

# Merkblatt

## Grundwasserprobennahme

2. Auflage



ARBEITSKREIS  
**Grundwasser-  
beobachtung**

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ  
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg  
Landesamt für Umwelt Brandenburg  
Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt  
Landeslabor Berlin-Brandenburg  
Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin  
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft  
Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz

## Impressum

*Herausgeber:*

Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung

*Mitglieder des Arbeitskreises Grundwasserbeobachtung (Stand 05.09.2023):*

Eike Barthel, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

Regina Böhme, Landeslabor Berlin-Brandenburg

Dr. Jens Bölscher, Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin

Dr. Peter Börke, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Sandra Brandt, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

Angela Hermsdorf, Landesamt für Umwelt Brandenburg

Heiko Ihling, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Dr. Ronald Krieg, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

Jörg Kunze, Landesamt für Umwelt Brandenburg

Dr. Jörg Neumann, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Antje Nitschke, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Falk Nüßler, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Ricardo Paul, Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz

Tino Rosin, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

Ralf Trabitzzsch, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

Sarah Zeilfelder, Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin

*Erstellt unter Mitwirkung von*

Timon Burhenne, Landesamt für Umwelt Brandenburg

Uwe Döring, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Markus Donder, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Linda Dworak, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Franz Grund, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Matthias Heinzl, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Prof. Marion Martienssen, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Christian Schenkling, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

Ireen Werner, Landesamt für Umwelt Brandenburg

Titelbild: Messstelle Reichenberg b. Moritzburg

© Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

Redaktionsschluss:

18.12.2024

## **Vorwort**

Grundwasser stellt eine unverzichtbare Ressource zur Trinkwasserversorgung und zur Brauchwassergewinnung für Landwirtschaft und Industrie dar. Die Probennahme des Grundwassers dient dabei der Grundwasserüberwachung durch staatliche und andere wasserwirtschaftliche Einrichtungen.

Die Gewinnung von Grundwasserproben ist von grundlegender Bedeutung, da die chemischen und physikalischen Analysenergebnisse einen erheblichen Einfluss auf wasserwirtschaftliche Entscheidungen und wissenschaftliche Forschungsergebnisse haben.

Die Probennahme kann bei unsachgemäßer Durchführung zu einer Kette von Fehlern führen, die das Ergebnis um ein Vielfaches der Analysengenauigkeit verfälschen. Die Betrachtung möglicher Fehlerquellen bei der Grundwasserprobennahme werden in diesem Merkblatt berücksichtigt.

In der Bundesrepublik Deutschland existiert eine Vielzahl von Richtlinien, technischen Regeln und Empfehlungen zur Entnahme von Grundwasserproben. Das vorliegende Merkblatt soll aktuelle Vorgaben aus Normen (DIN), fachlichen Empfehlungen (LAWA) und Handlungsanweisungen (DVGW/DWA) mit den praktischen Ausführungen der Probennehmer im Feld verknüpfen.

Behördenvertreter der Länder Bayern, Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen sowie Mitarbeiter des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung GmbH – UFZ haben sich zu einem Arbeitskreis „Grundwasserbeobachtung“ zusammengeschlossen. Ziel ist es, praxisnahe Veranstaltungen und grundwasserbezogene Informationen in Form von Merkblättern für den behördlichen Umgang mit dem Grundwasser zur Verfügung zu stellen. Das vorliegende Merkblatt, stellt den aktuellen Kenntnisstand zur Grundwasserprobennahme in einer neuen Auflage dar. Es war das Anliegen des Arbeitskreises, weiterführende Erkenntnisse und neue Handlungsempfehlungen der letzten Jahre zur Vertiefung des gegenwärtigen Regelwerkes aufzuarbeiten.

Das Merkblatt hat das Ziel einer umfassenden praxisorientierten Handlungsanleitung für die Grundwasserprobennahme in Locker- und Festgesteinsgrundwasserleitern. Dabei werden auch Probennahmen an Quellen, Stollen und Brunnen berücksichtigt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Richtlinien und Regeln zur Grundwasserprobennahme .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Probennahmestellen .....</b>	<b>10</b>
2.1	Allgemeine Anforderungen .....	10
2.2	Arten von Grundwasseraufschlüssen .....	11
2.2.1	Grundwassermessstellen .....	11
2.2.2	Quellen .....	12
2.2.3	Stollen .....	13
2.2.4	Brunnen .....	14
<b>3</b>	<b>Probennahmesysteme und -techniken .....</b>	<b>15</b>
3.1	Überblick .....	15
3.2	Auswahlkriterien für Probennahmesysteme .....	17
3.3	Einsatz von Packersystemen .....	20
<b>4</b>	<b>Planung .....</b>	<b>21</b>
4.1	Dokumente und Zugänge .....	22
4.2	Geräte und Materialien .....	23
4.2.1	Veränderungen von Grundwasserproben durch Materialien und Werkstoffe .....	25
4.2.2	Grundlegende Wechselwirkungen .....	25
4.2.3	Geeignete Werkstoffe für Ausbaumaterial, Probennahmeequipment und Probengefäße .....	30
<b>5</b>	<b>Entnahme von Grundwasserproben .....</b>	<b>35</b>
5.1	Ruhewasserspiegelmessung und Lotung der Messstelle .....	35
5.2	Einbau der Pumpe .....	35
5.3	Abpumpen .....	36
5.3.1	Hydraulisches Kriterium .....	37
5.3.2	Beschaffenheitskriterium .....	38
5.3.3	Festlegung messstellenspezifischer Abpumpkriterien .....	39
5.3.4	Optimierung der Förderrate .....	41
5.4	Schöpfproben .....	41
5.5	Probennahme von Quellwasser .....	42
5.6	Entnahme von Proben aus artesisch gespannten Grundwasserleitern .....	43
5.6.1	Druckdicht verschlossene Grundwassermessstellen .....	43
5.6.2	Frei auslaufende Grundwassermessstellen .....	43
<b>6</b>	<b>Messungen vor Ort .....</b>	<b>44</b>
6.1	Messung der Leitkennwerte .....	44
6.2	Volumenmessung während einer Pumpprobennahme .....	45
6.3	Ermittlung der Schüttung bei der Probennahme von Quellen .....	46
6.4	Bestimmung organoleptischer Parameter .....	47
<b>7</b>	<b>Probenvorbehandlung und Transport der Proben .....</b>	<b>48</b>

7.1	Probenvorbehandlung .....	48
7.2	Abfüllen der Proben .....	49
7.3	Transport und Lagerung .....	51
7.4	Einflüsse und mögliche Auswirkungen .....	52
<b>8</b>	<b>Nachbereitung der Probennahme .....</b>	<b>53</b>
8.1	Dokumentation der Ergebnisse.....	53
8.2	Wartung und Reinigung .....	54
<b>9</b>	<b>Fehlerquellen bei der Probennahme .....</b>	<b>55</b>
9.1	Allgemeine Fehler .....	55
9.2	Kontamination der Probe.....	56
9.3	Methodische und logistische Fehler .....	57
<b>10</b>	<b>Qualitätssicherungs- und Kontrollmaßnahmen .....</b>	<b>58</b>
10.1	Qualifikation.....	58
10.2	Aktualisierung von Unterlagen.....	58
10.3	Funktionsprüfungen.....	58
10.4	Vor-Ort-Messungen .....	59
10.5	Feldblindproben.....	59
10.6	Reinigung der Steigrohre und Schläuche .....	60
10.7	Vergleichsmessungen und -probennahmen .....	60
<b>11</b>	<b>Arbeitsschutz .....</b>	<b>61</b>
<b>12</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>63</b>

## Abbildungen

Abbildung 1: Vereinfachtes Schema der Grundwasserprobennahme mit Pumptechniken.....	16
Abbildung 2: Anordnung und Probennahmebereiche von Packersystemen (geändert aus DVGW W112) .....	20
Abbildung 3: Bereiche der Planung der Probennahme .....	21
Abbildung 4: Festlegung messstellenspezifischer Abpumpkriterien .....	39

## Tabellen

Tabelle 1: Wirkungen der Probeneahmetechnik .....	18
Tabelle 2: Auswahl des Probennahmesystems als Funktion des Parameterspektrums (in Anlehnung an DVWK, 1997).....	19
Tabelle 3: Mögliche Effekte von Ausbaumaterial und Probennahmeequipment auf die Beschaffenheit der Wasserprobe.....	29
Tabelle 4: Eignung von Rohr- und Schlauchmaterialien zur Grundwasserprobennahme (verändert, ergänzt nach DVWK-Mitteilung, Heft 20, 1990).....	32
Tabelle 5: Prüfverfahren für die Messung der Leitkennwerte .....	45

## Anlagen

Anlage 1: Messstellenpass (Beispiel)	
Anlage 2: Ausgewählte Grundwasserparameter - Probenbehältnisse, Konservierungsverfahren und maximale Aufbewahrungszeiten (angelehnt an DIN EN ISO 5667-3: 2024-09)	
Anlage 3: Probennahmeprotokoll (Beispiel)	

## Abkürzungen und Symbole

AK GWB	Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung
AOX	adsorbierbare organisch gebundene Halogene
AQS	analytische Qualitätssicherung
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
CKW	chlorierte Kohlenwasserstoffe
DAkKS	Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.
DN	Diameter Nominal (Nomineller Rohrdurchmesser)
DOC	Dissolved organic carbon (gelöster organischer Kohlenstoff)
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
EN	Europäische Norm
FEP	Fluorethylen-Propylen
FDO	fluoreszent dissolved oxygen
FKM	Fluorkautschuk
FH-DGGV	Fachsektion Hydrogeologie e.V. in der Deutschen Geologischen Gesellschaft - Geologische Vereinigung e.V.
GrwV	Grundwasserverordnung
GWM	Grundwassermessstelle
HDPE	High Density Polyethylen (Hart-Polyethylen)
KW	Kohlenwasserstoffe
LAWA	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LDPE	Low Density Polyethylene (Polyethylen niedriger Dichte)
LfU	Landesamt für Umwelt
LfUG	Landesamt für Umwelt und Geologie
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
m u. MP	Meter unter Messpunkt
PE	Polyethylen
PER	Tetrachlorethen, auch Perchlorethylen
PFA	Perfluoralkoxy-Polymere
PFAS	per- and polyfluoroalkyl substances (Per- und polyfluorierte Chemikalien)
PP	Polypropylen
PTFE	Polytetrafluorethylen
PVC	Polyvinylchlorid
ROK	Rohroberkante
TRI	Trichlorethylen
VOC	volatile organic compounds (Flüchtige organische Verbindungen)

## 1 Richtlinien und Regeln zur Grundwasserprobennahme

Es gibt in Deutschland verschiedene Institutionen, die eine Vielzahl an Normen, Arbeitsblättern, Merkblättern, Empfehlungen und Vorschriften herausgegeben haben, welche die repräsentative Probennahme von Grundwasser behandeln (Voss, 2021). Nachfolgend werden die Normen und Regelwerke der vier wesentlichen Institutionen DIN, DVGW, LAWA und DWA benannt:

- DIN EN ISO 5667-1:2023-04, Wasserbeschaffenheit - Probenahme – Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken (ISO 5667-1:2020); Deutsche Fassung EN ISO 5667-1:2022,
- DIN EN ISO 5667-3:2024-09, Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben (ISO 5667-3:2024); deutsche Fassung EN ISO 5667-3:2024,
- DIN EN ISO 5667-14:2016 12 Wasserbeschaffenheit - Probenahme -Teil 14: Anleitung zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bei der Entnahme und Handhabung von Wasserproben,
- DIN 38402-13:2021-12 Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Teil 13: Planung und Durchführung der Probennahme von Grundwasser (A 13)
- ISO 5667-11:2009-04: Wasserbeschaffenheit - Probennahme Teil 11: Hinweise zur Probennahme von Grundwasser.

Die LAWA hat für die Grundwasserprobennahme folgendes Merkblatt herausgegeben:

- AQS-Merkblatt P-8/2 - Probennahme von Grundwasser (LAWA, 2023).

Die DWA und der DVGW haben gemeinsam das folgende inhaltsgleiche Merkblatt herausgegeben:

- DWA-A 909 bzw. DVGW W 112 (A): Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen (2011).

Zur Verbindlichkeit der Anwendung der Regelwerke bei der Grundwasserprobennahme gelten folgende Grundsätze:

Laut einem Urteil des Bundesgerichtshofs sind die DIN-Normen „keine Rechtsnormen, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter“ (BGH, 1998). Eine Verbindlichkeit besteht dementsprechend nur, wenn in Verträgen oder in Gesetzen und Verordnungen darauf Bezug genommen und deren Anwendung festgelegt wird (vgl. Voss 2021).

Private technische Regeln, wie z. B. der Verbände DVGW und DWA, sind als allgemein anerkannte Regeln der Technik zu verstehen. Hierbei handelt es sich um technische Festlegungen für Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach herrschender fachlicher Auffassung der beteiligten Kreise (Fachleute, Anwender, Verbraucher und öffentliche Hand) erstellt wurden. In der Praxis

können immer auch andere technische Lösungen als die vom DVGW-Regelwerk vorgegebenen, verbindlichen Anforderungen oder unverbindlichen Empfehlungen gewählt werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass diese als gleichwertig zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik anzusehen sind. Im Normungspolitischen Konzept (Bundesregierung, 2009) heißt es auch, dass Normung und Regelsetzung keine Innovationshemmnisse darstellen dürfen und daher keine Einzellösungen beschreiben sollen. Zugleich müssen die Regeln technologieoffen sein.

Aus rechtlicher Sicht können sich Abweichungen vom Gebot der Anwendung der allgemein anerkannten Regeln der Technik auch aus dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit ergeben (vgl. Cyris, 2005). Dieser Grundsatz verbietet, ausnahmslos die Anwendung der technischen Regeln vorzuschreiben, wenn die fachliche Gleichwertigkeit eines alternativ gewählten Vorgehens sichergestellt ist. Das gilt selbst dann, wenn die Rechtsvorschriften keine ausdrücklichen Ausnahmen vorsehen. Weiterhin erlauben es Rechtsvorschriften, die sich auf die Einhaltung bestimmter Regeln oder Regelwerke beziehen, bei Bedarf auch andere technische Regeln anzuwenden. Allerdings trägt in diesem Fall der Verantwortliche die Beweislast, dass die von ihm angewendeten technischen Regeln im entsprechenden Kontext ebenfalls eine allgemeine Anerkennung gefunden haben.

## 2 Probennahmestellen

### 2.1 Allgemeine Anforderungen

Voraussetzung für eine regelkonforme Probennahme und in der Folge belastbare Labordaten sind geeignete Grundwasseraufschlüsse. Folgende Grundwasseraufschlüsse werden grundsätzlich als Probennahmestellen betrachtet:

- Bohrungen mit verrohrtem oder unverrohrtem Ausbau (GWM),
- ausgebaute, gefasste und natürlich auslaufende Quellen,
- Stollen, z. B. des Bergbaus und
- Brunnen der öffentlichen und privaten Wasserversorgung.

Im Kapitel 2.2 werden die verschiedenen, für die Probennahme geeigneten Arten von Grundwasseraufschlüssen einzeln beschrieben und spezifische Besonderheiten sowie mögliche Ausschlusskriterien näher erläutert. Innerhalb des Merkblattes werden die beiden Begriffe „Probennahmestelle“ und „Messstelle“ als Sammelbegriffe für alle geeigneten Grundwasseraufschlüsse prinzipiell gleichbedeutend verwendet. Als „GWM“ im eigentlichen Sinne werden hier grundsätzlich gebohrte Messstellen mit Ausbaudurchmessern zwischen DN 50 und DN 125 bezeichnet.

Kriterien zur Eignung und Auswahl des Messstellentyps ergeben sich zumeist aus der konkreten fachlichen Fragestellung und der jeweiligen hydrogeologischen Situation. Um prinzipiell als Probennahmestellen geeignet zu sein, müssen Grundwasseraufschlüsse folgende grundsätzliche Anforderungen erfüllen:

a. Kenntnis über Bauweise und Zustand der Probennahmestelle:

Die bauliche Ausführung geeigneter Messstellen entspricht grundsätzlich dem gültigen Regelwerk, wie z. B. den Merkblättern Bau (AK GWB, 2012) und Funktionsprüfung (AK GWB, 2018). Eine eindeutige Zuordnung des untersuchten Wassers zum betreffenden Grundwasserleiter ist möglich. Als qualitätssichernde Maßnahmen gewährleisten regelmäßige Prüfungen die Funktionstüchtigkeit der Messstelle und schließen damit auch die Beprobung von Wasser unbekannter/unerwünschter Herkunft aus (vgl. 3.1 b). Eine Ausnahme stellen hier natürliche, nicht baulich veränderte Grundwasseraufschlüsse, wie insbesondere Quellen dar, die normalerweise nicht Bestandteil der geltenden Regelwerke sind.

b. Entnahme repräsentativer und reproduzierbarer Proben:

Repräsentativ bedeutet hier, dass die entnommene Probe mit ihren Wasserinhaltsstoffen die hydrochemischen Verhältnisse des beprobten Grundwasserleiters sicher charakterisiert. Um dies fachlich beurteilen zu können, muss vor allem die Interpretierbarkeit der Ergebnisse gewährleistet sein (vgl. 3.1 c). Weiterhin ist sicherzustellen, dass die Probennahme an der

betreffenden Messstelle möglichst jederzeit unter vergleichbaren Bedingungen wiederholt werden kann („Reproduzierbarkeit“).

c. Interpretierbarkeit der Messergebnisse:

Wesentliche Voraussetzung für interpretierbare Grundwasseranalysen ist, dass die Herkunft des untersuchten Wassers bekannt ist. Bei einer GWM erfordert dies einen adäquaten zielgerichteten technischen Ausbau. Ebenso wichtig ist die Kenntnis des Zustrombereiches der GWM bzw. bei Quellen das Einzugsgebiet, um mögliche nutzungsbedingte Einflüsse auf den Chemismus bewerten zu können. Zuletzt sei hier noch auf den Ausschluss von Fremdwasser hingewiesen, damit sichergestellt ist, dass tatsächlich Grundwasser beprobt wird.

## **2.2 Arten von Grundwasseraufschlüssen**

Nachfolgend aufgezählte Arten von Grundwasseraufschlüssen sind prinzipiell für die Probenahme geeignet.

### **2.2.1 Grundwassermessstellen**

Wichtigster Messstellentyp ist zumeist die gebohrte und ausgebaute GWM. Anders als bei Brunnen und Quellen kann bei GWM i. d. R. kein Einzugsgebiet abgegrenzt werden. Die gewonnene Grundwasserprobe ist lediglich einem ungefähren Bereich des geohydraulischen Strömungsfeldes zuzuordnen, so dass hier letztlich nur (und nicht abgegrenzt) der so genannte „Zustrombereich“ bekannt ist. Unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.1 genannten allgemeinen Anforderungen sind die unten aufgeführten Aspekte für die Eignung von wesentlicher Bedeutung:

- Die bauliche Ausführung der GWM entspricht grundsätzlich den allgemein anerkannten Regeln der Technik.
- Es muss ein ausreichender Ausbaudurchmesser für eine repräsentative Probennahme (Einbau Pumpe und Fördersystem) und zur Durchführung erforderlicher Qualitätsicherungsmaßnahmen vorhanden sein.
- Funktionsprüfungen gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik sind erforderlich, um bauliche Mängel und unerwünschte Einflüsse auf den Chemismus (z. B. Oberflächenwasserzutritt) auszuschließen.
- Der für den Zweck der Probennahme relevante Bereich des Grundwasserleiters soll erschlossen werden. In der Regel werden Messstellen mit Teilverfilterung im hydraulisch wirksamen Bereich des Grundwasserleiters genutzt. Voll- und Mehrfachverfilterungen kommen aufgrund hoher Aufwände bei der tiefenorientierten Probennahme (Einsatz von Packern etc.) sowie i. d. R. eingeschränkter Interpretierbarkeit der Analysedaten nur für spezielle Fragestellungen in Betracht.

Es ist zu beachten, dass die tatsächlichen Anforderungen durch die besonderen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Einzelfall abweichen können bzw. auf diese individuell abgestimmt werden müssen.

GWM, die einen artesisch gespannten Grundwasserleiter erschließen, stellen für die Probennahme und deren Planung eine Besonderheit dar. Für die Planung der Probennahme ist zwischen zwei Typen von artesischen Messstellen zu unterscheiden:

- druckdicht verschlossene GWM/Brunnen und
- frei auslaufende GWM/Brunnen.

Unter druckdicht verschlossene GWM versteht man Bohrungen, die nach ihrem Ausbau technisch so verschlossen werden, dass kein Wasser austritt. Diese Bauweise lässt die Messung von Druckschwankungen mittels Manometer zu.

