe auch DIN EN ISO 22475-1).

### 3.5

#### **Brunnen**

künstlich hergestellter, meist lotrechter Aufschluss im Untergrund zur Gewinnung von Grundwasser oder zur Infiltration

[QUELLE: DIN 4046:1983-09, 4.16]

### 3.6

#### **Schacht**

meist lotrechter Grubenbau, durch den eine wasserführende Lagerstätte erschlossen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Probenahme richtet sich nach den Empfehlungen für Brunnen.

### 3.7

#### **Grundwasser**

unterirdisches Wasser, das Hohlräume der Lithosphäre zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird

[QUELLE: DIN 4049-3:1994-10, 3.1.2]

### 3.8

#### **Grundwasserleiter**

Gesteinskörper, der geeignet ist, Grundwasser weiterzuleiten

[QUELLE: DIN 4049-3:1994-10, 3.3.1]

### 3.9

#### **Grundwassermessstelle**

Anlage zur Ermittlung hydrologischer und hydrochemischer Werte des Grundwassers, z. B. von Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit

[QUELLE: DIN 4049-3:1994-10, 3.4.1]

### 3.10

#### Grundwasserspiegel

ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre, z. B. in Brunnen, Grundwassermessstellen

[QUELLE: DIN 4049-3:1994-10, 3.4.9]

### 3.11

#### hydraulisches Kriterium

Wasservolumen, das vor Beginn der Grundwasserprobenahme abzupumpen ist, um den von der Grundwassermessstelle ausgehenden Einfluss weitestgehend auszuschließen

## 4 Probenahmestrategie und Probenahmeplanung

### 4.1 Allgemeines

Grundwasser ist naturgemäß einer direkten Beobachtung i. d. R. nicht zugänglich. Daher müssen bestimmte Stellen ausgewählt werden, an denen ein Zugang (Grundwasseraufschluss) genutzt oder künstlich geschaffen wird, um Beobachtungen, Direktmessungen und Beprobungen des Grundwassers vorzunehmen. Zu unterscheiden sind Schöpfproben, Pumpproben, passive Proben und Direct-Push-Proben, bei denen es sich gewissermaßen um Schöpfproben direkt aus dem Grundwasserleiter handelt. Auf die passiven Probenahmen und die Direct-Push-Verfahren wird im weiteren Text nicht näher eingegangen.

Aus den punktuell bzw. sehr kleinräumig gewonnenen Beobachtungs- und Messdaten werden dann durch Extrapolation, Interpolation, Analogieschlüsse, Modellvorstellungen und ggf. Modellberechnungen die benötigten Informationen ermittelt. Dies setzt voraus, dass zusätzlich zu den im Labor an der Wasserprobe bestimmten Messdaten bereits im Zusammenhang mit der Einrichtung der Probenahmestelle und während der Probenahme weitere Daten und Aufzeichnungen gewonnen wurden, die eine Einschätzung zur Reichweite der Gültigkeit der Probendaten erlauben. Allein die im Labor an einer Probe bestimmten Messdaten sind in der Regel zur Beantwortung der gegebenen Fragestellung nicht ausreichend. Dies ist bereits bei der Planung der Probenahme zu berücksichtigen.

Des Weiteren sind in der Probenahmeplanung äußere Sachzwänge wie Zugänglichkeit, Infrastruktur sowie die Entfernung zwischen dem Ort der Probenahme und dem Analysenlabor zu beachten.

Eine Grundwasserprobe umfasst in der Regel maximal einige wenige Liter und wird oft entsprechend den vorgesehenen Untersuchungsparametern aufgeteilt, um die ggf. erforderlichen Konservierungsmaßnahmen zu ermöglichen. Aus den Ergebnissen der Untersuchung der Probe wird auf die Eigenschaften eines um mehrere Zehnerpotenzen größeren Grundwasservolumens geschlossen. Es ist daher von großer Bedeutung, eine Vorstellung davon (ein konzeptionelles Modell) zu entwickeln, woher die Probe stammt und welche Position die Probe innerhalb des zu untersuchenden Grundwassers einnimmt bzw. einnimmt. Nach DVGW W 112 (A):2011-10 bzw. DWA-A 909:2011-12 ist die „Repräsentativität“ einer gewonnenen Grundwasserprobe ein Gütekriterium für die Widerspiegelungsgenauigkeit der Beschaffenheit des Grundwassers an einem definierten Ort und zu einer definierten Zeit. In repräsentativen Proben sollen sich die in-situ-Verhältnisse eines räumlichen Ausschnittes des Grundwasserleiters zum Zeitpunkt der Probenahme im Hinblick auf Konzentration, Stoffmuster der Inhaltsstoffe, Gehalt an Partikeln und Mikroorganismen sowie der physikalischen und biologischen Eigenschaften widerspiegeln. Entscheidend für die meisten Fragestellungen ist, wie weit über die entnommene und untersuchte Probe hinaus die an der Probe festgestellten Eigenschaften ebenfalls vorhanden sind und ab wann sie davon abweichen.