Im Gegensatz zu druckdicht verschlossenen GWM werden frei auslaufende Arteser so ausgebaut, dass das Wasser permanent auslaufen kann. In der Regel wird das Wasser hier in die Vorflut abgeleitet.

Grundsätzlich sind GWM in artesisch gespannten Grundwasserleitern als Spezialbauwerke zu betrachten, für die die Probennahme messstellenspezifisch im Messstellenpass definiert werden muss (vgl. Kapitel 5.6).

### **2.2.2 Quellen**

Quellen sind örtlich begrenzte Grundwasseraustritte. Hierbei kann es sich sowohl um Quellen in naturnaher oder gefasster Form, als auch um künstlich angelegte Grundwasseraustritte handeln. Künstliche Quellen sind beispielsweise Stollenfassungen (LAWA, 1995) und Sickerstränge (LfUG, 1997). Stollen als Probennahmestellen werden im nachfolgenden Kapitel 2.2.3 behandelt.

Im Gegensatz zu GWM repräsentieren Quellen ein Einzugsgebiet, für das am Quellaustritt ein integraler Messwert gewonnen werden kann. Beschreibungen zu verschiedenen Quelltypen sind in LAWA (1995) und LfUG (1997) zu finden.

Da das Grundwasser in Quellen i. d. R. frei austritt, entfallen hier alle mit dem Einsatz von Pumpen verbundenen Problemstellungen (z. B. Einbautiefe, Pumprate). Hinweise zur Eignung der verschiedenen Quelltypen zur Gewinnung repräsentativer Proben gibt die LAWA (1995).

Quellaustritte sind zur Probennahme geeignet, wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind:

- Es liegt eine definierte Austrittsstelle im Sinne der unter 2.1 aufgeführten Grundsatzanforderungen vor. Diese kann sowohl natürlich entstanden als auch durch technische Maßnahmen künstlich geschaffen sein. Der Entnahmeort der Probe sollte eindeutig zu bestimmen sein. Die Grundwasserprobe ist grundsätzlich immer unmittelbar am Quellaustritt zu entnehmen. Bei gefassten Quellen ist in Quellschächten mit mehreren Zuläufen auf eine eindeutige Zuordnung im Hinblick auf die Probennahme und den zu untersuchenden Quellaustritt zu achten (Dokumentation im Messstellenpass).
- Eine natürliche Austrittsstelle muss dabei nicht zwingend auf einen Punkt konzentriert, sondern kann je nach Quelltyp flächig oder linienförmig ausgebildet sein. Damit sind

Quellwasseraustritte, z. B. von Schichtquellen eingeschlossen. Zur repräsentativen Probennahme muss auch hier eine definierte Entnahmestelle vorliegen.

- Die Quelle sollte im Idealfall eine dauerhafte Schüttung vorweisen, so dass jederzeit eine repräsentative Probennahme möglich ist. Episodische Wasserführung ist ein charakteristisches Kennzeichen gering ergiebiger, oberflächennaher Grundwasservorkommen. Entsprechende Quellen können regional als Messstellen in Frage kommen.
- Eine Ermittlung der Quellschüttung sollte grundsätzlich möglich sein und routinemäßig durchgeführt werden. Sofern in Einzelfällen keine Messung der Quellschüttung durchführbar ist, kann ersatzweise auch eine Abschätzung der Schüttungsmengen erfolgen.
- Im Falle von gefassten bzw. verrohrten Quellaustritten innerhalb der landwirtschaftlichen Flur ist ein möglicher Drainageeinfluss zu prüfen. Die Beprobung von Wasser aus dem ungesättigten Bereich ist auszuschließen.
- Der Zugang zum Quellaustritt muss jederzeit gewährleistet sein. Vorgaben der Arbeitssicherheit sind mit Blick auf die Zugänglichkeit der Probennahmestelle zu berücksichtigen.

### **2.2.3 Stollen**

In dem Merkblatt „Grundwasserprobennahme“ (AK GWB, 2003) fehlen bisher besondere Hinweise zur Probennahme an Stollen. In LUBW (2013) sind einige Vorschläge für die Durchführung von repräsentativen Probennahmen an Stollen aufgeführt, die ins Merkblatt mit aufgenommen wurden.

Als Stollen werden allgemein im Festgestein bergmännisch angelegte, langgestreckte Hohlräume bezeichnet. Der Verlauf ist horizontal bis leicht geneigt. Typische Stollenausprägungen sind Entwässerungsstollen des Bergbaus, Tunnel, Eiskeller, Festungsanlagen und Stollen zur Fassung von Kluftquellen. Da Bergwerksstollen i. d. R. eine Verbindung zu Grubengebäude bzw. Lagerstätten haben, können die hydrologischen und hydrochemischen Einflüsse auf die Wasserproben erheblich sein. Beim Vortrieb von Stollen werden häufig stark wasserführende Klüfte angeschnitten und es kommt zum Eintritt von diffusen Grundwasserzuströmen. Diese im Bergbau als Gebirgs- oder Bergwasser bezeichneten Grubenwässer beziehen sich stets auf das Grubengebäude (BURGHARDT et al. 2017). Räumlich eng begrenzte Kluftwasseraustritte in Stollen können als Quellen unter Tage aufgefasst werden. Lokal begrenzte Grundwasseraustritte bei Stollenmundlöchern werden als Sonderformen von Quellen eingestuft. Der wesentliche Unterschied bei der Grundwasserprobennahme an Stollen gegenüber Überlauf-, Störungs- oder Hangquellen ist der Fließweg durch das Grubengebäude (GÖTTELMANN u. ROSS, 2008).

Bei der Probennahme in Stollen sollten folgende Besonderheiten beachtet werden:

- Es bestehen i. d. R. Freispiegelgerinne mit Atmosphärenkontakt (Ausnahme: geflutete Kapitel).
- Wässer verschiedener Herkunftsbereiche mit unterschiedlichen geogenen Beeinflussungen oder anthropogenen Belastungen können durchmischt werden.
- Grundwässer aus Lagerstätten können besonders hohe Stoffkonzentrationen aufweisen.

- Im Grubengebäude kann sich die Wasserbeschaffenheit durch biogeochemische Prozesse während des Durchdringens der Klüfte verändern, z. B. Fällungs- und Lösungsvorgänge.
- Im Grubengebäude können Partikel sedimentieren oder erodiert werden.
- Anthropogene Einträge können auch aus Einrichtungen im Grubengebäude stammen (z. B. Materialien zum Grubenverbau oder Hydrauliköle).

Im Gegensatz zu Oberflächenwassermessstellen tritt in Stollen häufig die partikelgebundene Kontamination mit Schwebstoffen auf. Wenn diese aus den abgebauten Rohstoffen stammen, kommt es zu einer stark verfälschten Analyse der Inhaltsstoffe, z. B. Blei oder Arsen (DVWK,1998).

#### **2.2.4 Brunnen**

Brunnenbauwerke, die den technischen Anforderungen genügen, sind i. d. R. auf Grundlage des technischen Regelwerks vom DVGW-Arbeitsblatt W 123 (DVGW, 2001) gebohrt und ausgebaut. Selbst wenn die in Kapitel 2.1 aufgezählten Voraussetzungen im Wesentlichen erfüllt werden, eignen sich Brunnen nur unter Einschränkungen als Probennahmestellen. Dabei sind folgende Aspekte zu beachten:

- Der Brunnenbetrieb beeinflusst entscheidend die hydraulischen Verhältnisse des aktivierte Aquifers und damit letztlich auch die Herkunft des beprobten Wassers. Zur Interpretation der Analysenergebnisse sind daher Kenntnisse bzgl. Steuerung und Betrieb des Brunnens erforderlich.
- Große Ausbaudurchmesser bedingen wegen der Beachtung des hydraulischen Kriteriums aufwändige Probennahmen, sofern kein fest eingebautes Pumpenequipment zur Verfügung steht. Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung der dadurch geänderten hydraulischen Bedingungen sind insbesondere aufgelassene Brunnen hinsichtlich ihrer Eignung als Probennahmestelle im Einzelfall zu prüfen.
- Anders als übliche Bohrbrunnen entsprechen Schachtbrunnen baulich nicht den technischen Regelwerken und ermöglichen i. d. R. keine repräsentative Probennahme. Die Eignung von Schachtbrunnen zum Zwecke der Probennahme ist daher im Einzelfall und in Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung zu bewerten.
- Brunnen mit einer oder mehreren Filterstrecken, die mehrere Grundwasserleiter oder -stockwerke erschließen, bzw. durch ihre Betriebsweise hydraulisch aktivieren, sind ungeeignet und lassen keine repräsentative Beprobung zu. Die fachlichen Anforderungen bzgl. des Ausbaus von Brunnen sind prinzipiell vergleichbar mit denen von GWM (vgl. Kapitel 2.2.1).

## 3 Probennahmesysteme und -techniken

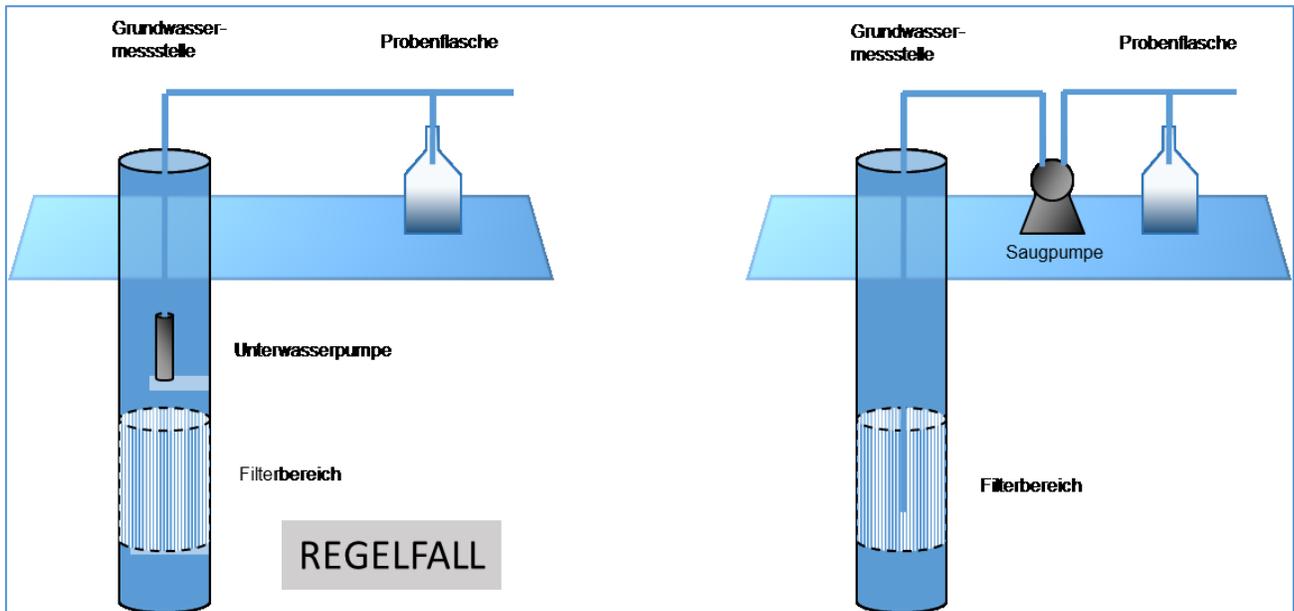
### 3.1 Überblick

Für die Entnahme von Proben aus dem Grundwasser kommen Pump- und Schöpfverfahren zur Anwendung. Die Probennahme an GWM und Brunnen erfolgt i. d. R. mit Hilfe von Pumpen. Das Ziel von Pumpproben ist die Gewinnung repräsentativer Wasserproben aus Brunnen und GWM, welche ein Gütekriterium für die Darstellung der natürlichen Bedingungen des Grundwasserleiters an einem definierten Ort zu einer gegebenen Zeit darstellen. Nur in Ausnahmen bzw. bei Sonderfragestellungen sowie insbesondere bei Quellen und Stollen sollten Schöpfproben entnommen werden. Näheres dazu ist in Kapitel 5.5 dargestellt. Nachfolgend werden relevante Verfahren näher erläutert:

- Mobile Pumpprobennahmesysteme erlauben es, mehrere Messstellen mit einer Ausrüstung flexibel zu beproben. Hierzu werden in der Praxis einzelne Komponenten zusammengestellt, wie Pumpe, Steigleitung, Messzelle und Durchflussmessgeräte. Vorteil derartiger Einzelkomponenten ist der Einsatz an schwer erreichbaren Stellen.
- In vielen Institutionen sind einzelne Komponenten fest in Fahrzeugen verbaut und erlauben die automatische Dokumentation von Informationen für das Probennahmeprotokoll. Diese Fahrzeuge sind insofern vorteilhaft, dass sie speziell auf die Grundwasserprobennahme ausgerichtet sind. Nachteilig ist, dass eine Wegsamkeit bzw. Befahrungssicherheit zur Messstelle gegeben sein müssen.
- Pumpprobennahmesysteme können u. a. stationär als fest installierte Fördertechnik eingebaut sein. Typisch ist dies bei Förderbrunnen der Trinkwasserversorgung. Hier dienen separat angebrachte Entnahmestellen (Kugelhahn, Quetschventil) zur Beprobung von Grundwasser. Diese Technologie hat den Vorteil, dass keine Probennahmetechnik eingebaut werden muss. Nachteil solcher Systeme ist die Unkenntnis über Entnahmeraten vor der eigentlichen Probennahme. Die Repräsentanz, der aus ihnen gewonnenen Grundwasserproben, ist vor der Probennahme in Bezug auf das Erreichen des Untersuchungszieles zu beurteilen.

Die in der Praxis meist verwendete Technik ist die Unterwasserpumpe oder Tauchmotorpumpe (vgl. Abbildung 1, linke Seite).

Unterwasserpumpen lassen sich elektrisch sehr effizient über Frequenzänderung oder Phasenverschiebung regeln. Es muss also die Möglichkeit gegeben sein, über eine Drehzahlsteuerung die Förderleistung an die hydraulischen Gegebenheiten des Grundwasserleiters anzupassen. Der Nachweis über Eignung des eingesetzten Pumpsystems für die jeweilige Aufgabe obliegt dabei dem ausführenden Probennehmer.



**Abbildung 1: Vereinfachtes Schema der Grundwasserprobennahme mit Pumpetechniken**

Für spezielle Fragestellungen können auch Saugpumpen zum Einsatz kommen. Saugpumpen (Hebprinzip, z. B. Kolbenpumpen, Schlauchquetschpumpen) befinden sich oft außerhalb von Messstellen und fördern das Wasser im Unterdruckverfahren nach oben (vgl. Abbildung 1, rechte Seite). Nachteil ist eine begrenzte Steighöhe erfahrungsgemäß bis acht Meter und eine teilweise Entgasung der Probe aufgrund des Unterdruckes in der Wassersäule. Die häufigste Anwendung von Saugpumpen erfolgt an Messstellen, in denen eine Unterwasserpumpe nicht eingebaut werden kann. Der Ansaugschlauch mit geringem Durchmesser wird dazu bis in die erforderliche Tiefe abgesenkt.

Schöpfproben können als Sonderform der Grundwasserprobennahme zum Einsatz kommen, wenn:

- die Entnahme einer Pumpprobe technisch nicht möglich oder unverhältnismäßig ist,
- eine Sonderprobennahme zur Verhinderung des Ausgasens flüchtiger Substanzen, ggf. in Verbindung mit einer Pumpprobe durchgeführt werden soll,
- die Entnahme von auf dem Wasser schwimmenden Substanzen oder eine tiefenorientierte Erstbeprobung kontaminierter Grundwasserleiter erfolgt.

Eine Schöpfprobe ist i. d. R. nicht als repräsentative Grundwasserprobe zu werten (vgl. Kapitel 6.4).

Technische Lösungen für Schöpfproben stellen z. B. Rohrprobennehmer mit Rückschlagventil oder Verschlusskappen dar, ebenso Probennehmer mit gesteuertem Verschluss über Fallgewichte und Probennahmesysteme mit Einstichverfahren (Spritze). Nachteile dieser Systeme sind die geringe Entnahmemenge, das fehlende Abpumpen des Standwassers und Turbulenzen in der Wassersäule.

## 3.2 Auswahlkriterien für Probennahmesysteme

Für die Auswahl der Probennahmetechnik sind mehrere Kriterien relevant. Dazu zählen vor allem die Zielstellung der Probennahme, die Erreichbarkeit der Messstelle und ihr Ausbau, eine mögliche Beeinflussung des Grundwassers durch die Technik, sowie die Beschaffenheit des Grundwassers selbst.

Bei der Zielstellung von Probennahmen wird nach der Fragestellung des Monitorings differenziert. Zum einen kann es sich um GWM aus langjährigen Beobachtungsmessnetzen zur Ermittlung des chemischen Zustandes handeln. Hierbei wird i. d. R. die Probennahmetechnik beibehalten. Zum anderen muss die Technik bei neuen GWM und Sonderbeprobungen nach den fachlichen Erfordernissen und unter Berücksichtigung der zu erwartenden Inhaltsstoffe angepasst werden.

Bezüglich der Erreichbarkeit der Messstelle ist zu entscheiden, ob man mit dem Fahrzeug direkt an die GWM gelangt oder die Ausrüstung per Hand zur Probennahmestelle transportiert werden muss.

Auswahlkriterien in Bezug auf den Ausbau der Messstelle sind: Einbauten, Durchmesser, Lage der Filterstrecke (bedingt die Förderhöhe) und die Ergiebigkeit der GWM.

Auswahlkriterien für verschiedene Probennahmetechniken hinsichtlich einer möglichen Veränderung der Beschaffenheit des geförderten Grundwassers zeigt die Tabelle 1 in diesem Kapitel.

### Auswahl nach beschaffenheitsverändernder Wirkung der Technik

Die Verwendung von drückender bzw. saugender Pumpentechnik zieht zum Teil Veränderungen der Zusammensetzung der Probe nach sich (vgl. Tabelle 1). Überdruck/ Unterdruck können zur Rücklösung bzw. Lösung von im Wasser gelösten Gasen führen. Verwirbelungen können bewirken, dass zum Teil abgelagerte Rückstände wie Biofilme auf den Filtern oder Vollrohrstrecken in die Probe übergehen.

Aus Tabelle 1 lassen sich folgende Wirkungen der Probennahmetechnik ableiten:

**Tabelle 1: Wirkungen der Probeneahmetechnik**

Beeinflussung	Probennahmetechnik	
	Druckpumpen	Saugpumpen
Konzentration gelöster Gase	●	●
Rückstände/Biologische Beläge	●	●
Luft eintrag	○	○
Fremdwasser	○	○

○ keine Beeinflussung      ● geringe Beeinflussung      ● starke Beeinflussung

Die zu den Druckpumpen gehörenden Unterwasserpumpen und Verdrängerpumpen erzeugen eine gewisse Strömung während der Probennahme, beeinflussen jedoch die Beschaffenheit einer Grundwasserprobe nur gering.

Bei Nutzung von Saugpumpen kann ein Verlust bis zu 10 % der flüchtigen Komponenten einer Grundwasserprobe auftreten (HUBBARD et al., 1994).

#### Auswahl nach der Beschaffenheit des Grundwassers

Das zu untersuchende Parameterspektrum beeinflusst die Auswahl der Probennahmetechnik.

In der folgenden Tabelle 2 ist die Einflussnahme der Pumpentechnik auf die zu untersuchenden Parameter abgeleitet.

**Tabelle 2: Auswahl des Probennahmesystems als Funktion des Parameterspektrums (in Anlehnung an DVWK, 1997)**

Parameter	Probennahmetechnik		
	Druckpumpen	Saugpumpen	Schöpfer <sup>1</sup>
organoleptisch	○	○	○
physikalisch	○	●	○
chemisch	○	●	○
Mineralisation	○	○	○
redoxsensitiv	○	●	○
organische Stoffe	○	●	○
Spurenstoffe	●	○	●
mikrobiologisch	●	●	●
gasförmig, flüchtig	●	●	●

○ keine Beeinflussung      ○ geringe Beeinflussung      ● starke Beeinflussung

Aus Tabelle 2 wird u. a. ersichtlich, dass geringe Einschränkungen bei der Eignung der Unterwassermotor- und Verdrängerpumpen bekannt sind. Hinsichtlich der Untersuchung von Spurenstoffen ist die Eignung von Unterwassermotor- und Verdrängerpumpen leicht limitiert, während es bei den Saugpumpen keine Einschränkung gibt. Anhand dieser Übersicht ist der Einsatz von Unterwassermotor- und Verdrängerpumpen zu empfehlen. Unterwasserpumpen sind gegenüber Saugpumpen auch bei großen Grundwassertiefen einsetzbar und in der Praxis die bewährten und am meisten verwendeten Probennahmesysteme.

<sup>1</sup>Für Sonderproben (nicht repräsentativ) und Quellen

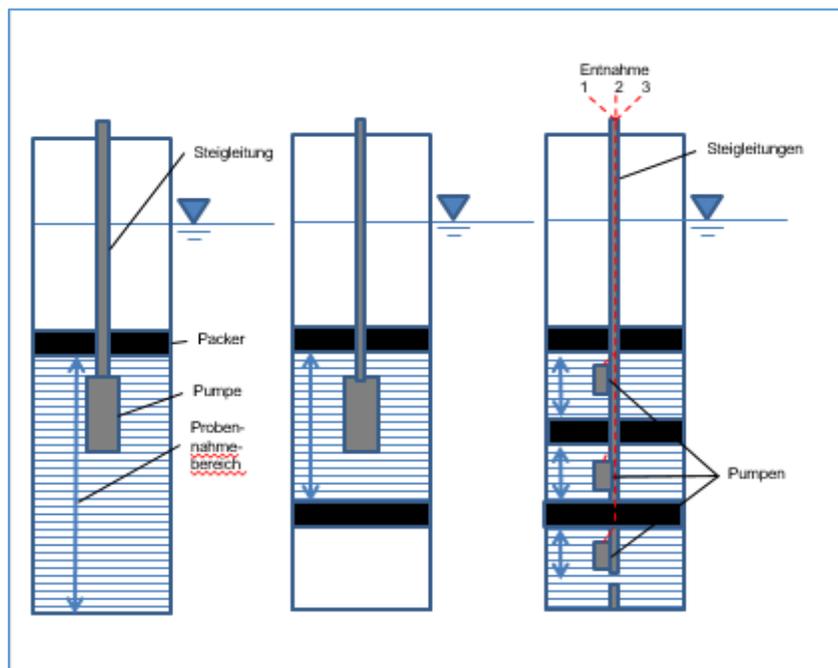
### 3.3 Einsatz von Packersystemen

Packersysteme finden in der routinemäßigen Probennahme i. d. R. keine Anwendung. Ihr Einsatz kann in Sonderfällen erforderlich sein, z. B. in GWM mit langen Filterstrecken. Das Einsatzziel von Packern ist die zeitweise oder dauerhafte Eingrenzung des Probennahmehorizonts. Typische Bauformen sind:

- Schlauchpacker (pneumatisch oder hydraulisch),
- mechanische Packer (Druckkolben mit Gummimanschette),
- auffüllbare Packer bzw. Injektionspacker (Füllung mit Wasser-Zement-Mischung, dauerhafter Verbleib).

Am häufigsten werden Schlauchpacker eingesetzt. Sie lassen sich in jede Grundwassermessstelle mit einem Gestänge oder einer Schlauchleitung in beliebiger Tiefe einbauen. Schlauchpacker sind mit minimalem Aufwand als Einzel-, Doppel-, oder Mehrfachpacker in GWM einbaubar.

Die Anordnung und das Funktionsprinzip von Packersystemen werden in Abbildung 2 dargestellt.



**Abbildung 2: Anordnung und Probennahmebereiche von Packersystemen  
(geändert aus DVGW W112)**

Beim Einbau von Packern ist darauf zu achten, dass

- die Packer das Messstellenrohr vollständig verschließen,
- bei pneumatischen Schlauchpackern der Druck konstant gehalten wird (Manometer),

- der Ausbau der GWM, besonders die Ringraumabdichtung Berücksichtigung findet (oberes Packerelement nicht oberhalb der Tonsperre einbauen),
- eingebaute Tonsperren nicht durch das Filterrohr umströmt werden und
- das Abpumpvolumen und die Abpumprate angepasst werden müssen (vgl. Kapitel 5.3).

## 4 Planung

Bereits die sachgemäße Vorbereitung der Probennahme hat einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität und Repräsentativität der Probenergebnisse. Fehler in der Planung können beispielsweise zum Einsatz ungeeigneter oder verschmutzter Probennahmegeräte und -gefäße, zu Querkontaminationen bis hin zu Änderungen der Probennahmebedingungen führen (vgl. Kapitel 9). Zur Vermeidung falscher Messergebnisse können ein Abbruch bzw. eine Wiederholung der Probennahme erforderlich werden. Daher sollte von den Projektverantwortlichen die Planung der Probennahme gewissenhaft durchgeführt, bzw. die Einhaltung der erforderlichen Schritte kontrolliert und protokolliert werden.

Der notwendige Umfang der Probennahmeplanung kann sehr unterschiedlich ausfallen, abhängig davon, ob es sich beispielsweise um Erst-, Routine- oder Sonderbeprobungen handelt.

### Die Planung der Probennahme umfasst folgende Bereiche:



### Abbildung 3: Bereiche der Planung der Probennahme

Die Bereiche „Dokumente und Zugänge“ sowie „Geräte und Materialien“ werden in den nachfolgenden Kapiteln behandelt. Aufgrund der chronologischen Darstellung der Probennahme in diesem Merkblatt wird über den Bereich „Transport“ im Kapitel 7.3 informiert. Umfangreiche Ausführungen zur Probennahmestrategie und -planung enthält die DIN 38402-13:2021-12. Die darin enthaltenen Ausführungen zur Probennahmestrategie (Aufgabenstellung und konzeptionelles Modell, Auswahl der Untersuchungsparameter, Art, Umfang und Anzahl der Proben, Auswahl der Probenahmestellen) finden für staatliche Messprogramme nur sehr eingeschränkt Anwendung, da oft wiederkehrende Untersuchungsprogramme mit ggf. modifiziertem Messstellenumfang betroffen sind. Anforderungen an die Einrichtung und den Betrieb von Messnetzen zur Überwachung

des chemischen Grundwasserzustands und der Schadstofftrends finden sich in Anlage 4 der Grundwasserordnung (GrwV, 2010).

#### **4.1 Dokumente und Zugänge**

Der Messstellenpass enthält die für die Probennahme wichtigen Informationen (Anlage 1). Er ist aus der Messstellenakte zu erarbeiten. Der Messstellenpass ist je nach Interessenlage durch den Eigentümer oder Betreiber der Messstelle, den Auftraggeber der Probennahme oder den Probennehmer zu erstellen und aufzubewahren. Zweckmäßigerweise sollte eine Kopie des Messstellenpasses der Messstellenakte beigelegt werden. Analysen von Grundwasserproben aus Messstellen, zu denen die im Messstellenpass zusammengestellten Informationen fehlen, sind oft nur eingeschränkt nutzbar.

Bei der Probennahme sind die erforderlichen Dokumente ausgedruckt oder elektronisch, jeweils in der aktuellsten Version mitzuführen:

- Standardarbeitsanweisungen für die angewandten Probennahmeverfahren und für die Vor-Ort-Messgeräte,
- ggf. Packliste, Gerätebücher (vor allem Pumpe, Vor-Ort-Messgeräte),
- Probennahmeprotokolle (Vordrucke, Protokolle der letzten Probennahme),
- Messstellenpässe,
- Probennahmeplan (Touren- und Flaschenplan),
- gültige Erlaubnisdokumente (z. B. Betretungserlaubnisse, Sicherheitseinstufungen für Sperrgebiete).

Bei langjährigen Messreihen ist eine Beibehaltung der Probennahmebedingungen über den gesamten Messzeitraum von hoher Relevanz für den Vergleich der Messergebnisse sowie der Ableitung von Trends. Weitere Informationen, wie beispielsweise zur Ergiebigkeit einer Messstelle sind wichtig für die Planung des Probennahmeequipments und des Zeitablaufs.

Nach Erstellung bzw. Eingang des Probennahmeauftrags und dessen Auswertung erfolgt ggf. die Einholung der Erlaubnis bei den Messstelleneigentümern oder den Verfügungsberechtigten der Grundstücke. Bei Wasserversorgungsanlagen sind zur Gewährung des Zugangs die Ansprechpartner zu informieren.

Außerdem sind die Unterlagen auf Informationen über vermutete oder bereits festgestellte Kontaminationen bzw. in der Nähe der Messstelle befindliche Punktquellen zu prüfen.

Vor der Beprobung von kontaminiertem Wasser ist der Umgang mit dem abgepumpten Grundwasser zu klären. Hierzu ist ggf. Kontakt zu den Grundstückseigentümern bzw. mit den Kanalnetzbetreibern aufzunehmen. Unter Umständen sind Anlagen zur Speicherung oder Reinigung des abgepumpten Wassers erforderlich.

Bei Verdacht auf Verschleppung von einzelnen Stoffen sind die Probennahmestellen einer Probenahmetour nach aufsteigender zu erwartender Konzentration zu beproben. Das heißt, Probennahmestellen mit geringen Konzentrationen werden zuerst, Probennahmestellen mit bekanntermaßen höheren Konzentrationen zuletzt beprobt. Ist dies nicht möglich, sollten zusätzliche saubere Probennahmegeräte mitgeführt und zur Beprobung der Probennahmestellen mit geringen Konzentrationen eingesetzt werden. Ist der Belastungsgradient nicht bekannt, sollten zwischen den einzelnen Probenahmen Blindproben (Spülungen mit unbelastetem Wasser) entnommen und analysiert werden.

## 4.2 Geräte und Materialien

Das Probennahmepersonal ist verantwortlich für die Zusammenstellung der erforderlichen Probennahmetechnik und des Zubehörs. Die benötigten Gerätschaften ergeben sich aus den Geräte-Listen (Packlisten) im Zusammenhang mit den jeweiligen Standardarbeitsanweisungen.

Im Wesentlichen sind folgende Geräte und Materialien für die Probennahme erforderlich:

- Pumpenequipment (Druckpumpe mit Steigleitungen, Frequenzumrichter, Probennahmekopf und Zubehör),
- Messgeräte für die Vor-Ort-Parameter mit Standardlösungen und Durchflussmesszelle,
- Probennahmegeräte für Quellen (Schöpfbecher, Trichter mit kurzem Schlauch, Teleskopstange etc.),
- Probennahmeschöpfer (in begründeten Fällen zur Probennahme, ggf. zur Prüfung von aufschwimmenden Phasen),
- Geräte zur Schüttungsmessung (z. B. Messgefäß 10 Liter; Stoppuhr); ggf. Durchflussmesser (Wasseruhr),
- Probennahmebehälter (ausreichende Anzahl; entsprechend den zu untersuchenden Parametern); ggf. mit Konservierungsmitteln,
- Zubehör für die Probenabfüllung (Filter, Schläuche, Pipetten, Spritzen, Einwegtücher etc.),
- Kühl- und Transportvorrichtung (Kühlbox/-tasche mit Kühlelementen oder Kühlschrank),
- Werkzeuge (u. a. verschiedene Messstellenschlüssel),
- wichtige Verschleißteile der Probennahme- und Messgeräte,
- Geräte zur Tiefen- und Wasserstandsmessung (i. d. R. Kabellichtlot),
- Energieversorgung (Stromaggregat vorzugsweise gasbetrieben, Kabeltrommel, Gasflasche bzw. Kraftstoffkanister),
- Dokumente und Unterlagen (vgl. Kapitel 5.1), Klemmbrett, Stifte, Kamera, Mobiltelefon etc., sowie

- Arbeitsschutzausrüstung (persönliche Schutzausrüstung, Pylonen, Flatterband etc.).

Vor der Probennahme ist die technische Ausrüstung noch einmal zu überprüfen auf

- Funktionstüchtigkeit und Sauberkeit der Probennahmetechnik (vor allem Pumpen, Steigleitungen und Probennahmeeinrichtung/Bypass),
- Ladezustand der Akkus/Batterien für die Messgeräte und das Lichtlot,
- Anzahl und Zustand der Kühllakkus und
- Menge des Gas- oder Kraftstoffvorrats für den Stromgenerator.

Außerdem sind die Messgeräte für pH-Wert, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoff und Redoxspannung zu kontrollieren und ggf. zu kalibrieren.

Im Labor wird in Abhängigkeit vom Untersuchungsspektrum meist die Art und Anzahl der Probenahmegefäße festgelegt. Außerdem wird im Labor die

- Reinigung der Probennahmegefäße,
- Kennzeichnung der Probennahmegefäße und
- Vorlage von Konservierungsmitteln bei Bedarf

durchgeführt (Anlage 2).

Mit dem Labor ist daher die Probennahme detailliert abzustimmen. Wegen der i. d. R. vorgeschriebenen zeitlichen Vorgaben (Zeit zwischen Probennahme und Analyse) müssen auch die Zeitpläne von Probennehmer und Labor aufeinander abgestimmt sein.

Es ist zweckmäßig, zusätzliche Probennahmegefäße mitzuführen, um für den Fall einer außerplanmäßigen Probennahme oder bei eventuellen Fehlern bei der Probennahme, Ersatzgefäße zur Verfügung zu haben.

#### 4.2.1 Veränderungen von Grundwasserproben durch Materialien und Werkstoffe

Veränderungen durch Materialien:

- Kontamination der Probe durch Kühlmittel und/oder Öle der verwendeten Pumpen,
- Verkeimung durch Wachstum von Mikroorganismen in Schlauchmaterialien.

Veränderungen durch ungeeignete Werkstoffe:

- Sorption von Wasserinhaltsstoffen an den Werkstoff,
- Desorption von Wasserinhaltsstoffen aus dem Werkstoff (Verschleppungseffekte),
- Gasdiffusion durch den Werkstoff, insbesondere bei langen Schläuchen oder
- Korrosionseffekte in GWM.

#### 4.2.2 Grundlegende Wechselwirkungen

Die nachfolgend aufgeführten Wechselwirkungen können aufgrund der verwendeten Werkstoffe unerwünschte chemische Veränderungen in den gewonnenen Grundwasserproben verursachen:

##### Sorption:

Die Sorptionswirkung der Werkstoffe ist von der Hydro- bzw. Lipophilie der Wasserinhaltsstoffe abhängig. Je größer die Lipophilie, desto größer ist die Sorptionstendenz. Bei Kunststoffen nimmt sie in folgender Reihenfolge zu:

PTFE < Hart-PVC < HDPE < LDPE < Silikon < Weich-PVC < Kautschuk

Die meisten Kunststoffe außer PTFE, Hart-PVC und teilweise HDPE sind für die Beprobung vieler, insbesondere chlororganischer Stoffe ungeeignet. Untersuchungen zur Sorption von CKW finden sich bei Barcelona et al. (1985, 1988), zu Chloraminen, Tensiden und nichtionischen Tensiden bei JANICKE (1983) und zu Atrazin und Lindan bei PESTEMER & NORDMEYER (1988) sowie TOPP & SMITH (1992).

##### Adsorption und Reaktionen an den Oberflächen:

Die gesuchten chemischen Elemente und Verbindungen können durch Adsorption am Gefäßmaterial aus der Probe angereichert werden. Dies ist bei organischen Verbindungen und einigen Metallen der Fall, die eine Neigung zur Adsorption an oder zur Fixierung in gewissen Plastikarten (PVC, LDPE, PP, Silikon usw.) haben. Bei Metallen tritt dieser Effekt z. T. im Kontakt mit Glas auf. Zudem können Inhaltsstoffe an der Glaswand abgeschieden werden, so dass z. B. bei der Schwermetallbestimmung angesäuert werden muss. An den Gefäßwänden können auch chemische Reaktionen stattfinden, die den Gehalt von bestimmten gelösten Substanzen beeinflussen. So können beispielsweise Trichlorethen und Tetrachlorethen auf Eisen katalytisch oxidieren (GILLHAM & O'HANNESSIN, 1994). Um diese Phänomene bestmöglich zu verhindern, muss ein angepasstes Probennahmehmaterial gewählt werden (Schläuche, Leitungen, Zwischenbehälter, Pumpen, Flaschen usw.). Die

Ansäuerung der Probe trägt im Fall der Entnahme für die Bestimmung der Spurenmetalle zu einer Verringerung der Adsorption an der Flaschenwand bei.

#### Desorption:

Desorption von Werkstoffbestandteilen ist insbesondere bei CKW in Verbindung mit Weich-PVC und Silikon von Bedeutung. Von Dreher (1991) wurden durch Desorption verursachte Grundwasserbelastungen mit Trichlormethan ( $2 \mu\text{g/l}$ ) sowie Tetrachlorethen und Trichlorethen (bis ca.  $0,5 \mu\text{g/l}$ ) festgestellt. Bei der Bestimmung von Bor, Borat, Natrium, Kalium, Fluorid und Silikat ist die Verwendung von Probennahmegefäßen aus Glas zu vermeiden, da diese Elemente in Spuren aus dem Glas in das Wasser übergehen bzw. mit dem Glas reagieren.

#### Elution:

Spurenstoffe können durch verschiedene Additive in Kunststoffmaterialien in die Grundwasserprobe gelangen. Bei Schläuchen werden Weichmacher, Stabilisatoren, metallhaltige Pigmente, Gleitmittel, Füllstoffe und antistatische Ausrüstungsstoffe zugesetzt. Von den Weichmachern, die 15 - 50 % des

Gewichtes flexibler Schläuche ausmachen können, werden besonders Phthalsäureester in Wasserproben nachgewiesen. Für die Probennahme bei Markierungsversuchen mit Fluoreszenztracern sind viele Schlauchmaterialien ungeeignet, da sie fluoreszierende Inhaltsstoffe (optische Aufheller) enthalten.

#### Gasdiffusion:

Die Gasdiffusion ist besonders bei Schlauchmaterialien zu berücksichtigen, wenn eine Probenahme aus großen Tiefen erfolgt. Dies kann nicht nur die gelöste Sauerstoffkonzentration beeinträchtigen, sondern auch das Redoxpotential und redoxabhängige Inhaltsstoffe wie z. B. Eisen(II)- oder Stickstoffverbindungen.

#### Mikroorganismenwachstum:

Schläuche mit einem großen Anteil von Weichmachern dienen Mikroorganismen als Nährgrund. Die Schläuche müssen daher sorgfältig gereinigt und getrocknet werden. PTFE ist als Schlauchmaterial vorzuziehen.

#### Biologische Aktivitäten:

Bakterien- oder Algenwachstum in der Probe, hervorgerufen durch Veränderungen in den Umgebungsbedingungen (Temperaturerhöhung, Licht, Plastikgefäße, Verunreinigungen usw.), führt zu Änderungen in der Wasserzusammensetzung, die sich mit der Dauer der Lagerung verstärken. So verändern sich beispielsweise die Gehalte an  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  usw. (Ionen, die Bakterien und Algen als Nährstoffe dienen) im Fall von inadäquater Konservierung oder Lagerung.

Die folgenden Maßnahmen wirken sich auf die Verringerung von Mikroorganismen in Wasserproben aus:

- Sauberes Probennahmematerial und saubere Flaschen benutzen,
- Laboranalysen so schnell wie möglich vornehmen (< 24 h),
- die zu messenden Parameter chemisch stabilisieren oder fixieren (vgl. DIN EN ISO 5667-3:2024-09),
- Inaktivierung der Mikroorganismen mittels einer Konservierungsmethode, wie Zufügung von Formalin, Kupfersulfat oder eines Oxidationsmittels, Ansäuerung bis pH 2, Bestrahlung der Flaschen mit UV-Licht usw. (Anlage 2); die verwendete Methode muss mit der nachfolgenden Analytik vereinbar sein (DIN EN ISO 5667-3:2024-09),
- Probe einfrieren (nur bei langer Lagerung, in Absprache mit dem Labor),
- Durchführung einer Vor-Ort-Filtration (vgl. Kapitel 7.1). Dieses Vorgehen bedingt in diesem Fall eine strikte Keimfreiheit.

#### Ausfällung von Verbindungen:

Verbindungen, die sich im Grundwasserleiter unter Formationsdruck im chemischen Gleichgewicht befinden, können allein schon durch den Druckabfall auf Atmosphärendruck am Auslauf in einen Zustand der Übersättigung kommen und in der Flasche ausfallen. Die Durchführung einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen erlaubt die Vermeidung solcher Probleme:

- Die Probe unter den Druck- und Temperaturbedingungen des Grundwasserleiters halten.
- Die zu messenden Verbindungen chemisch fixieren (vgl. DIN EN ISO 5667-3:2024-09).
- Den Gasaustausch bei jedem Schritt der Probennahme vermeiden.

#### Veränderungen durch Lichteinfluss:

Die Lichteinstrahlung kann die Beschaffenheit vieler Bestandteile des Wassers beeinflussen, indem sie Reaktionen katalysiert, Verdunstung bewirkt, den Oxidationszustand von gewissen Elementen verändert (Bromide, Iodide) oder organische Verbindungen zerstört. So können Parameter wie AOX und DOC eine Beeinflussung erfahren, wenn die Probe dem Licht ausgesetzt wird. Desgleichen können Substanzen wie Cyanide oder Fluoreszenztracer durch Lichteinwirkung zerfallen.