Die Probenahmestrategie wird bestimmt durch die Aufgabenstellung und die angenommene bzw. gegebene Situation am Ort der Untersuchung. Sie beinhaltet vor allem Entscheidungen über:

- die Auswahl der Probenahmestellen und die Reihenfolge, in der diese beprobt werden sollen,
- die zu untersuchenden Parameter,

- Art, Umfang und Anzahl der Proben,
- einzusetzende Geräte und Probenahmetechniken,
- Zeitpunkte und Häufigkeit der Probenahme.

Der Probenahmeplan ist die schriftliche Umsetzung der Probenahmestrategie. Er dient der Abstimmung mit allen Beteiligten und legt fest, wie Probenehmer konkret vorgehen müssen. Der Probenahmeplan begründet die gewählte Vorgehensweise. Er legt außerdem Regeln fest, wie zu reagieren ist, falls bestimmte Bedingungen eintreten. Solche Regeln sind insbesondere dann hilfreich, wenn Probenehmer sich gezwungen sehen, vom Probenahmeplan abzuweichen.

## 4.2 Aufgabenstellung und konzeptionelles Modell

Die Ergebnisse der Untersuchung einer Grundwasserprobe können in der Regel nicht beurteilt werden, ohne die Herkunft der Probe zu berücksichtigen. Daher empfiehlt es sich, bereits vor der Festlegung einer Probenahmestrategie ein konzeptionelles Modell zu entwickeln, das die vorhandenen Informationen und darauf gestützten Annahmen über die hydrogeologische Situation, das zu untersuchende Grundwasser, seine Dynamik und voraussichtliche Beschaffenheit zu einem plausiblen, aber noch vorläufigen Modell zusammenfügt. Die Unsicherheiten und Defizite dieses Modells können dann im Sinne der Fragestellung aufgegriffen und zur Ableitung einer effektiven und effizienten Untersuchungs- und Probenahmestrategie berücksichtigt werden.

Folgende Aufgabenstellungen sind zu unterscheiden [1]:

- a) Ersterfassung und orientierende Untersuchung der Beschaffenheit eines Grundwasservorkommens. Dies umfasst vor allem eine erste hydrochemische Charakterisierung z. B. mit Hilfe einer Ionenbilanz (siehe z. B. DIN 38402-62) und Untersuchungen zu bestimmten Wasserinhaltsstoffen. Einige wenige Probenahmestellen können dazu bereits ausreichen. Neben der Wasseruntersuchung sind hier die Beschaffung und Auswertung sonstiger Informationen über das Grundwasservorkommen und die hydrogeologischen, geochemischen und hydraulischen Gegebenheiten z. B. aus Geländebeobachtungen, Schichtenverzeichnissen, Grundwasserstandsbeobachtungen und Aktenunterlagen von Bedeutung.
- b) Abgrenzung und detaillierte Untersuchung der Beschaffenheit eines Grundwasservorkommens. Hier sind vor allem die Ausdehnung bzw. das Einzugsgebiet eines Grundwasservorkommens, die Strömungsverhältnisse und Wasserbilanzen zu ermitteln. Je sicherer die bereits aus vorangegangenen Untersuchungen vorliegenden Informationen zur hydraulisch-hydrochemischen Situation sind, desto weniger Probenahmestellen sind in der Regel ausreichend. Dies gilt insbesondere für Überwachungsprogramme mit regelmäßig wiederholten Probenahmen. Ggf. ist es von Vorteil, die Untersuchung in aufeinander aufbauenden Schritten zu planen.
- c) Räumliche und zeitliche Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit. Die Erfassung räumlicher Veränderungen verlangt in der Regel eine größere Anzahl von Probenahmestellen. Zeitliche Veränderungen können an den jeweiligen Probenahmestellen durch wiederholte Probenahme beobachtet werden. Dabei sind besonders die Randbedingungen wie z. B. Wasserstände und die Durchführung der Probenahme zu beachten. Bei der Überwachung von Prozessen im Grundwasser sind insbesondere die vom jeweiligen Prozess betroffenen Parameter zu berücksichtigen. Zusätzlich zur Probenahme ist dabei die Beobachtung der hydraulischen Bedingungen meist hilfreich.
- d) Lokalisierung und Quantifizierung von Stoffeinträgen in das Grundwasser. Hinweise, Annahmen oder Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen werden hier überprüft und präzisiert. Detaillierte Informationen zur Grundwasserströmung sind hierbei erforderlich und ggf. parallel zu ermitteln. Eine Kombination der Probenuntersuchungen mit hydraulischen Tests, Pumpversuchen und/oder Modellberechnungen ist oft hilfreich.