#### Sonstige Einflüsse:

Falls über undichte Pumpen Kühlmittel oder Öle in das Probenwasser gelangen, ist neben der CKW-Belastung mit höheren Barium-, Cadmium- und Strontiumgehalten zu rechnen. Halteseile, Haltegestänge und Kabelzuführungen können ebenfalls Kontaminationen verursachen und sind entsprechend sauber zu halten.

Die folgende Tabelle 3 zeigt mögliche Effekte des Ausbaumaterials von Probennahmestellen und von verschiedenen Materialien des Probennahmeequipments (Pumpen, Leitungen, Behälter) auf die Zusammensetzung des Wassers.

**Tabelle 3: Mögliche Effekte von Ausbaumaterial und Probennahmeequipment auf die Beschaffenheit der Wasserprobe**

Material	Adsorption auf den Oberflächen	Freisetzung von Substanzen, die das Material enthält	Andere mögliche Veränderungen
Hart-PVC	organische Verbindungen, wie <b>aromatische</b> (Phenole, BTEX, Chlorbenzole) und <b>aliphatische KW</b> , PER;	<b>Pb, Zn, Cu und Cd</b> (Katalysatoren bei der Herstellung); <b>Vinylchlorid</b> , Chloroform und Fabrikationszusätze, Pigmente, <b>Substanzen in Leimen</b> , wenn PVC geklebt ist	mögliche Diffusion von aromatischen und aliphatischen CKW durch das Material
HDPE	<b>bestimmte aromatische und chlorierte KW, insbesondere unpolare organische Verbindungen wie aliphatischen Kohlenwasserstoffen</b>	Pb, Zn, Cu und Cd (Katalysatoren bei der Herstellung); Weichmacher und Zusätze für Plastik, Substanzen in Leimen, wenn HDPE geklebt	mögliche Diffusion von aromatischen und aliphatischen CKW durch das Material
Weich-PVC	<b>organische Verbindungen, insbesondere unpolare Kohlenwasserstoffe</b>	<b>Chloroform, Vinylchlorid, Weichmacher und Zusätze für Plastik</b>	Diffusion der Mehrzahl der VOC durch das Material
Stahl		<b>Fe, Mn</b> durch Korrosion	Reduktion der N-Verbindungen; CO <sub>2</sub> -Verlust und Erhöhung des pH-Wertes; Zerstörung von chlorierten Ethenen (vgl. Text)
Verzinkter Stahl	Phosphate	<b>Zn, Fe</b> , Pb, Mn, [Cd] durch Korrosion	Reduktion der N-Verbindungen beim Kontakt mit Eisen und Erhöhung des pH-Wertes
Rostfreier Stahl		<b>Ni, Cr</b> , Fe, Zn, Mn, Cd und Cu durch Korrosion, vor allem in Gegenwart von Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> und SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Kann auch als Reduktionsmittel insbesondere unter anaeroben Bedingungen fungieren für N-Verbindungen.
Glas	Spuremetalle, gewisse Isotope, grundsätzlich polare Moleküle wie z. B. Ionen in Wasser adsorbieren an Glas, <b>PFAS</b>	Bor, Borat, Natrium, Kalium, Fluorid und Silikat	
Kupfer		Cu durch Korrosion	
PP	oxidierende Säuren; aliphatische und aromatische KW; chlorierte Lösungsmittel	Ti, Al als möglicher Katalysator Weichmacher und Zusätze für Plastik	
PTFE	bestimmte organische Substanzen wie BTEX, Naphthalin, PER, Dichlorethane, Dichlorethene, Phenole und Chlorbenzole		Diffusion von Sauerstoff; keine Adsorption von Dichlormethan, Chloroform, 1,1,1-Trichlorethan, TRI und Aniline
LDPE	<b>organische Verbindungen insbesondere unpolare</b>	<b>Weichmacher und Zusätze für Plastik</b>	
Silikon und Kautschuk	<b>organische Verbindungen insbesondere unpolare adsorbieren gut.</b>		Diffusion der Mehrzahl der VOC durch das Material

**fett gedruckt: besonders relevant**

### 4.2.3 Geeignete Werkstoffe für Ausbaumaterial, Probennahmeequipment und Probengefäße

Das zu beprobende Wasser kommt während der Probennahme in Kontakt mit dem Ausbaumaterial der Messstellen, den Werkstoffen des Probennahmeequipments sowie der Probengefäße. Daher ist unbedingt darauf zu achten, dass eine stoffliche Beeinflussung der Probe durch die entsprechenden Materialien weitgehend ausgeschlossen werden kann. Die Auswahl geeigneter Werkstoffe für die Grundwasserprobennahme wird vor allem durch die Untersuchungsparameter und die Standorteigenschaften mitbestimmt. Nachfolgend werden fachliche Hinweise zur Eignung verschiedener Materialien gegeben.

#### Ausbaumaterial GWM:

Neben der Filterlänge und der Filtertiefe müssen die Messstellen auch hinsichtlich des Rohrmaterials für die jeweilige Aufgabenstellung geeignet sein. Normalerweise wird bei natürlich geprägten Standorten als Rohrmaterial (für Voll- und Filterrohre) Hart-PVC als Werkstoff eingesetzt.

Eine Literaturlauswertung von KÖSTLER et al. (1997) zeigt jedoch, dass kein Filter- und Vollrohrmaterial zum Messstellenausbau existiert, welches unter allen Voraussetzungen optimale Eigenschaften bietet. So führen die Autoren für die Auswahl des geeignetsten Ausbaumaterials eine Vielzahl von standortspezifischen und logistischen Faktoren an:

- geologische und hydrogeologische Ausgangssituation,
- natürliche geochemische Bedingungen, Art und Konzentration einer bekannten oder erwarteten Kontamination (Leitparameter),
- geplanter Messstellentyp und Messstellentiefe,
- Bohrverfahren,
- Art der Analytik.

Es ist deshalb besonders wichtig, den Standort genau zu kennen, um die richtige Auswahl der einzusetzenden Werkstoffe zu treffen. Einige Kunststoffmaterialien können für die Untersuchung spezifischer Parameter ungeeignet oder nur eingeschränkt geeignet sein. Dazu zählen z. B. folgende Parameter:

- aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe,
- Pflanzenschutzmittel,
- Ketone,
- Ester und Aldehyde.

Demgegenüber kann ein Stahlausbau bei wechselnden Redoxzuständen sowie für den sicheren Nachweis von anorganischen oder organischen Spurenelementen problematisch sein.

Die Eignung verschiedener Materialien ist in Tabelle 4 zusammengestellt.

Probennahmeequipment:

Probennahmegeräte sollen aus Materialien bestehen, welche die Probe während der auftretenden Kontaktzeiten nicht verändern. Vorzugsweise werden Edelstahl, Glas und Kunststoffe eingesetzt. Schläuche sollten wegen der Sorptionsgefahr möglichst kurz sein und nicht aus Gummi oder Silikon bestehen.

Zur Vermeidung des Risikos einer Veränderung der Wasserzusammensetzung durch Adsorption, Desorption, Entgasung und/oder Freisetzung von organischen Substanzen können folgende Materialien zum Einsatz kommen:

- PTFE (nicht zu verwenden bei der Analytik auf PFAS)
- PP
- HDPE
- FKM
- LDPE

Um für eine Probennahme die geeigneten Geräte auswählen zu können, sind die gewünschten Untersuchungsparameter zu berücksichtigen und wenn möglich Informationen zu standortspezifischen Besonderheiten einzubeziehen.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Eignung von Rohr- und Schlauchmaterialien für ausgewählte Untersuchungsparameter.

**Tabelle 4: Eignung von Rohr- und Schlauchmaterialien zur Grundwasserprobennahme (verändert, ergänzt nach DVWK-Mitteilung, Heft 20, 1990)**

Parameter	Edelstahl niedriglegiert	Edelstahl hochlegiert	Kupfer	PTFE	Weich-PVC	PE	PP	Polyvinylacetat	Hochvernetzte PVC (Tygon)	FKM	Silikon und Naturkautschuk	Nitrilkautschuk (Perbunan)
korrosive Verhältnisse	•	•	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
anorganische Parameter	A	A	A	•	•	•	A	A	•	A	•	A
Schwermetalle	•	•	•	A	•	•	A	A	A	A	A	A
PFAS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	A
Phenole	•	•	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
aliphatische Kohlenwasserstoffe	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Tenside	A	A	A	•	•	•	A	•	A	A	•	A
Chlornitroverbindungen	A	A	A	•	•	•	A	•	A	A	•	A
Pflanzenschutzmittel	A	A	A	•	•	•	A	A	•	•	•	•
CKW	•	•	•	•	•	•	•	A	•	A	•	A
bakteriologische Parameter	•	•	A	•	•	•	A	A	A	A	•	A

Legende
• Einsatz geeignet
• Einsatz mit Unsicherheiten behaftet
• Einsatz nicht geeignet
A: Angaben beruhen auf Analogieschlüssen

#### Empfehlung für die Auswahl der Probennahmeschläuche und Steigleitungen:

Probennahmeschläuche sollten wegen der Sorptionsgefahr nicht aus Gummi oder Silikon bestehen (vgl. DIN 38402-13: 2021-12).

Dem Einsatz von Pumpen mit einem Steigrohrsystem aus Hart-PVC oder PTFE ist gegenüber der Verwendung von Schläuchen der Vorzug zu geben, weil

- durch die Vermeidung unnötiger Schlauchlängen die Kontaktfläche zwischen Probe und Gerät minimiert wird.

- die Reinigung verschraubbarer Rohre sicherer und einfacher durchgeführt werden kann als bei Schläuchen.

### Probengefäße:

Als Probenbehälter werden Flaschen und Gefäße aus Glas, Borosilicat, geeigneten Kunststoffen (z. B. Polyolefine) oder geeigneten Metallen verwendet. Als allgemeine Empfehlung für die Auswahl von Gefäßmaterialien gilt:

- für Proben zur Analyse organischer Bestandteile: Glasgefäße (Ausnahme PFAS),
- für Proben zur Analyse anorganischer Bestandteile: Kunststoffgefäße.

Es sind vorzugsweise Probennahmebehälter einzusetzen, für die ein Reinheitszertifikat vorhanden ist. Bei wiederverwendbaren oder nicht zertifizierten Probenbehältnissen ist vor der ersten bzw. nächsten Verwendung eine gründliche Reinigung nach Laborstandards vorzunehmen.

Bei Untersuchungen auf PFAS ist zu beachten: Jede Probe ist in ein sauberes, inertes Behältnis aus Polypropylen, Polyethylen oder einem anderen PFAS-freien Material zu geben, welches die Unversehrtheit der Probe gewährleistet und einen angemessenen Schutz gegen Kontamination, Verlust von Analyten durch Adsorption an der Innenwand des Behältnisses sowie gegen Beschädigung beim Transport bietet. Es wird empfohlen, keine Glasbehältnisse zu verwenden (s. Tabelle 4).

Bei Untersuchungen auf den Parameter Phosphat ist auf die Verwendung phosphathaltiger Reinigungsmittel zu verzichten.

Sind Veränderungen durch Diffusion zu befürchten, dürfen nur Glas- oder Borosilicatflaschen bzw. Metallbehälter eingesetzt werden.

Wenn die Proben einzufrieren sind, müssen zur Verhinderung von Bruch geeignete Behälter, z. B. aus PE oder PTFE, eingesetzt werden.

Werden Flüssigkeiten mit korrosiven oder abrasiven Eigenschaften verwendet, sollte die Beständigkeit des Materials beachtet werden. Weiterhin ist zu bedenken, dass der Einsatz teurer, chemikalienresistenter Einrichtungen nicht die einfachste Lösung für kurzzeitige Probennahmearbeiten zu sein braucht, z. B. wenn sich die Geräte ohne weiteres austauschen lassen und eine Verunreinigung der Proben durch Korrosionsprodukte unbedeutend ist.

In Anlehnung an die DIN EN ISO 5667-3:2024-09 sind in Anlage 2 Probenbehältnisse, Konservierungsverfahren und maximale Aufbewahrungszeiten für ausgewählte Grundwasserparameter aufgezählt. Für sehr geringe Metallkonzentrationen können die vorgeschriebenen Behälter von denen für höhere Konzentrationen abweichen. Einzelheiten dazu sind in Anlage 2 aufgeführt.

Für die Entnahme von Proben zur Analyse der Metalle müssen alle Leitungen oder Vorrichtungsteile aus Metall (Stahl, Zink, Kupfer usw.) ausgeschlossen werden, die den Metallgehalt des Wassers durch Adsorption oder Lösung beeinflussen können. Rostfreier Stahl sollte abgesehen von Spuren

von Mo, Ni und Cr keine besonderen Verunreinigungsprobleme bieten. Es werden Plastikschläuche (vorzugsweise PE oder PTFE) verwendet. Vor der Entnahme ist es unerlässlich, alle unbedingt notwendigen Metallteile (Pumpe, Verbindungsstücke usw.) auf ihre Unbedenklichkeit in Bezug auf die zu messenden Metalle zu untersuchen.

## **5 Entnahme von Grundwasserproben**

### **5.1 Ruhewasserspiegelmessung und Lotung der Messstelle**

Vor jeder Probennahme ist der Ruhewasserspiegel in der GWM zu ermitteln. Die Messung erfolgt zentimetergenau und wird in Meter unter Messpunkt (m u. MP) angegeben. Der Messpunkt einer jeden GWM, i. d. R. die Rohroberkante (Oberkante des Rohres bei geöffneter Kappe), muss klar definiert und eingemessen sein. Der Ruhewasserspiegel ist zum einen für die Festlegung der Einbautiefe von Probennahmetechnik wichtig. Zum anderen dient er als Referenzwert zur Beobachtung der Grundwasserspiegelabsenkung während des Abpumpvorganges.

Weiterhin ist vor jeder Probennahme die Messstellensohle zu loten. Dies kann auch zur Identifikation von GWM einer Messstellengruppe hilfreich sein. Bei tiefen Messstellen wird empfohlen, die Lotung durch ein Tiefenlot oder mit Hilfe eines zusätzlichen Gewichts durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Sohle erreicht wird. Außerdem wird geprüft, ob und inwieweit die Messstelle und somit auch der Filterbereich verschlammte ist. Weiterhin kann durch die Lotung festgestellt werden, ob sich Fremdkörper (z. B. Gegenstände oder Wurzeleinwüchse) in der Messstelle befinden, oder diese gar eingebrochen ist. Diese Kenntnisse sind vor dem Einbau der Probennahmetechnik wichtig, um Beschädigungen der Technik oder ein Hängenbleiben dieser zu vermeiden. Damit ist die Lotung auch eine wichtige Größe zur Bewertung der Funktionstüchtigkeit einer GWM, welche wiederum zur Beurteilung der Repräsentativität und Qualität der Probennahme dient. Durch Lotungen können auch Ablagerungen am Grund der Messstelle bzw. im Sumpfrohr aufgewirbelt und in das Filterrohr verschleppt werden. Wird jedoch das Abpumpvolumen eingehalten, hat dies keinen Einfluss auf die Probe (DEHNERT et al., 2002).

### **5.2 Einbau der Pumpe**

Die Pumpe sollte kurz oberhalb der Filteroberkante (bis maximal 1 Meter darüber) eingebaut werden. Falls die zu erwartende Absenkung des Grundwasserspiegels in der Messstelle in Höhe der Filteroberkante bzw. direkt im Filterbereich liegt, wird die Pumpe mindestens 1 Meter unterhalb des zu erwartenden abgesenkten Wasserspiegels angeordnet.

Messstellen ohne komplette Filteranbindung, deren Ruhewasserspiegel unter der Filteroberkante liegt, sollten nur in Ausnahmefällen beprobt und dies entsprechend im Messstellenpass und im Probennahmeprotokoll vermerkt werden. Die Pumpe sollte möglichst nicht im Sumpfrohr eingebaut werden, da dadurch die Repräsentativität der Probennahme nicht gewährleistet ist. Außerdem können Sedimente aufgewirbelt und die Pumpe beschädigt werden. Andererseits beeinflussen Sumpfrohre die Grundwasserbeschaffenheit nicht, wenn die Pumpe oberhalb eingebaut wird (DEHNERT et al., 2004).

### 5.3 Abpumpen

Die Beschaffenheit des Grundwassers im Standrohr und im Porenraum der Filterschüttung ist durch den Kontakt mit der freien Atmosphäre verändert. Auch das Grundwasser im unmittelbar an die Messstelle angrenzenden Bereich des Aquifers kann durch die Messstelle beeinflusst sein. Um unbeeinflusstes und für den Aquifer repräsentatives Grundwasser zu erhalten, sind die Messstellen vor der Entnahme einer Grundwasserprobe abzupumpen.

Das abgepumpte Grundwasser wird unterstromig versickert oder in einen Vorfluter bzw. Abwasserkanal eingeleitet. Kontaminiertes Grundwasser ist in Abhängigkeit vom Grad der Kontamination vor Ort über einen Aktivkohlefilter zu leiten, zu versickern oder in geschlossenen Tanks zu sammeln und fachgerecht zu entsorgen. Erforderliche Genehmigungen für Einleitungen in das Kanalnetz sind rechtzeitig einzuholen und mitzuführen, falls sie schriftlich vorliegen. Wird kontaminiertes Grundwasser als Abwasser entsorgt, ist dem Probennahmeprotokoll ein entsprechender Entsorgungsnachweis beizufügen.

Das optimale Abpumpvolumen als Voraussetzung für eine repräsentative Probennahme ist erreicht, wenn das hydraulische Kriterium und auch das Beschaffenheitskriterium erfüllt sind. Zu kleine Abpumpvolumina verfälschen die Proben durch Anteile an Standwasser aus dem Ausbaurohr und Ringraum. Zu große Abpumpvolumina können zu einem erhöhten Fremdwasseranteil aus benachbarten Schichten führen, wenn diese untereinander hydraulisch verbunden sind.

Ist das Erreichen des hydraulischen Kriteriums in einem vertretbaren zeitlichen Aufwand nicht möglich, kann die Probennahme im Ausnahmefall auch nach Erreichen des Beschaffenheitskriteriums durchgeführt werden. Im Protokoll ist diese Verfahrensweise zu dokumentieren. Dies kann der Fall sein, wenn die GWM nur unzureichend nachläuft oder das zur Erfüllung des hydraulischen Kriteriums erforderliche Abpumpvolumen ausbaubedingt sehr groß ist.

Können beide Kriterien an einer Messstelle nach einer vertretbaren Abpumpdauer nicht erfüllt werden oder ist aufgrund kleinräumiger Beschaffenheitsunterschiede das Abpumpvolumen zu verringern, müssen messstellenspezifische Abpumpkriterien für das Ende des Abpumpvorgangs festgelegt werden (vgl. Kapitel 5.3.3).

Grundsätzlich sollte immer nach den im Messstellenpass festgelegten Kriterien (Einbautiefe der Pumpe, Abpumpdauer, Förderstrom, Abpumpvolumen) verfahren werden, um für jede Probennahme reproduzierbare Verhältnisse zu schaffen.

Es ist ein kontinuierlicher Betrieb der Pumpe (i. d. R. Unterwasserpumpe) beim Abpumpen und während der Probennahme zu garantieren. Bei einem Ausfall der Pumpe wirken die Steigleitung und das angeschlossene Schlauchsystem als Heberleitung. Das darin befindliche Wasser strömt dann in die Messstelle zurück und vermischt sich mit Wasser im Standrohr, im Sumpfrohr oder tritt über die Filterschlitze in die Filterkiesschüttung ein. Nach einem Ausfall der Pumpe ist daher mit dem Abpumpvorgang neu zu beginnen. Unabhängig von dem bisher abgepumpten Wasservolumen ist das als hydraulisches Kriterium bestimmte Abpumpvolumen vollständig zu entnehmen.

Ein Ausfall der Pumpe führt damit zu größeren Abpumpvolumen und kann die Repräsentativität der Grundwasserproben beeinträchtigen. In jedem Fall müssen das Abpumpvolumen und ein zeitlicher Ausfall der Pumpe dokumentiert werden.

### 5.3.1 Hydraulisches Kriterium

Durch die Einhaltung des hydraulischen Kriteriums wird sichergestellt, dass die Probe kein Wasser enthält, das sich vor dem Abpumpen im Filterrohr oder im Ringraum der GWM befand. Die Beschaffenheit dieses Wassers kann durch Prozesse, wie Adsorption und Desorption, chemische und biologische Reaktionen von Wasserinhaltsstoffen und die Sedimentation von Partikeln, verändert sein. Das hydraulische Kriterium ergibt sich nach DIN 38402-13:2021-12 aus dem 1,5-fachen Bohrlochdurchmesser und der Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung.

Wenn das Beschaffenheitskriterium vor dem oben genannten hydraulischen Kriterium erreicht wird, kann das hydraulische Kriterium **abweichend auch** aus der Länge der wassererfüllten Filterstrecke, unter Verwendung der unten aufgeführten Gleichung, ermittelt werden und es ist von einer Gleichwertigkeit zum Vorgehen nach DIN 38402-13:2021-12 auszugehen. Aufgrund der Stabilität der physikalisch-chemischen Parameter kann davon ausgegangen werden, dass Standwasser und durch die Messstelle beeinflusstes Wasser im Ringraum entfernt und natürliches Grundwasser gefördert wird.

Das abzupumpende Volumen **beträgt in diesem Fall:**

$$V = \pi/4 * d_{BL}^2 * L_F * 1,5$$

mit

V            Abpumpvolumen [l]

d<sub>BL</sub>        Bohrlochdurchmesser [dm]

L<sub>F</sub>         Länge der wassererfüllten Filterstrecke [dm]

1,5         Sicherheitsfaktor

Bei nicht ausgebauten Bohrlöchern ist das 1,5-fache der gesamten Wassersäule auszutauschen. Bei Messstellen in Festgesteinsaquiferen oder in schlechter durchlässigen Grundwasserleitern kann die Förderrate so klein sein, dass messstellenspezifische Abpumpkriterien festgelegt werden müssen (vgl. Kapitel 5.3.3).

Wird die Pumpe nicht maximal 1 m über der Filteroberkante, sondern weiter oberhalb eingebaut, so ist das hydraulische Kriterium um das Standwasservolumen im Rohr oberhalb der Filteroberkante bis zur Pumpe zu erhöhen, um Anteile von Standwasser im Probenwasser auszuschließen. Dies kann bei sehr tiefen Messstellen mit geringem Grundwasserflurabstand der Fall sein (vgl. hierzu DIN 38402-13: 2021-12, DVGW W 112:2011-10).

### 5.3.2 Beschaffenheitskriterium

Nach LAWA (2023) ist die Konstanz der genannten Vor-Ort-Parameter ein ergänzendes Kriterium zur Festlegung des abzupumpenden Wasservolumens. Das Beschaffenheitskriterium beinhaltet die Konstanz ausgewählter Leitkennwerte.

Während des Abpumpens sind folgende physikochemische Parameter zu messen:

- elektrische Leitfähigkeit,
- Temperatur,
- pH-Wert und
- Sauerstoffkonzentration.

Die Konstanz der Leitkennwerte zeigt ein gleichbleibendes Mischungsverhältnis aller durch den Abpumpvorgang erfassten Wässer an und gibt damit einen Hinweis auf das Erreichen eines sinnvollen Abpumpvolumens. Nach Erreichen des hydraulischen Kriteriums sollten keine Schwankungen der Leitkennwerte mehr vorkommen. Treten sie dennoch auf, weisen sie auf Beschaffenheitsänderungen im Grundwasser hin, die an der Messstelle entstehen und sich mit der Grundwasserströmung ausbreiten können. Ursache solcher Beschaffenheitsänderungen können Kurzschlussströmungen zwischen Grundwasserleiterbereichen mit unterschiedlicher Beschaffenheit durch die Filterschüttung der Messstelle oder über defekte Rohrdichtungen des Standrohrs sein.

#### Konstanz der Leitkennwerte:

Die Konstanz der Leitkennwerte ist erreicht, wenn während des Abpumpens eines Wasservolumens von 50 l oder innerhalb von 5 Minuten folgende Messwertunterschiede unterschritten werden (vgl. DIN 38402-13: 2021-12):

- elektrische Leitfähigkeit  $\pm 1 \%$
- Temperatur  $\pm 0,1 \text{ K}$
- pH-Wert  $\pm 0,1$
- Sauerstoffkonzentration  $\pm 0,1 \text{ mg/l}$

Die Feststellung der Konstanz der Leitkennwerte mit Hilfe volumenbezogener Messwertunterschiede ist von der Förderrate unabhängig und gestattet den direkten Vergleich unterschiedlicher Probennahmen.

Ergänzend kann es sinnvoll sein, die Redoxspannung während der Probennahme vor Ort aufzuzeichnen. Allerdings ist die Redoxspannung zur Bewertung des Beschaffenheitskriteriums nur geeignet, wenn die in Seeburger & Käss (1989) beschriebenen hohen Anforderungen an die Messung dieses Kennwerts (Vermeidung des Kontaktes mit atmosphärischem Sauerstoff, konstanter Durchfluss in der Messzelle von 0,6 bis 1 l/min) während des gesamten Abpumpvorgangs eingehalten werden. Das ist mit technischen Schwierigkeiten verbunden. Der Redoxspannung kommt daher als

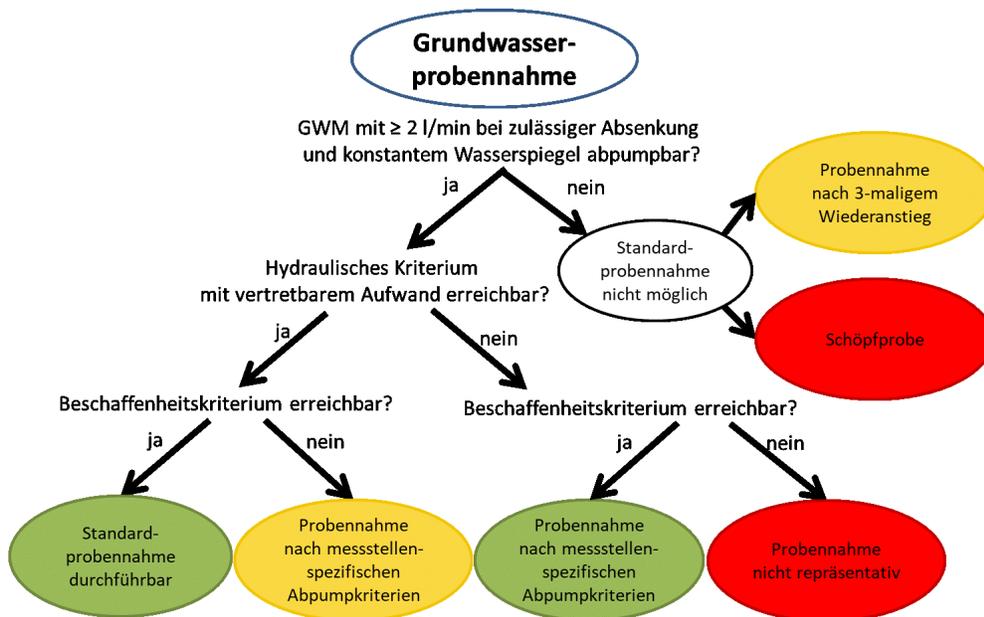
Leitkennwert für die Bestimmung des optimalen Abpumpvolumens nur eine untergeordnete Bedeutung zu.

Zusätzlich kann die Trübung erfasst werden. Trübungsänderungen während des Abpumpvorganges können auf veränderte Grundwasserströmungsregime, unterschiedliche Herkunft von Grundwässern oder Störungen von Fließgleichgewichten hindeuten.

### 5.3.3 Festlegung messstellenspezifischer Abpumpkriterien

Vor der Aufnahme einer Messstelle in ein Routinemessprogramm muss geprüft werden, ob messstellenspezifische Abpumpkriterien zu definieren sind.

Die Festlegung messstellenspezifischer Abpumpkriterien erfolgt an Messstellen, bei denen das Beschaffenheitskriterium oder das hydraulische Kriterium (Länge der wassererfüllten Filterstrecke) innerhalb einer vertretbaren Abpumpdauer nicht erreicht werden können. Ist die GWM mit einem Förderstrom von größer oder gleich 2 l/min bei zulässiger Absenkung und konstantem Wasserspiegel abpumpbar und sowohl das hydraulische als auch das Beschaffenheitskriterium mit vertretbarem Aufwand erreichbar, handelt es sich um eine Standardprobennahme analog der vorherigen beiden Kapitel. In allen anderen Fällen sind Einzelfallprüfungen entsprechend der nachfolgenden Abbildung 4 vorzunehmen. Die Probennahme erfolgt dann nach messstellenspezifischen Abpumpkriterien oder die Probe ist als nicht repräsentativ zu werten. Wird das Beschaffenheitskriterium erreicht, ist die Probe auch mit der Festlegung messstellenspezifischer Abpumpkriterien als repräsentativ zu werten. Dies trifft insbesondere auf Messstellen in geklüfteten Festgesteinen zu.



grün: repräsentativ; gelb: repräsentativ nach Einzelfallprüfung; rot: nicht repräsentativ

Abbildung 4: Festlegung messstellenspezifischer Abpumpkriterien

Zur Festlegung eines messstellenspezifischen Abpumpvolumens und einer messstellenspezifischen Abpumprate hat sich die Durchführung von Pumpversuchen bewährt. Dabei sind die Leitkennwerte und die Absenkung kontinuierlich aufzuzeichnen.

Zusätzlich zu den Leitkennwerten können Wasserproben entnommen und untersucht werden, um die Entnahmeabhängigkeit der Grundwasserbeschaffenheit zu ermitteln. Die erste Wasserprobe sollte entnommen werden, wenn das hydraulische Kriterium erfüllt wurde (vgl. Kapitel 5.3.1). Weitere Wasserproben sollten entnommen werden, wenn das berechnete Abpumpvolumen verdoppelt, verdreifacht usw. wurde.

Gemäß dem Merkblatt Bau von GWM (AK GWB, 2013) sind bei der Abnahme Kurzpumpversuche durchzuführen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und können für die Festlegung messstellenspezifischer Abpumpvolumina verwendet werden.

Für die Probennahme an gering ergiebigen GWM geben die Regelwerke (DIN 38402-13: 2021-12; DVGW W 112:2011-10 und LAWA P 8/2-2023) Hinweise, die aufgrund des hohen Arbeits- und Personaleinsatzes für das behördliche Monitoring nur schwer umsetzbar sind. Daher werden diese für GWM, die wegen der hydraulischen Gegebenheiten gering ergiebig sind, modifiziert. Sofern die geringe Ergiebigkeit nicht auf anderweitige funktionale Einschränkungen (z. B. durch Verockerung) zurückzuführen ist und keine geeigneten Alternativstandorte existieren, wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Einbau der Pumpe erfolgt so tief wie möglich in der Messstelle, mindestens jedoch 0,5 Meter über dem Messstellenboden zur Vermeidung des Ansaugens von abgelagerten Partikeln,
- Abpumpen mit der kleinsten einstellbaren Förderrate (i. d. R. ca. 2 l/min) so tief wie machbar, möglichst bis in den Bereich der Filterunterkante. Bestimmung der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens (hierzu ist ein Mindestdurchfluss von 1 l/min erforderlich),
- Abschalten der Pumpe und Wiederanstieg des Grundwasserspiegels bis auf mindestens 80 % des Absenkungsbetrages (Beispiel: Ruhewasserspiegel 1,20 m unter Rohroberkante, Absenkung bis zur Filterunterkante bei 3,40 m unter ROK ergibt einen Wiederanstieg bis mindestens 1,64 m unter ROK). Zur Beschränkung des Zeitaufwandes sollte die Dauer bis zum Erreichen eines 80 % igen Wiederanstiegs eine Stunde nicht übersteigen,
- Messung und Dokumentation des Wasserspiegels nach dem Wiederanstieg,
- Erneutes Leerpumpen der GWM (vgl. oben),
- Im Regelfall sind drei Abpumpzyklen vor der Probennahme erforderlich,
- Die Probennahme erfolgt nach dem dritten Wiederanstiegszyklus aus dem Filterbereich (keine Probennahme aus dem Bereich unter der Filterunterkante),

- Da es sich um keine Standardprobennahme handelt, ist es hier ganz besonders wichtig, dass alle Probennahmebedingungen genau dokumentiert werden (Messstellenpass, Probennahmeprotokolle).

Durch die beschriebene Vorgehensweise reduziert sich die Dauer der Probennahme an gering ergebigen GWM auf maximal drei bis vier Stunden.

Es besteht die Möglichkeit, im Rahmen der Erstcharakterisierung durch Erfassen der Vor-Ort-Parameter und möglichst zusätzlich der Basischemie die Anzahl der Abpumpzyklen zu reduzieren. Das ist dann möglich, wenn nachgewiesen wird, dass bereits nach einer geringeren Anzahl von Abpumpzyklen die Vor-Ort-Parameter und ggf. die chemischen Parameter konstant sind. Das Vorgehen ist im Messstellenpass zu vermerken und bei den folgenden Probennahmen zu berücksichtigen.

### **5.3.4 Optimierung der Förderrate**

Die Förderrate ist an die Ergiebigkeit der Messstelle anzupassen und so einzustellen, dass der Wasserstand so wenig wie möglich abgesenkt wird. In der Regel sollte der Grundwasserspiegel mindestens 1 m oberhalb des Filters verbleiben (sofern der Ruhewasserspiegel darüber liegt). Weiterhin ist die Förderrate so zu wählen, dass sich während des Abpumpvorgangs ein konstanter Wasserpiegel einstellt, was jedoch bei Messstellen in Festgesteinsgrundwasserleitern nicht immer möglich ist.

Die Förderrate ist während des gesamten Abpumpvorganges und beim Abfüllen der Proben konstant zu halten. Förderrate und Absenkung in der Messstelle sind kontinuierlich zu überwachen und aufzuzeichnen.

Wird aufgrund geringer Ergiebigkeit der GWM eine Drosselung der Förderleistungen unter 2 l/min notwendig, ist eine Standardprobennahme nicht mehr möglich (Abbildung 4 bzw. DVGW W 112:2011-10).

Liegen hinsichtlich der Ergiebigkeit der Messstelle keine Einschränkungen der Förderleistung vor, wird diese i. d. R. durch die maximale Pumpenförderleistung begrenzt. In jedem Fall ist die Förderleistung so zu wählen, dass der Abpumpvorgang bis zum Erreichen des optimalen Abpumpvolumens mindestens 20 Minuten dauert.

## **5.4 Schöpfproben**

Schöpfproben liefern mit Ausnahme von Quellwasserproben keine repräsentativen Grundwasserproben. Sie sollten an ausgebauten Bohrungen nur im Ausnahmefall durchgeführt werden. Lediglich bei sehr gut durchströmten GWM, z. B. in hoch durchlässigen Lockergesteinsgrundwasserleitern, können Schöpfproben interpretierbare Orientierungswerte liefern.

Bei der Schöpfprobe werden Schöpfbecher, Schöpfeimer bzw. Schöpfapparate verwendet. Schöpfapparate nehmen das Grundwasser aus einer definierten Tiefe einer Probennahmestelle auf und ermöglichen damit eine bessere vertikale Auflösung.

Die Größe des Probennahmegerätes sollte so gewählt werden, dass Proben mit ausreichendem Probenvolumen bei minimaler Verwirbelung des Bohrlochwassers entnommen werden können. Die Probe sollte im Bereich des Filters entnommen werden.

Um eine Kontamination der Probe zu vermeiden, sollte darauf geachtet werden, dass kein Material von der Wand der Probennahmestelle abgekratzt wird.

Die Probe sollte möglichst direkt aus dem Probennahmegerät abgefüllt werden. Im Ausnahmefall kann eine homogene Mischprobe erzeugt werden, wenn nicht genügend Probenvolumen zur Verfügung steht und das Wasser nach mehreren Schöpfvorgängen inhomogen wird.

In jedem Fall müssen Schöpfproben ausreichend dokumentiert werden.

## **5.5 Probennahme von Quellwasser**

Die Entnahme von Quellwasserproben stellt einen Sonderfall der Grundwasserprobennahme dar. Quellwasser ist aus dem Untergrund frei austretendes Grundwasser. Bei der Probennahme ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Entnahme so nah wie möglich an der Austrittsstelle erfolgt.

Die Entnahme von Quellwasserproben erfolgt i. d. R. als Schöpfprobe mittels Schöpfbecher. Der Messbecher zur Entnahme der Schöpfprobe wird mehrmals mit dem zu beprobenden Quellwasser vorgespült, bevor die Probe abgefüllt wird. Das Spülwasser wird unterhalb des Entnahmepunktes entleert. Bei Probennahmen an ungefassten Quellen ist zu beachten, dass durch den Probennehmer beim Betreten der Quelle kein Sediment aufgewirbelt wird und keine Fremdkörper aus dem Quellaustrittsbereich in die Probe gelangen. Die Entnahme muss oberhalb seines Standortes aus dem anströmenden Wasser erfolgen. Händischer Kontakt mit dem anströmenden Wasser ist zu vermeiden.

Die Probennahme kann auch mittels eines Schlauches bzw. einer Spritze erfolgen, welche direkt in die Quellaustrittsöffnung eingeführt und das Quellwasser noch vor dem Austritt an die Oberfläche entnommen wird. Dadurch werden der Kontakt und Austausch mit der atmosphärischen Luft minimiert oder gar vermieden.

Die Entnahme von Proben aus gefassten Quellen gestaltet sich i. d. R. einfacher, birgt aber die Gefahr, dass u. U. durch die Verweilzeit und den Kontakt mit der atmosphärischen Luft bereits eine Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit stattgefunden haben kann.

## **5.6 Entnahme von Proben aus artesisch gespannten Grundwasserleitern**

### **5.6.1 Druckdicht verschlossene Grundwassermessstellen**

Das Grundwasser im Vollrohr einer druckdicht verschlossenen Messstelle in einem artesisch gespannten Grundwasserleiter unterliegt den gleichen Bedingungen, wie das in einer Messstelle, welche einen ungespannten Aquifer erschließt. Um unbeeinflusstes und für den Aquifer repräsentatives Grundwasser zu erhalten, ist vor der Entnahme einer Grundwasserprobe das in der Messstelle befindliche Wasser abzuleiten. Das abzuleitende Volumen wird unter Einbeziehung der in Kapitel 5.3 dargelegten Kriterien ermittelt.

Die Ableitung des notwendigen Volumens kann, sofern der Druck ausreichend ist, durch Öffnen des Messstellenverschlusses und freiem Auslauf ohne den Einsatz einer Pumpe erfolgen. Hierbei ist der Volumenstrom in regelmäßigen Abständen zu dokumentieren. Sofern dieser für eine repräsentative Probe nicht ausreicht und der Zugang für eine Pumpe gewährleistet ist, kann die Probennahme alternativ bzw. zur Unterstützung des Volumenstroms mittels Pumpe erfolgen.

### **5.6.2 Frei auslaufende Grundwassermessstellen**

Das Grundwasser im Vollrohr einer permanent frei auslaufenden Messstelle in einem artesisch gespannten Grundwasserleiter unterliegt nicht den Bedingungen einer druckdicht verschlossenen Messstelle. Im Fall einer frei auslaufenden Messstelle erfolgt ein kontinuierlicher Austausch des Wassers in der Vollrohrstrecke, weshalb die Bildung von Standwasser in der Messstelle ausgeschlossen ist.

Die Entnahme einer Probe kann analog zur Entnahme einer Quellwasserprobe (vgl. Kapitel 5.5) erfolgen. Sofern der permanente Auslauf nicht sichergestellt ist, muss die Probennahme mittels Pumpe unter Einhaltung des hydraulischen Kriteriums bei gleichzeitiger Einhaltung des Beschaffenheitskriteriums durchgeführt werden.

## 6 Messungen vor Ort

### 6.1 Messung der Leitkenwerte

Vor Ort sind während der gesamten Abpumpdauer und Probenentnahme physikochemische Leitkenwerte kontinuierlich zu messen und aufzuzeichnen. Die Aufzeichnung sollte idealerweise direkt online erfolgen und als Anlage dem Probennahmeprotokoll beigefügt werden. Die Veränderung der Messergebnisse kann auf diese Weise direkt vor Ort in Form von Ganglinien gut nachvollziehbar dargestellt werden. Ist eine Online-Aufzeichnung nicht möglich, sind die Werte händisch in einem festen Intervall von 3 bis 5 Minuten an den Messgeräten abzulesen und in der Anlage des Probennahmeprotokolls tabellarisch zu erfassen. Die Aufzeichnungen sollen die Beurteilung gewährleisten, wann das Beschaffenheitskriterium erreicht ist. Die zum Zeitpunkt der Entnahme der Grundwasserprobe ermittelten Daten sind in das Probennahmeprotokoll zu übernehmen.