Im Laufe zunehmender Erkenntnisse durch die Untersuchungen wird das konzeptionelle Modell überprüft und verfeinert, bei Bedarf modifiziert und angepasst. Es mündet auf diese Weise schließlich in das Interpretations-

modell, mit dem die Ergebnisse der Untersuchungen an Grundwasserproben auf das gesamte zu betrachtende Grundwasser übertragen werden.

### 4.3 Auswahl der Untersuchungsparameter

Die zu untersuchenden Parameter sind abhängig von der jeweiligen Fragestellung. Bei der Planung und Durchführung der Probenahme und des Probenverkehrs muss sichergestellt werden, dass Veränderungen der Untersuchungsparameter durch die Probenahme minimiert bzw. verhindert werden. DIN EN ISO 5667-3 enthält Hinweise zur Konservierung und Handhabung von Wasserproben.

Neben den für die jeweilige Fragestellung spezifischen Parametern empfiehlt es sich, insbesondere bei neu errichteten Probenahmestellen oder solchen, die länger nicht beprobt wurden, die Haupt-Anionen und -Kationen zu bestimmen, um damit eine Ionenbilanzierung und eine hydrochemische Charakterisierung vornehmen bzw. überprüfen zu können. Dadurch lassen sich ggf. Differenzierungen im Grundwasserleiter oder veränderte Einflüsse auf das Grundwasser erkennen.

Einzelparameter übergreifende Bestimmungen (z. B. BTEX, LHKW, PAK, PCB) dienen lediglich einem schnellen Überblick, vereinfachen dabei aber zwangsläufig und verlieren an Detailinformationen, ohne dabei Kosten zu sparen, da die Einzelverbindungen ohnehin als Grundlage der Summenbildung bestimmt werden müssen. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass nicht vergleichbare Werte produziert werden, wenn unterschiedliche Einzelverbindungen unter identischer Parameterbezeichnung aufsummiert werden. Es ist grundsätzlich zu empfehlen, bei fachlichen Auswertungen auf die Verwendung aufsummierter Parameter zu verzichten und alle im Labor tatsächlich bestimmten Parameter zu betrachten.

Die vor Ort zuverlässig zu bestimmenden Parameter (z. B. Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Redoxspannung und Trübung) sind notwendig zum Überwachen des Abpumpvorganges vor einer Probenahme. Beeinflussungen des geförderten Wassers durch die Probenahmestelle und auch Inhomogenitäten im Grundwasserleiter lassen sich damit oft gut erkennen. Als „hydrochemisches Beschaffenheitskriterium“ wird die Konstanz dieser Parameter nach einer definierten Zeit bezeichnet, die allerdings nicht in allen Fällen erreicht werden kann.

### 4.4 Art, Anzahl der Proben und Volumen

Grundwasserproben werden in der Regel als Einzelproben entnommen (während eines kontinuierlichen Probenahmevorgangs ohne Unterbrechung).

Das Wasser im unmittelbaren Bereich einer Probenahmestelle unterliegt gegenüber dem weiter entfernten Grundwasser zusätzlichen Einflüssen durch u. a.:

- Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff;
- Ausbaumaterialien;
- veränderte Strömungsverhältnisse;
- chemische und biologische Prozesse.

Die Probenahme ist so durchzuführen, dass diese Einflüsse so gering wie möglich gehalten werden. Bei Brunnen und Grundwassermessstellen ist zu unterscheiden zwischen dem Wasser aus dem Bereich der Filterstrecke, das durch den permanenten Grundwasserstrom zumindest langsam ausgetauscht wird, und dem Vollrohrwasser aus unverfilterten Abschnitten, das u. U. sehr lange unbewegt bleibt.

Beim Abpumpen einer Grundwassermessstelle oder eines Brunnens strömt das Grundwasser, vor allem bei Porengrundwasserleitern, im Idealfall radial von allen Seiten dem verfilterten Abschnitt zu. Die zu einem bestimmten Zeitpunkt entnommene Pumpprobe entstammt somit theoretisch einer Kugelschale bzw. der Schale eines Ellipsoids. Je größer das vor der Probenahme abgepumpte Grundwasservolumen ist, desto größer wird der Durchmesser dieser Form und desto dünner wird die erfasste Schale bei gleichem Probenvolumen.