Die Messung der Vor-Ort-Leitkenwerte sollte in einer durchsichtigen Durchflussmesszelle erfolgen, die von einem Teilstrom des geförderten Wassers mit einer Durchflussrate von ca. 1 l/min blasenfrei laminar durchflossen wird. Die Abführung des Teilstromes vom Gesamtstrom erfolgt über einen regelbaren Bypass. Die Durchflussmesszelle sollte sich möglichst nah an der GWM befinden.

Um die Funktionstüchtigkeit der Messgeräte zu überprüfen und die Plausibilität der Messergebnisse sicher zu stellen, sind die Sonden arbeitstäglich mittels Standardverfahren zu überprüfen. Tabelle 5 gibt eine Zusammenfassung über mögliche Kalibrier- und Prüfverfahren. Sondenspezifische Besonderheiten sind bei den jeweiligen Herstellern zu erfragen. Die arbeitstägliche Überprüfung ist, ggf. auch handschriftlich im Feld, in einem Kontrollbuch zu dokumentieren. Dieses ist im Feld stets mitzuführen.

**Tabelle 5: Prüfverfahren für die Messung der Leitkennwerte**

Parameter	Bemerkungen
elektrische Leitfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"><li>• arbeitstägliche Prüfung mittels Standardlösung (i. d. R. 1413 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>),</li><li>• bei Abweichung vom Referenzwert: Sonde reinigen (z. B. mit destilliertem Wasser, Ethanol, Essigsäure) und erneut prüfen,</li><li>• manuelle Justierung der Zellkonstante im Referenzbereich möglich,</li><li>• Temperaturkompensation beachten (Referenz: 25 C)</li></ul>
pH-Wert	<ul style="list-style-type: none"><li>• arbeitstägliche Prüfung mit unabhängiger Standardpufferlösung innerhalb des Kalibrierbereichs,</li><li>• bei Abweichung bzw. wöchentlich: im Bereich des zu erwartenden pH-Bereichs neu kalibrieren (mindestens 2-Punkt-Kalibrierung);</li><li>• Dokumentation der Steilheit der Kalibriergeraden</li></ul>
Sauerstoff	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sonde nach Angaben des Herstellers arbeitstäglich prüfen (z. B. durch FDO-Check bei optischen Sensoren von der Firma WTW),</li><li>• bei Abweichung vom Referenzbereich neu kalibrieren</li></ul>
Redoxspannung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sonde arbeitstäglich mit Redoxpufferlösung prüfen,</li><li>• bei Abweichung Sonde reinigen und ggf. ersetzen,</li><li>• bei konstanter, nicht turbulenter Anströmung messen,</li><li>• keine Druckveränderungen während der Messung,</li><li>• Kontakt der Probe mit der Außenluft ausschließen</li></ul>
Temperatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• mindestens einmal jährlich Überprüfung mittels Referenzthermometer und Dokumentation</li></ul>

Werden bei den routinemäßigen Überprüfungen Abweichungen der Prüfgröße vom jeweiligen Referenzbereich festgestellt, müssen die Sonden gereinigt und neu kalibriert werden. In jedem Fall sind Kalibrierungen mit Datum ausführlich zu dokumentieren und ermittelte Prüfgrößen, z. B. in Zielwertkontrollkarten festzuhalten.

## 6.2 Volumenmessung während einer Pumpprobennahme

Während einer Probennahme sind eine kontinuierliche Durchflussmessung und Aufzeichnung des gemessenen Durchflusses durchzuführen. Das gemessene Wasservolumen vom Einschalten der Pumpe bis zum Beginn der Probennahme ist in das Probennahmeprotokoll einzutragen. Der Teilstrom, der ggf. aus dem Probennahmeschlauch austritt, wird vernachlässigt. Für die Messung des Durchflusses sind geeignete Messgeräte einzusetzen. Messgeräte, die mit magnetisch-induktiven Messverfahren oder mit Ultraschall arbeiten, haben sich besonders bewährt.

### 6.3 Ermittlung der Schüttung bei der Probennahme von Quellen

Sofern technisch mit verhältnismäßigem Aufwand möglich, ist bei jeder Probennahme die Schüttung zu ermitteln. Methoden zur Schüttungsmessung bei Quellen werden beispielsweise in LAWA (1995), Schwarze & Ross (1996) und ATV- DVWK (2002) erläutert.

In Abhängigkeit des Austrittstyps der Quelle (Rohr, diffuser Austritt, gefasste Gerinne, Becken mit Überlauf) sind geeignete Gerätschaften und Messmethoden auszuwählen.

Wichtigste Methode bleibt die Gefäßmessung. Hierfür werden ein Messgefäß mit definiertem Volumen und eine Handstoppuhr (Messgenauigkeit 1/10 s) benötigt. Bei Füllzeiten über 10 Sekunden sollten mindestens drei Einzelmessungen durchgeführt werden, aus denen der Mittelwert zu berechnen ist. Bei Füllzeiten kleiner 10 Sekunden sind mindestens 5 Einzelmessungen erforderlich. Bei Füllzeiten im Bereich weniger Sekunden nimmt die Fehlergröße des Messwertes erheblich zu. Deshalb muss die Größe des Messgefäßes an die zu erwartende Schüttung angepasst werden.

In Quellfassungen mit Sammelbecken kann eine Schüttungsmessung im Zulauf der Fassungsanlage erfolgen (magnetisch-induktiv oder Ultraschall). Alternativ kann über das Volumen des auszumessenden Beckens und die Füllzeit die Schüttungsrate bestimmt werden.

In Sonderfällen können in ungefassten Gerinnen oder in Fassungsanlagen eingebaute oder mobile Messwehre genutzt werden. Die Messwertermittlung des Abflusses erfolgt mit Drucksonde oder Pegellatte (angestaute Wasserspiegelhöhe) in Verbindung mit der Wasserstands-Durchfluss-Beziehung oder einem Messgefäß. Bei Quellfassungen, die zur Wassergewinnung genutzt werden, wird oft vom Wasserwerksbetreiber die Entnahmerate registriert. Bei Nutzung dieser Daten ist zu berücksichtigen, dass nicht entnommenes Quellwasser am Überlauf miterfasst wird. Erfolgt die Entnahme des Betreibers vor dem Messpunkt, ist die temporäre Entnahmemenge der gemessenen Schüttung hinzuzurechnen.

Ist eine Messung der Quellschüttung mit verhältnismäßigem technischem Aufwand nicht möglich, kann diese hilfsweise durch Schätzung ermittelt werden.

## **6.4 Bestimmung organoleptischer Parameter**

Neben physikochemischen und hydraulischen Parametern sind bei der Grundwasserprobenahme auch organoleptische, also mit den eigenen Sinnen wahrnehmbare Wassereigenschaften zu bestimmen, und im Probennahmeprotokoll zu dokumentieren. Diese umfassen i. d. R. Färbung, Trübung und Geruch sowie ggf. den Bodensatz. Sie geben oft wichtige Hinweise auf weitere chemische oder biologische Wassereigenschaften, können aber auch auf mögliche Funktionsbeeinträchtigungen einer GWM hinweisen.

Da die Bestimmung organoleptischer Parameter durch das unterschiedliche subjektive Wahrnehmungsvermögen beeinflusst wird, sind diese nur als Orientierung zu betrachten und nicht direkt vergleichbar. Um diesen subjektiven Einfluss möglichst gering zu halten, empfiehlt sich eine Auswahlmatrix als Grundlage für die Bestimmung, wie z.B. in Anlage 3 dargestellt.

## 7 Probenvorbereitung und Transport der Proben

Um zuverlässige und repräsentative Analysenergebnisse zu erzielen, müssen bei der Gewinnung von Wasserproben potenzielle Einflussquellen bekannt sein und minimiert bzw. eliminiert werden. Dazu sind Vorbereitungsschritte durchzuführen und allgemeine Vorgaben bei der Abfüllung, dem Transport und der Lagerung der Proben zu beachten.

### 7.1 Probenvorbereitung

Es wird unterschieden zwischen

- der Probenvorbereitung bei der Probennahme vor Ort (Qualitätssicherung Probennahme) wie Filtration und Konservierung und
- der Probenvorbereitung in Vorbereitung der Analytik im Labor (Analytische Qualitätssicherung) wie Homogenisierung, Filtration, Extraktion und Clean up.

Das Merkblatt umfasst im Weiteren nur die Maßnahmen im Zeitraum nach der Probennahme bis zur Übergabe der Proben an das Labor.

#### Filtration:

Die Filtration im Feld ist erforderlich, wenn

- suspendierte Feststoffe während der Lagerung eine Veränderung in der Probenzusammensetzung bewirken können,
- eine Probe mit Konservierungsmittel angesäuert werden muss, z. B. bei der Untersuchung gelöster Metalle, um die Ausfällung verschiedener Verbindungen zu verhindern

Die Filtration ist grundsätzlich vor einer Konservierung durchzuführen.

Problematisch kann bei reduzierenden Grundwässern mit erhöhten Eisen(II)-Gehalten die Bildung von Eisen-Hydroxiden durch den Zutritt von Luftsauerstoff werden. Diese Reaktion führt zur Verfälschung der Analysenergebnisse für Eisen(II). Sollte sich ein gelbbrauner Niederschlag auf dem Filter abgesetzt haben, ist dies im Probennahmeprotokoll zu vermerken.

Unter der Vielzahl verfügbarer Filtermaterialien hat sich in der Praxis die Filtration über Membranfilter auf Cellulose-Basis oder über Glasfaserfilter mittels Handfiltrationsgerät (Einmalfilter und Einwegspritze bzw. Membranfiltrationsgerät) unmittelbar nach der Probennahme vor Ort bewährt. Glasfaserfilter mit gleicher Porenweite bieten den Vorteil, dass sie bei gleicher Filterungseffizienz weniger häufig verstopfen. Membranfilter sollten mit Vorsicht verwendet werden, da verschiedene Schwermetalle und organische Stoffe an der Membranoberfläche adsorbieren. Außerdem können sich lösliche Komponenten aus der Membran mobilisieren und in die Probe gelangen. Der Filter ist vor der Filtration mit Probenwasser zu spülen. Die Porenweite der zu verwendenden Filtermaterialien richtet sich nach Probennahmезweck und Bestimmungsgröße und beträgt gewöhnlich 0,4 bis 0,5 µm. Gemäß Grundwasserverordnung ist

eine Membranfiltration mit einer Porenweite von 0,45 µm für bestimmte Stoffe und Stoffgruppen vorgegeben. Dies betrifft die Stoffe Arsen, Cadmium, Blei, Quecksilber sowie Pflanzenschutzmittel, deren Metaboliten und Biozid-Wirkstoffe. Zur Vermeidung der Veränderung des Gehaltes an Gasen und gelösten flüchtigen Substanzen ist eine Druckfiltration anderen Verfahren (z. B. Vakuumfiltration) vorzuziehen (BUWAL, 2003).

Allgemeine Ausführungen zur Filtration sind der DIN EN ISO 5667-3:2024-09 zu entnehmen.

### Konservierung:

Da sich die Beschaffenheit einer Grundwasserprobe aufgrund physikalischer, chemischer oder biologischer Vorgänge, die zwischen der Probennahme und der analytischen Bearbeitung ablaufen können, verändert (vgl. Kapitel 7.4), ist es erforderlich, entnommene Grundwasserproben zu konservieren.

Als Konservierungsmaßnahmen kommen nach Vorgaben des Labors u. a. in Betracht:

- Kühlung im Labor auf  $3 \pm 2$  °C (abweichende Temperaturen, wenn die jeweilige Labormethodik für die Analyten andere Vorgaben festlegt)
- Einfrieren auf mindestens -18 °C und
- Zugabe von chemischen Konservierungsmitteln.

Die Zugabe von Konservierungsmitteln zur Stabilisierung leicht veränderlicher Parameter sollte nur erfolgen, wenn sie die nachfolgende Analyse nicht stören und kein anderes Konservierungsverfahren angewendet werden kann (DIN 38402-13:2021-12).

Eine Übersicht zu wichtigen Parametern von Grundwassermessprogrammen, Hinweisen zu parameterspezifischen Konservierungsverfahren, maximalen Aufbewahrungszeiten sowie angewandten Normen für Analysenverfahren sind in Anlage 2 dargestellt. Eine Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben enthält die DIN EN ISO 5667-3:2024-09. Zu beachten ist, dass bei einigen Wasserinhaltsstoffen mehrere Analysemethoden möglich sind und in den entsprechenden Normen für das jeweilige Analysenverfahren durchaus zueinander differierende Aussagen zu den Probenbehältern gegeben werden. Verbindlich sind die Angaben der jeweiligen DIN-Methode oder der jeweiligen Hausvorschriften des Labors.

Die chemische Konservierung einer Probe ist immer mit dem analysierenden Labor abzusprechen. Wurde vom Analysenlabor das Konservierungsmittel bereits vorgelegt, ist beim Abfüllen der Probe darauf zu achten.

## **7.2 Abfüllen der Proben**

Die Bestimmung diverser Parameter im Rahmen einer Grundwasseruntersuchung macht den Einsatz unterschiedlicher Probengefäße und Materialien in Abhängigkeit von den zu untersuchenden Parametern notwendig. Die für die Abfüllung der Wasserproben verwendeten Gefäße müssen für die Konservierung der natürlichen Beschaffenheit der Wasserprobe geeignet sein. Es werden grundsätzlich die in Anlage 2 aufgeführten Probennahmegefäße verwendet.

Beim Befüllen der Probenbehälter müssen Einflüsse, die die Probe verändern können, minimiert werden (vgl. Kapitel 7.4). So sind z. B. Temperatureinflüsse durch Sonneneinstrahlung ebenso zu vermeiden wie die Beeinflussung von Abgasen der Stromaggregate, die für den Pumpenbetrieb eingesetzt werden.

Am Ende der Steigleitung ist ein Bypass anzubringen, von dem aus über einen Schlauch das Wasser zur Entnahme bereitgestellt wird. Der Bypass ist vor der Messung des Volumenstroms und der Durchflussmesszelle angeordnet und ermöglicht einen Durchfluss von ca. 1 l/min. Der Durchfluss ist so weit zu drosseln, dass ein Eintrag von Luftblasen beim Befüllen der Probengefäße vermieden wird. Zum Einsatz kommen entweder neue oder sachgemäß vom Labor nach geltenden DIN-Normen gereinigte und trockene Probengefäße. Ein Vorspülen der Probenbehältnisse mit dem Grundwasser ist zu unterlassen, da sich hierdurch ungelöste Wasserinhaltsstoffe in der Probenflasche anreichern können. Damit ist zudem ein Spülen von mit Konservierungsmitteln vorgelegte Probenflaschen ausgeschlossen.

Um Veränderungen im Gehalt an gelösten Gasen und flüchtigen Verbindungen in einer Probe zu verhindern, muss das Abfüllen der Wasserprobe blasenfrei und unter Vermeidung von Turbulenzen erfolgen. Das Probenwasser sollte an der Innenwand des Gefäßes verwirbelungsarm herablaufen. Der Schlauch sollte dabei nicht mit dem Gefäß und der Probe in Berührung kommen.

Chemische Konservierungsmittel können entweder im Probengefäß vorgelegt oder nach erfolgter Abfüllung der Probe zugesetzt werden (vgl. Kapitel 7.1). Bei vorgelegtem Konservierungsmittel darf das Gefäß beim Befüllen nicht überlaufen, da sonst die Konzentration des Konservierungsmittels in der Probe undefiniert verändert wird.

Sollen die Proben nach erfolgter Probennahme eingefroren werden, sind Kunststoffflaschen zu verwenden, die ca. zu 90 % zu befüllen sind.

Für einzelne Parameter gelten beim Abfüllen Besonderheiten, z. B. für

- Bakteriologische Untersuchungen:  
Flaschen sind nur zu ca. 75 % zu befüllen.
- MKW:  
Nach DIN EN ISO 9377-2:2001-07 sind Flaschen nur zu ca. 90 % zu befüllen.<sup>2</sup>
- CKW, BTEX, Säure- und Basenkapazität:  
Vollständig befüllte Braunglasflaschen werden unter Verdrängung des überschüssigen Wassers luftblasenfrei mittels konischem Glasschliffstopfen bzw. Septum-Schraubverschluss

---

<sup>2</sup>Grund ist, dass das Lösungsmittel (zur Extraktion) direkt in die Probenflasche zugegeben wird. Danach wird die Probe längere Zeit homogenisiert und die MKW gehen in Lösung. Danach werden die Phasen getrennt. Wenn die Probenflasche voll befüllt wurde, müsste im Labor Probenwasser abgekippt werden. Das birgt die Gefahr, dass MKW an der Wandung haften bleiben und das Ergebnis verfälscht wird.

verschlossen. Auf diese Weise können Wechselwirkungen der Probe mit der Gasphase und Schütteleffekte beim Transport weitgehend unterbunden werden.

- Metalle, gelöst:

Die Wasserprobe sollte vor Ort filtriert und in eine mit Konservierungsmittel ( $\text{HNO}_3$ ) bestückte Probenflasche gefüllt werden. Die Durchführung einer Vor-Ort-Filtration ist sowohl im Probennahmeprotokoll als auch im Probenbegleitschein aufzunehmen.

Der Kontakt des Probenwassers mit den Händen ist zu vermeiden (Tragen von Einmalhandschuhen).

Zur Vermeidung von Querkontaminationen sind bei der Abfüllung zunächst Probengefäße ohne Zusatz von Konservierungsmittel, anschließend jene mit vorgelegtem Konservierungsmittel zu füllen und zu verschließen.

Die konkreten Vorgaben zur Befüllung der Gefäße sind in enger Abstimmung zwischen Labor und Probennehmer vorzunehmen.

Bei Parallelbeprobungen (Qualitätssicherungsmaßnahmen) sollten die Flaschen für das jeweils gleiche Parameterspektrum unmittelbar hintereinander abgefüllt werden.

### **7.3 Transport und Lagerung**

Beim Transport der Proben von der Probennahmestelle zum Untersuchungslabor ist sicherzustellen, dass keine Veränderung der Probenbeschaffenheit auftritt. Grundsätzlich sind die Probenbehälter fest verschlossen, bruch- und frostsicher, lichtgeschützt und in Kühleinrichtungen zu transportieren. Während des Transports in Kühlboxen, Kühlkisten, Kühlzellen im Probennahmefahrzeug ist eine Temperatur von  $5 \pm 3^\circ\text{C}$  aufrechtzuerhalten. Die Einhaltung der Transporttemperatur kann mithilfe eines Aufzeichnungsgerätes kontrolliert und dokumentiert werden.

Die zum Zeitpunkt der Probennahme enthaltenen Konzentrationen der verschiedenen Wasserinhaltsstoffe in einer Probe bleiben unterschiedliche Zeit konstant. Der Abstand zwischen Probennahme und Übergabe an das Labor sollte daher so gering wie möglich sein und 24 Stunden bei einer sachgerechten Lagerung nicht überschreiten.

Hinweise zu den parameterspezifischen Aufbewahrungsfristen sind in Anlage 2 aufgeführt.

## 7.4 Einflüsse und mögliche Auswirkungen

Werden die oben aufgeführten Hinweise im Hinblick auf das Befüllen der Probennahmegefäße, den Transport und die Lagerung der Proben nicht beachtet, kann dies Auswirkungen auf die chemische Zusammensetzung des Wassers haben. Unerwünschte Veränderungen der Proben können z.B. durch folgende Prozesse ausgelöst werden.

### Eintrag von Stoffen in die Probe durch:

- Verschleppung von Substanzen aus verunreinigten und falsch gelagerten Probennahmegeräten und -gefäßen,
- Mobilisierung von Stoffen aus nicht ausreichend inertem Material der Probennahmegeräte und -flaschen,
- Transport von unterschiedlich kontaminierten Proben in einer Transportkiste,
- Zugabe von verunreinigtem Konservierungsmittel,
- Einsatz unzureichend gereinigter Hilfsmittel zur Konservierung (z. B. Filtrationseinrichtung, Pipetten) und
- Aufnahme natürlicherweise in der Luft vorkommender Stoffe wie Kohlendioxid und Sauerstoff mit der Folge von unerwünschten, die Probenzusammensetzung verändernden chemischen Reaktionen, die z. B. zur Veränderung von pH-Wert und Leitfähigkeit führen.

### Austrag von Stoffen durch:

- Ausgasen leichtflüchtiger Verbindungen beim Befüllen der Flaschen, während des Transports oder bei der Verwendung nicht gasdichter Verschlüsse der Probengefäße (wie der Verlust von Kohlendioxid und damit reduzierte Messwerte bezüglich der Basenkapazität) sowie
- Adsorption von Probeninhaltsstoffen, z. B. organische Verbindungen und bestimmte Metalle, an Steigrohren, Schläuchen, Gefäßen und Gerätschaften.

### Veränderung durch chemische oder biochemische Reaktionen:

- Redoxreaktionen (z. B. Oxidation organischer Verbindungen oder Eisen(II)),
- Bildung von Niederschlägen (z. B. Calciumcarbonat und Metallverbindungen),
- Veränderung aufgrund bakterieller und mikrobieller Aktivität (z. B. Auswirkungen auf den Gehalt an Stickstoff-, Phosphor- und Schwefelverbindungen) oder
- lichtinduzierte chemische Reaktionen (z. B. Veränderung des Oxidationszustandes von Bromiden und Iodiden).

Das Ausmaß dieser Reaktionen ist im Wesentlichen abhängig von der chemischen oder biologischen Beschaffenheit der Probe, ihrer Temperatur, der Lichteinwirkung, dem Probengefäßmaterial sowie der Zeit zwischen Probennahme und Untersuchung.

## 8 Nachbereitung der Probennahme

### 8.1 Dokumentation der Ergebnisse

Eine vollständige Dokumentation beinhaltet alle relevanten Angaben zur Probennahme (Kapitel 4.1) und zur Probennahmestelle (Anlage 1) einschließlich deren Umfeld. Die Dokumente sind immer auf dem aktuellen Stand zu halten. Der Dokumentation können wichtige Angaben zur Durchführung der Probennahme entnommen werden, wie beispielsweise

- Einbautiefe der Pumpe,
- Förderrate mit Wasserspiegelabsenkung,
- Austauschvolumen vor Probennahme,
- Dauer des Abpumpvorgangs,
- vermutete oder bekannte Belastungen.

Die eindeutige Kennzeichnung der entnommenen Wasserproben und die umfassende, vollständige und nachvollziehbare Dokumentation der Probennahme sind unverzichtbar. Erst damit können eine Plausibilitätsprüfung und Interpretation der Analyseergebnisse vorgenommen werden.

Dabei sind alle Vorgänge, Beobachtungen und Besonderheiten während der Probennahme und die Ergebnisse der Vor-Ort-Messungen in einem Protokoll zu dokumentieren und zu archivieren. Ein Beispiel für ein repräsentatives Probennahmeprotokoll zeigt Anlage 3.

Im Probennahmeprotokoll sind insbesondere folgende Aspekte zu erfassen, um die Nachvollziehbarkeit der Probennahmebedingungen zu gewährleisten:

- Abweichungen vom Probennahmeplan mit Begründung,
- Auffälligkeiten und Besonderheiten bei der Probennahme,
- Veränderungen an und im Umfeld der GWM,
- Abweichungen von festgelegten Arbeitsanweisungen mit Begründung.

Zudem werden während des Abpumpvorgangs fortlaufend Vor-Ort-Parameter mittels digitaler Aufzeichnung oder manuell in einem festen Intervall von 3 bis 5 min erfasst und Messwerte folgender Parameter dokumentiert:

- Pumpenförderleistung,
- Wasserspiegelabsenkung,
- Wassertemperatur,
- pH-Wert,
- elektrische Leitfähigkeit,
- Konzentration an gelöstem Sauerstoff,

- organoleptische Parameter (Färbung, Trübung, Geruch),
- optional: Redoxspannung.

## 8.2 Wartung und Reinigung

Das Ziel der Wartung und Reinigung sind kontaminationsfreie und einwandfrei funktionierende Probennahmegeräte und -gefäße. Dabei sollen keine Reste von Substanzen aus den vorangegangenen in die nachfolgenden Probennahmen verschleppt werden.

Die Probennahmegeräte sind so zu reinigen, dass die folgende Analyse nicht beeinträchtigt wird. Eine Verwendung von phosphathaltigen Reinigungsmitteln und Hochdruckreiniger wird nicht empfohlen. Die Steigrohre sollten arbeitstäglich gründlich mit Wasser und ggf. Reinigungszusätzen gespült werden (z. B. Verwendung von Spülwagen).

Die Lagerung der Rohre/Schläuche im Probennahmefahrzeug muss getrennt nach genutzt und ungenutzt erfolgen. Alle Probennahmegeräte sind so zu lagern, dass Schimmelbefall und jegliche Kontamination z. B. durch Stäube oder Abgase vermieden werden.

Filtrationseinrichtungen sind nach jeder Nutzung sorgfältig zu reinigen und mit entionisiertem Wasser nachzuspülen. Sie sind vor Verunreinigungen geschützt aufzubewahren. Pipettenspitzen sollten nur einmalig verwendet werden. Für die Überprüfung und Kalibrierung der Messsonden wird auf Kapitel 6.1 verwiesen.

Vom Labor gereinigte und trockene Probennahmebehälter sind geschlossen und vor Verunreinigung geschützt aufzubewahren.

Alle elektrischen und mechanischen Geräte (z. B. Pumpen, Frequenzumrichter, Durchfluss- und Vor-Ort-Messgeräte, Stromversorgung etc.) müssen nach Herstellerangaben regelmäßig gewartet werden. Es wird empfohlen, die einwandfreie Funktion der elektrischen und mechanischen Geräte arbeitstäglich zu prüfen.

## 9 Fehlerquellen bei der Probennahme

Mögliche Fehlerquellen werden in nahezu allen Regelwerken und Empfehlungen zur Grundwasserprobennahme benannt (z. B. im Anhang 1 des LAWA AQS-Merkblatts P-8/2). Die nachfolgende Zusammenfassung stellt eine exemplarische Zusammenstellung aus zufälligen und systematischen Fehlern dar, die in der Praxis häufig vorkommen (vgl. auch BUWAL 2003, BMLFUW 2015; SELENT & GRUPE 2018).

### 9.1 Allgemeine Fehler

Im Rahmen der Planung und Durchführung der Probennahme können verschiedene Fehler passieren. Solche allgemeinen Fehler treten typischerweise z. B. bei den folgenden Arbeitsschritten auf:

**Identifizierung der Messstelle:** Ungenaue Koordinatenangaben bzw. Lageparameter in den Messstellenunterlagen erschweren die eindeutige Identifizierung von Messstellen und können zu Verwechslungen führen. Besonders bei räumlich dicht beieinanderliegenden GWM, unzureichender Beschriftung oder unklaren Kartenangaben kann dies von Belang sein. Trotz fachgerecht ausgeführter Probennahme können daraus Messergebnisse resultieren, welche für die geplante GWM nicht repräsentativ sind. Vor Beginn der Probennahme ist die Messstelle deshalb unter Verwendung mehrerer Merkmale sicher zu identifizieren, z. B. an Hand von Beschriftung, Koordinaten, Darstellung im Lageplan und Fotoaufnahmen, Lotung der Messstellentiefe und Messung der Rohroberkante über Gelände.

**Kennzeichnung der Probe:** Ungenaue oder nicht aussagekräftige Angaben auf den Flaschen oder Etiketten können zu Verwechslungen führen. Die Angabe einer eindeutigen Messstellenkennung auf dem Probennahmeprotokoll und den Probengefäßen sowie der Abgleich mit den Probenlisten je Messstelle sind die sicherste Möglichkeit für eine eindeutige Zuordnung der genommenen Proben.

**Zeitliche Planung der Probennahme:** Die zeitliche Fehleinschätzung des Arbeitsumfangs für eine repräsentative Probennahme stellt einen Planungsfehler dar. Zeitmangel bei der Probennahme kann zu Veränderungen im technischen Ablauf führen und in der Folge die chemische Zusammensetzung der Grundwasserprobe verändern. Beispielsweise können zu geringe Abpumpmengen zur Beprobung von Standwasser oder eine abweichende Durchflussrate zu veränderten hydraulischen Bedingungen bei der Probennahme führen. Möglich sind außerdem Verwechslungen und (Quer-)Kontaminationen der Probe die beim Arbeiten unter Zeitdruck entstehen. Dies beeinträchtigt die Repräsentativität sowie die Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Daher ist aus den Erfahrungen früherer Probennahmen ausreichend Zeit für die Durchführung der Probennahme inkl. Abpumpvorgang einzuplanen.

**Rahmenbedingungen:** Die äußeren Rahmenbedingungen während der Probennahme können die chemische Zusammensetzung der Probe verändern und Auswirkungen auf die Messergebnisse haben. Um die Interpretierbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen, ist es wichtig, relevante Einflussfak-

toren zu dokumentieren. Dies betrifft z. B. das Witterungsgeschehen, Hoch- und Niedrigwassersituationen, Fremdenträgen sowie Nutzungseinflüsse bzw. -änderungen im Umfeld der Probenahmestelle.

## 9.2 Kontamination der Probe

Bei der Probennahme wird mit Hilfe von Pumpenequipment Wasser aus dem Grundwasserleiter entnommen und in Probennahmeflässe abgefüllt. Hierbei sind auf vielfältige Weise Verunreinigungen der Probe möglich, die einen erheblichen Einfluss auf die Analyseergebnisse haben können.

**Kontamination durch Probennahmeequipment und -materialien:** Ein häufiger Fehler ist die Kontamination der Probe während der Probennahme. Hierbei spielen ungeeignete Behältermaterialien (HEBIG et al., 2014), ungeeignete Materialien des technischen Equipments wie Schläuche, Steigrohre und Pumpen sowie deren mögliche Verunreinigung eine wichtige Rolle. Sorptionsvorgänge von Wasserinhaltsstoffen am Behältermaterial oder der Probennahmetechnik sind potenzielle Fehlerquellen, die durch sorgfältige Festlegung eines Reinigungsplanes vermieden werden können. Mit der Nutzung von Reagenzien zur Probenkonservierung oder -stabilisierung ist das Risiko von Querkontaminationen verbunden, z. B. durch Verwechslungsgefahr bei typgleichen Dosiervorrichtungen. Eine Kontamination der Probe kann auch durch den gemeinsamen Transport von Probennahmeequipment bzw. Probengefäßen mit einem Stromaggregat und dem verwendeten Treibstoff entstehen. Aggregat und Treibstoff sind deshalb separat, bzw. in einer luftdicht verschließbaren Box zu transportieren. Bei leicht löslichen Stoffen im Wasser kann die Auswahl von ungeeigneten Schlauchmaterialien zu Fehlern im Hinblick auf flüchtige Inhaltsstoffe führen (vgl. Tabelle 4).

**Kontamination durch das Probennahmepersonal:** Zur Vermeidung von Stoffeinträgen hat das Probennahmepersonal entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Am Tag der Probennahme sollte nach Möglichkeit auf Kosmetika, Handcremes, Sonnenschutzmittel, Insektenschutzmittel oder ähnliche Produkte verzichtet werden, insbesondere wenn geplant ist, die Proben auf organische Spurenstoffe zu untersuchen. Die Verwendung von Einmalhandschuhen minimiert das Kontaktisiko mit Stoffen, die der Haut anhaften. Ebenso ist Vorsicht geboten, bei Kleidungsstücken, die eine Fluorpolymer-Beschichtung besitzen oder mit PFAS behandelt wurden, um die Wasser- und Fleckenbeständigkeit zu erhöhen. Der Verzehr von Lebensmitteln und Konsum von Tabak ist im direkten Messstellenumfeld bzw. während der Probennahme zu unterlassen.

**Sonstige Kontaminationsrisiken im Rahmen der Probennahme:** Gasförmige oder partikelgebundene Kontaminationen der Umgebungsluft (z. B. Abgase aus Stromaggregat, Staub) können das Analyseergebnis verfälschen. Daher ist die Probennahme technisch-organisatorisch auf die Anforderungen der Analytik auszurichten. Die Gasdichtheit der Probengefäße ist zu gewährleisten, um sowohl Einträge als auch Verlust von gasförmigen Stoffen in bzw. aus der Probe zu unterbinden. Der Kontakt von Probentechnik mit dem Sediment innerhalb der Messstelle kann Trübungen oder Partikelanfall zur Folge haben, ggf. mit Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit. Ausfällungen von Verbindungen kommen seltener vor, haben jedoch ihre Fehlerursache ebenfalls in der

Probennahme und können zu einer Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Wassers führen. Variable Druckverhältnisse durch häufige oder stark wechselnde Förderraten, eine verzögerte Stabilisierung der Proben oder starke Lichteinflüsse (u. a. AOX und DOC) verändern oder zerstören Inhaltsstoffe.

### 9.3 Methodische und logistische Fehler

Zu den methodischen und logistischen Fehlern zählen die Fehler bei der Dokumentation der Probennahme, sowie bei Lagerung und Transport der Proben.

**Dokumentation:** Die Dokumentation im Probennahmeprotokoll ist potentiell fehleranfällig, sofern diese nicht automatisiert erfolgt. Fehlende Angaben, Schreibfehler, unregelmäßige Erfassungsabstände von Vor-Ort-Parametern oder die Nichterfassung untypischer Umstände (Pumpe, Absenkung, Defekte) erschweren eine spätere Zuordnung und Bewertung von Analyseergebnissen. Hier ist eine Prüfung des Probennahmeprotokolls auf Vollständigkeit bereits im Feld sowie eine zeitnahe Plausibilitätsprüfung im Nachgang zur Probennahme hilfreich, um eventuelle Fehler frühzeitig zu identifizieren.

**Probenabfüllung und -transport:** Um Abbau- und Umwandlungsprozesse in der Probe zu unterbinden, ist diese korrekt abzufüllen, vor Ort zu stabilisieren, am Ort der Probennahme umgehend zu kühlen und mit durchgängiger Kühlung zu transportieren. Die Planung der Logistik vom Flaschenempfang vor der Probennahme bis zur Probenübergabe an das Labor oder den Kurier stellt eine weitere potenzielle Fehlerquelle dar. Insbesondere können Fehler bei Personalausfällen oder einer unpräzisen Terminierung auftreten, z. B. wenn Proben beschädigt, verspätet oder nur noch unzureichend gekühlt im Labor ankommen. Daher ist die personelle Absicherung des gesamten Arbeitsablaufs zu gewährleisten.

**Funktionsfähigkeit der Messstelle:** Technische Mängel an der Messstelle, wie z. B. Verunreinigungen, Alterungsprozesse, Beschädigungen oder eine mangelhafte Abdichtung können Einfluss auf die Repräsentativität der gewonnenen Proben haben. Fehler werden nicht selten erst nach mehreren Beprobungen erkannt, für die eine langjährige Datenreihe Voraussetzung ist. Zur Identifizierung und Behebung von technischen Mängeln ist es erforderlich, Auffälligkeiten bei der Probennahme sorgfältig zu dokumentieren. Regelmäßige Ortseinsichten und die Durchführung von Funktionsprüfungen (vgl. Kapitel 10.3) werden ausdrücklich empfohlen.

**Einhängtiefe der Pumpe:** Eine falsche Positionierung der Pumpe kann zu Messfehlern führen. Das Einhängen der Pumpe im Filterbereich erzeugt ein anderes Strömungsverhalten gegenüber der Position oberhalb des Filters. Im Fall eines sinkenden Wasserstands (z. B. in Dürreperioden) ist daher die abweichende Positionierung zu dokumentieren, damit die Analyseergebnisse vergleichbar und interpretierbar sind.

## 10 Qualitätssicherungs- und Kontrollmaßnahmen

Die Grundsätze der Qualitätssicherung bei der Grundwasserprobennahme sind in der DIN EN ISO 5667-14:2016-12 beschrieben. Ziel von Qualitätssicherungs- und Kontrollmaßnahmen ist die Sicherstellung der Repräsentativität der Proben und die Vergleichbarkeit der Probennahme. Häufigkeit, Zeitabstand sowie die Art und Durchführung der entsprechenden Maßnahmen sind von den Zielen des Messprogramms und der Anzahl der Probennahmen abhängig. Die Maßnahmen sind bei der Jahresplanung des Messprogramms festzulegen und zu dokumentieren. Grundsätzlich können ergänzend die Ausführungen in LAWA (2023) herangezogen werden.

### 10.1 Qualifikation

Für die Qualität der Probennahme ist die Qualifikation der Probennehmer entscheidend, weil diese die Vorgaben zuverlässig unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten umsetzen müssen (LUBW, 2013). Die Teilnahme an regelmäßigen Fortbildungsveranstaltungen, z. B. des Arbeitskreises Grundwasserbeobachtung, wird empfohlen.

### 10.2 Aktualisierung von Unterlagen

Die Probennahme wird gemäß Kapitel 8.1 im Probennahmeprotokoll dokumentiert. Auffälligkeiten sind, wie dort beschrieben, zu dokumentieren. In bestimmten Fällen, wie z. B. bei Vergaben, ist eine Durchsicht der Probennahmeprotokolle zu empfehlen.

Zur eindeutigen Identifizierung sind die zu beprobenden Messstellen genau zu benennen und zu kennzeichnen. Um die Vergleichbarkeit der Probennahmen an einer Messstelle oder an einem anderen Grundwasseraustritt (vgl. Kapitel 2.2) sicherzustellen, ist diese stets am gleichen Entnahmestort zu beproben. Der Entnahmestort ist an geeigneter Stelle, z. B. im Messstellenpass zu dokumentieren (vgl. Anlage 1). Bei Messstellengruppen dient insbesondere die Tiefenlotung der sicheren Identifikation einer Messstelle.

Die Mess- und Probennahmetechnik ist entsprechend Kapitel 8.2 regelmäßig zu warten. Die Führung von Betriebs- und Wartungsbüchern, wie z. B. die Eintragung des Beschaffungstages, der Einsatztage, der Wartung, der Reparaturen, Inspektionen usw. wird empfohlen.

### 10.3 Funktionsprüfungen

Die Funktionstüchtigkeit der zu untersuchenden GWM muss sichergestellt sein, um repräsentative Proben gewinnen zu können und valide Laborergebnisse zu erhalten. Die Durchführung von Funktionsprüfungen, z. B. nach dem Merkblatt „Funktionsprüfung“ (AK GWB, 2018) oder der Technischen Regel DVGW W 129, dient der Qualitätssicherung der Probennahme und liefert wichtige Erkenntnisse zum Zustand von Grundwassermessstellen. Im Allgemeinen werden zwei Arten von Funktionsprüfungen unterschieden:

- Durchführung einfacher Funktionsprüfungen bei jeder Anfahrt, z. B. visuelle Begutachtung der Messstelle und des Umfeldes (allgemeine Ortseinsicht), Messung des Wasserstandes, Lotung. Der Abpumpvorgang bei Durchführung der Probennahme lässt sich als Kurzpumpversuch auswerten. Er liefert routinemäßig wichtige Hinweise zur hydraulischen Anbindung und damit zur Funktionstüchtigkeit der Messstelle. Einfache Funktionsprüfungen werden i. d. R. von der probennehmenden Stelle selbst durchgeführt und dokumentiert.
- Durchführung komplexer Funktionsprüfungen, anlassbezogen (z. B. als Ergebnis einer einfachen Funktionsprüfung) oder turnusgemäß, z. B. Kamerabefahrung, ggf. Geophysik. Komplexe Funktionsprüfungen werden je nach Prüfverfahren häufig an Fachfirmen vergeben.

Als Ergebnis einer Funktionsprüfung können Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit, bzw. zur Reinigung und Regenerierung der Messstellen bis hin zum Rück- bzw. Neubau von Messstellen erforderlich werden.

#### **10.4 Vor-Ort-Messungen**

Die Messgeräte für die Vor-Ort-Untersuchungen pH-Wert, Temperatur, Sauerstoff/Sauerstoffsättigung, elektrische Leitfähigkeit und Redoxspannung werden arbeitstäglich geprüft und erforderlichenfalls geräteabhängig kalibriert. Die Ergebnisse werden fortlaufend dokumentiert, z. B. in Zielwertkontrollkarten. Die Basiswerte werden entsprechend der Vorgaben aus Normen, Bedienungsanleitungen und Arbeitsvorschriften festgelegt, ebenso die zulässigen Abweichungen. Auf dieser Grundlage werden untere und obere Kontrollgrenzen dargestellt. Beim Unter- oder Überschreiten dieser Grenzen sind die Messsonden gründlich zu reinigen, nochmals zu kalibrieren bzw. zu prüfen und ggf. auszutauschen. Außerdem ist sicherzustellen, dass die verwendeten rückgeführten Standards im vorgegebenen Gebrauchszeitraum nicht kontaminiert bzw. nicht verdünnt sind.

Die zum Zeitpunkt der Probenentnahme ermittelten Leitkennwerte können zur Plausibilitätsprüfung mit denen vorangegangener Probennahmen verglichen werden.

#### **10.5 Feldblindproben**

Um Verfälschungen während der Probennahme und des Transportes zu erkennen, kann es sinnvoll sein, in regelmäßigen Abständen und in begründeten Fällen an ausgewählten Messstellen Feldblindproben zu entnehmen.

Dabei wird parallel zur eigentlichen Probenentnahme entionisiertes Wasser vor Ort in eine gesonderte Probenflasche oder auch in mehrere Flaschen gefüllt. Der Transport erfolgt unter den gleichen Bedingungen wie der bei den eigentlichen Proben. Die Blindwertfreiheit kann auch durch reale Proben kleiner Bestimmungsgrenze erbracht werden. Falls eine Kontamination festgestellt

wird, ist die Ursache zu ermitteln. Auffälligkeiten sind in Abstimmung mit dem Probennahmepersonal zu bewerten. Die Fehlerquellen sind zu beseitigen.

## **10.6 Reinigung der Steigrohre und Schläuche**

In regelmäßigen Abständen wird die Wirksamkeit der Reinigungen von Steigrohren und Schläuchen geprüft.

Dabei wird nach Abschluss der gründlichen Reinigungen das durchlaufende Wasser im Labor auf relevante Inhaltsstoffe untersucht. Auffälligkeiten in der chemischen Zusammensetzung weisen auf verbliebene Verunreinigungen hin und erfordern weiteres Handeln, wie z. B. nochmalige Spülungen/ Reinigungen oder Ersatz verunreinigter Geräte. Das Ergebnis ist zu dokumentieren.

Um die Gefahr von Verschleppungen durch kontaminierte Wässer zu vermindern, sollten Probennahmegeräte und -systeme nur für bestimmte Konzentrationsbereiche der Wasserinhaltsstoffe (z. B. Grundmessnetz, Altlasten und stark kontaminierte Messstellen) eingesetzt werden.

## **10.7 Vergleichsmessungen und -probennahmen**

Es wird empfohlen, in regelmäßigen Abständen Vergleichsmessungen und -probennahmen durchzuführen, an denen die mit der Grundwasserprobennahme befassten Mitarbeiter teilnehmen. Dabei kommt die in den jeweiligen Arbeitsbereichen verwendete Probennahme- und Messtechnik zum Einsatz. Die Probennahme- und Messergebnisse, Besonderheiten, Abweichungen sowie die festgestellten Fehler und deren nachhaltige Behebung werden dokumentiert.

Ist die Grundwasserprobennahme durch die DAkkS akkreditiert bzw. eine Länderstelle notifiziert, werden im Rahmen der Akkreditierung bzw. Notifizierung regelmäßig externe Auditierungen der Grundwasserprobennahme durchgeführt.

Sofern von anderen Institutionen Vergleichsprobennahmen angeboten werden, wird empfohlen, daran teilzunehmen.

## 11 Arbeitsschutz

Beim Arbeitsvorgang der Grundwasserprobennahme einschließlich der Vor- und Nachbereitung sind die einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften einzuhalten. Alle damit beschäftigten Mitarbeiter sind mindestens einmal jährlich zu belehren. Neues Personal ist gründlich in alle für die Grundwasserprobennahme aktuell geltenden Arbeitsschutzvorschriften einzuweisen. Für die Tätigkeit der Grundwasserprobennahme und mögliche Spezialfälle, wie z. B. das Betreten von Brunnenstuben, sollten Gefährdungsbeurteilungen erstellt werden. Darin sind Gefährdungsart, die dafür geltenden Vorschriften und Maßnahmen sowie der aktuelle Stand bezüglich der Einhaltung einzutragen. Diese Arbeitsplatzbeurteilungen sind jährlich zu aktualisieren und zu dokumentieren.

Allgemein gelten die Regelungen der DGUV (DGUV, 2013) und interne Regelungen, wie Standardarbeitsvorschriften und Verfahrensanweisungen. Nachfolgend werden beispielhaft Hinweise für allgemeine Arbeitsschutzmaßnahmen aufgeführt:

- Beim Be- und Entladen des Probennahmefahrzeuges ist zu beachten, dass bei Frauen eine Maximallast von 10 kg, bei Männern von 20 kg gilt. Dabei ist auf das Tragen von Arbeitsschutzhandschuhen und eine ausreichende Beleuchtung zu achten. Die Ladung ist rutsch- und bruchstabil zu verstauen, vorausgesetzt wird eine ausreichende Befestigung im Fahrzeug nach Vorschrift VDI 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“ (VDI, 2004).
- Bei der Förderung des Grundwassers ist Haut- und Augenkontakt möglichst zu vermeiden, insbesondere, wenn kontaminiertes Grundwasser bekannt ist oder vermutet wird. Deshalb sind beim Ausbau der Probennahmetechnik, aber auch beim Befüllen der Probengefäße erforderlichenfalls Schutzbrille und Einmal-Laborhandschuhe zu tragen. Mit Chemikalien vorgelegte Probengefäße sind vor dem Umkippen zu sichern, mit Abstand zum Gesicht (Gase von hochkonzentrierten Säuren) und nicht bis zum Überlaufen zu befüllen. Sicherheitshalber sollte auf jedem Probennahmefahrzeug eine mit demineralisiertem oder destilliertem Wasser befüllte Augenspülflasche mitgeführt werden.
- Bei Quellen, die geogen bedingt mit Radon über  $100 \text{ Bq/m}^3$  Wasser belastet sind, sollten zum Schutz der Probennehmer die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung beachtet und die Expositionszeiten geringgehalten werden.
- Bei möglichem Kontakt zu chemisch oder biologisch kontaminiertem Grundwasser ist zu prüfen, ob Schutzimpfungen erforderlich sind. Außerdem sind Feindesinfektionsmittel mitzuführen und zu nutzen.
- Beim Befahren von Gebieten mit Schutzstatus oder höherem Gefährdungspotential sind Sondergenehmigungen mitzuführen und spezifische Festlegungen einzuhalten.
- Bei Sturm sind witterungsabhängige Risiken wie Fallholz zu beachten.

- Bei Arbeiten in Bereichen mit Fahrzeugverkehr ist eine sichtbare Absicherung des Arbeitsbereiches zu gewährleisten
- Beim Betreten von Brunnenstuben und Quellschächten sind immer mindestens zwei Personen erforderlich, wobei nur eine in den Schacht absteigen darf. Die andere Person bleibt zur Absicherung außerhalb der Anlage in Rufweite, um im Notfall Hilfe holen zu können. Die Anlagen sind nur nach vorheriger Zustimmung des Eigentümers oder des Hauptbetreibers zu betreten. Bei Dauermessstellen sollte eine Vereinbarung abgeschlossen werden, die auch alle Regelungen hinsichtlich des Arbeitsschutzes enthält. Es gelten dabei die Richtlinien der DGUV (2019) für Behälter, Silos und enge Räume.

Weiterhin gilt:

- Verletzung an scharfen Kanten oder Gegenständen: Prüfung der Schachtumgebung - Erforderlichenfalls Beräumung, wie z. B. Glasbruch. Beim Besteigen der Brunnenstube sind Schutzhandschuhe zu tragen. Der Zustand der Schachtleitern bzw. der Tritte ist visuell auf Sicherheit zu prüfen. Werden Defekte festgestellt, die die Sicherheit maßgeblich gefährden können, ist die Probennahme abzubrechen und die Schäden sind zunächst baulich abzustellen.
- Quetschung: Die Schachtdeckel sind nur zu zweit und nur mit Schutzhandschuhen zu heben und zu schließen.
- Absturz (DGUV 2019): Die Arbeiten in Schächten sind nur von fachlich qualifizierten und körperlich geeigneten Mitarbeitern durchzuführen. Dabei sind stets rutschfeste Arbeitsschuhe und Schutzhandschuhe zu tragen. Erforderlichenfalls (bei größeren Tiefen ab ca. 5 m) ist gesonderte Ausrüstung mitzuführen (Abseilvorrichtung über Dreibein, persönliche Schutzausrüstung, wie z. B. Klettersteigset). Hier muss ein ausgewogenes Aufwand-Nutzen-Verhältnis geprüft werden (im Messprogramm eventuell andere Messstellen auswählen).
- Sauerstoffmangel oder Vorhandensein von gesundheitsgefährdenden Gasen: Vor Betreten des Schachtes ist für ausreichende Belüftung des Objektes zu sorgen (ca. >5 min). Danach ist die Luftzusammensetzung mit einem Mehrfach-Gaswarngerät zu prüfen. Das Objekt wird nur betreten, wenn sichergestellt ist, dass kein Sauerstoffmangel und keine gefährlichen Gase (z. B. CO bzw. H<sub>2</sub>S) in gesundheitsgefährdender Konzentration auftreten.
- Elektrische Gefährdung durch Berühren von unter elektrischer Spannung stehender Ausrüstung: Die Pumptechnik (Pumpe und Rohre) sollte möglichst außerhalb des Schachtes zusammengebaut und im Objekt wenig und nur mit Schutzhandschuhen berührt werden.

## 12 Literaturverzeichnis

AK GWB (2003): Merkblatt Grundwasserprobennahme. Hrsg: Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie, Sachsen, 68 S., publikationen.sachsen.de [online] <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23156> [abgerufen am 20.10.2024]

AK GWB (2012): Merkblatt Bau von Grundwassermessstellen. Hrsg: Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie, Sachsen, 101 S., publikationen.sachsen.de [online] <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13808> [abgerufen am 20.10.2024]

AK GWB (2018): Merkblatt Funktionsprüfung an Grundwassermessstellen. Hrsg: Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie, Sachsen, 36 S., publikationen.sachsen.de [online] <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/31235> [abgerufen am 20.10.2024]

ATV - DVWK (2002): Merkblatt M 604, Messeinrichtungen an Quellen, April 2002, Hrsg. ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., DWA Verlag, ISBN: 978-3-935669-48-1

BARCELONA, M. J; HELFRICH, J. A. und GARSKE, E. E. (1985): Sampling tubing effects on groundwater samples. – Anal. Chem. 57: 460-464.

BARCELONA, M. J; HELFRICH, J. A. und GARSKE, E. E. (1988): Verification of sampling methods and selection of materials for groundwater contamination studies. – ASTM Spec. Tech. Publ., 963 (Groundwater Contamination): S 221-231.

BGH (1998): Urteil vom 14.05.1998, AZ VII ZR 184/97, OLG München, LG München I, mit Vorschrift BGB §633. [online] In: Judicialis Rechtsprechung <https://www.judicialis.de/Bundesgerichtshof-VII-ZR-184-97-Urteil-14.05.1998.html> [abgerufen am 20.10.2024]

BMLFUW (2015): Probennahmehandbuch Chemie, Wasser Grundwasser, Oberflächengewässer, Sedimente. Herausgeber: Bundesministerium für land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, <https://info.bml.gv.at/service/publikationen/wasser/Probennahmehandbuch-Chemie-Wasser.html>, [abgerufen am 11.12.2023].

Bundesamt für Strahlenschutz (2017): Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung: Empfehlung von BMUB, BMG, BfS, UBA und den zuständigen Landesbehörden sowie DVGW und BDEW. Aktualisiert 30.05.2028. [online] <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2017020114224> [abgerufen am 16.12.2024]

Bundesministerium der Justiz (2010): Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist. Grundwasserverordnung - GrwV [online] [https://www.gesetze-im-internet.de/grwv\\_2010/GrwV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/grwv_2010/GrwV.pdf). [abgerufen am 22.11.2024]

Bundesministerium der Justiz (2018): Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 324) geändert worden ist. [online] [https://www.gesetze-im-internet.de/strlshv\\_2018/StrlSchV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/strlshv_2018/StrlSchV.pdf) [abgerufen am 22.11.2024]

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2009): Normungspolitisches Konzept der Bundesregierung. In: Normen und Standards vom 02.09.2009. [online] [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/normungspolitisches-konzept-der-bundesregierung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/normungspolitisches-konzept-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=1) [abgerufen am 03.12.2024]

Burghardt, D., Coldewey, W. G., Melchers, Ch., Messer, J., Paul, M., Walter, T., Wesche, D., Westermann, S., Wieber, G., Wisotzky, F. & Wolkersdorfer, Ch. (2017): Glossar Bergmännische Wasserwirtschaft. 79 p., Neustadt/Wstr. (Fachsektion Hydrogeologie in der DGGV).

BUWAL (2003): Grundwasserprobennahme. Praxishilfe. Herausgeber: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie Bern. [online] <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/grundwasserprobenahme.html>, [abgerufen am 20.10.2024]

CYRIS, GERHARD (2005): Technische Regeln im Spannungsfeld zwischen Selbstverwaltung und gesetzlichen Vorgaben. In: energie | wasser-praxis 7/8 2005, 10-13.

DEHNERT, J.; LANKAU, R.; KUHN, K.; DÖRING, U.; SCHNEIDER, P. UND NEITZEL, P.L. (2002): Abpumpversuche mit Partikelmessungen zur Bestimmung geeigneter Förderraten bei der Grundwasserprobennahme. in: SCHAFMEISTER, M.-T. und MEYER, T. (2002): Grundwasserressourcen im Spannungsfeld zwischen Erschließung und Naturschutz: Kurfassungen der Vorträge und Poster: Fachtagung der Fachsektion Hydrogeologie in der Deutschen Geologischen Gesellschaft: Greifswald, 9.-11. Mai 2002.

DEHNERT, J., NITSCHKE, C., MÜLLER, K., KUHN, K. (2004): Beeinflussen Sumpfrohre die Repräsentativität von Grundwasserproben? In: Konferenz: Hydrogeologie regionaler Aquifersysteme, Tagung der Fachsektion Hydrogeologie in der DGG, Darmstadt. Volume: Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 32, SCHIEDEK, T., KAUFMANN-KNOKE, R., EBHARDT, G. (Hg.): Hydrogeologie regionaler Aquifersysteme, Tagung der Fachsektion Hydrogeologie in der DGG.- ISBN 3-932537-04-1, 200 S.

DGUV (2013): DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention: Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. [ONLINE] <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/2909> [abgerufen am 20.10.2024]

DGUV (2019): DGUV Regel 113-004 (BGR 117-1): Behälter, Silos und enge Räume. Teil 1 Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen, Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., Februar 2019, [online] <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/915> [abgerufen am 20.10.2024]

DIN 38402-13:2021-12, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung\_- Allgemeine Angaben (Gruppe\_A) - Teil\_13: Planung und Durchführung der Probenahme von Grundwasser\_(A\_13) (2021): [online] doi:10.31030/3274665. [abgerufen am 20.10.2024]

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 (2019): in: DIN Media, [online] doi:10.31030/2552453. [abgerufen am 20.10.2024]

DIN EN ISO 5667-1:2023-04, Wasserbeschaffenheit\_- Probenahme\_- Teil\_1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken (ISO\_5667-1:2020); Deutsche Fassung EN\_ISO\_5667-1:2022 (2023): in: DIN Media, [online] doi:10.31030/3340881.[abgerufen am 20.10.2024]

DIN EN ISO 5667-3:2024-09, Wasserbeschaffenheit\_- Probenahme\_- Teil\_3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben (ISO\_5667-3:2024); deutsche Fassung EN\_ISO\_5667-3:2024 2024 in: DIN Media, [online] doi:10.31030/3540787. [abgerufen am 20.10.2024]

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\_5667-14:2014: in: DIN Media, [online] <https://doi.org/10.31030/2552453>. [abgerufen am 20.10.2024]

DIN EN ISO 9377-2:2001-07: Wasserbeschaffenheit - Bestimmung des Kohlenwasserstoff-Index - Teil 2: Verfahren nach Lösemittelextraktion und Gaschromatographie (ISO 9377-2:2000); Deutsche Fassung EN ISO 9377-2:2000. [online] <https://dx.doi.org/10.31030/9065913> [abgerufen am 21.10.2024]

Dreher, T. (1991): LCKW in Grundwasserproben. Verschleppungen durch die Probennahme. – Geol. Jb. Hessen 119: 177-189.

DVGW (2001): Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen. Arbeitsblatt W 123: 2001-09. Technische Regel. Ausgabedatum 2001-09, DVGW Bonn, DIN Media [online] <https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/dvgw-w-123/51099320> [abgerufen am 20.10.2024]

DVGW (2011): Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen. Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 112 (A). Ausgabedatum 2011-10, ISSN 0176-3504, DVGW Bonn

DVGW (2012): Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen. Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 129 (A). Ausgabedatum 2012-05, ISSN 0176-3504, DVGW Bonn

DVWK (1990): Einflüsse von Messstellenausbau und Pumpenmaterialien auf die Beschaffenheit einer Wasserprobe. DVWK-Mitteilungen H. 20

DVWK (1997): Merkblätter zur Wasserwirtschaft: Tiefenorientierte Probennahme aus Grundwassermessstellen.- H. 245.

DVWK (1998): Hydrogeochemische Stoffsysteme. Schriften 117. Verlag P. Parey, Hamburg.

DWA (2011): Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen. Technische Regel- Arbeitsblatt DWA -A 909:2011- 12. Ausgabedatum 2011-12, <https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/dwa-a-909/149729721> [abgerufen am 20.10.2024]

GILLHAM, R.W. & O'HANNESIN, S.F., (1994): Enhanced degradation of halogenated aliphatics by zero-valent iron. Ground Water, Vol. 32, pp. 958–967. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1994.tb00935.x>. [abgerufen am 20.10.2024]

GÖTTELMANN U. ROSS (2008): Probennahme an Stollen- Repräsentative Entnahmepunkte und Schwebstoffverhalten. Endbericht, 21 S. Hrsg.: LHW- Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen- Anhalt (2008), Gewässerkundlicher Landesdienst Halle/S. [online] [https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu\\_PDF/5.0\\_GLD/Dokumente\\_GLD/Berichte\\_Dokumente\\_GW/ProbennahmeStollen2008FE.pdf](https://lhw.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/Landesbetriebe/LHW/neu_PDF/5.0_GLD/Dokumente_GLD/Berichte_Dokumente_GW/ProbennahmeStollen2008FE.pdf) [abgerufen am 03.12.2024]

HEBIG, K. H., NÖDLER, K., LICHA, T., SCHEYTT, T. J. (2014): Impact of materials used in lab and field experiments on the recovery of organic micropollutants Science of the Total Environment 473–474 (2014) 125–131, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.12.004>

HUBBARD, C.E., BARKER, J.F., O'HANNESIN, S.F., VANDERGRIENDT, M., GILLHAM, R.W., (1994): Transport and fate of dissolved methanol, methyl-tertiary-butyl-ether, and monoaromatic hydrocarbons in a shallow sand aquifer. American Petroleum Institute Publication 4601, Health & Environmental Sciences Department, Washington, D.C., 226 p.

ISO 5667-11:2009 - 04: Wasserbeschaffenheit – Probennahme – Teil 11: Hinweise zur Probenahme von Grundwasser. <https://www.dinmedia.de/de/norm/iso-5667-11/118842671> [abgerufen am 20.10.2024]

Janicke, W. (1983): Sorptionswirkung von Kunststoffen auf organische Wasserinhaltsstoffe. – Z. Wasser – Abwasser – Forsch. 17: 7-11.

Köstler, B.; Barczewski, B; Klass, N. (1997): Stand des Wissens bezüglich der Beprobung von Grundwasser bei Altlasten. Universität Stuttgart, Landesanstalt für Umweltschutz Baden- Württemberg, Stuttgart. 1997, 122 S. [online] <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/97628> [abgerufen am 20.10.2024]

LAWA (1995): Grundwasser – Richtlinien zur Beobachtung und Auswertung: Teil 4 Quellen. in: Grundwasserrichtlinie 4/95 [online] [https://www.lawa.de/documents/grundwasser\\_richtlinien\\_beobachtung\\_auswertung\\_teil\\_4\\_quellen\\_1552306473.pdf](https://www.lawa.de/documents/grundwasser_richtlinien_beobachtung_auswertung_teil_4_quellen_1552306473.pdf) abgerufen am 20.10.2024]

LAWA (2023): AQS-Merkblatt zu den Rahmenempfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen:

Probennahme von Grundwasser (P-8/2). [online] [https://www.lawa.de/documents/p-08-2-probenahme-gw-2023-09\\_1709547351.pdf](https://www.lawa.de/documents/p-08-2-probenahme-gw-2023-09_1709547351.pdf) [abgerufen am 20.10.2024]

LFU (1993): Grundwasserüberwachungsprogramm: Beprobung von Grundwasser - Literaturstudie, 1. unveränderter Nachdruck, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 66 S.

LfUG (1997): Trinkwasserschutz in Quellgebieten. Handlungsanleitung zur Erstellung von Fachgutachten., 1. Auflage, 91 S., [online] <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/26827> [abgerufen am 20.10.2024]

LUBW (2013): Leitfaden Grundwasserprobennahme - Grundwasserüberwachungsprogramm Baden-Württemberg. In: Grundwasserüberwachungsprogramm, Bd. 46, Karlsruhe, 52 S. [online] <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/83875> [abgerufen am 20.10.2024]

PESTEMER, W & NORDMEYER, H. (1988): Sorption von ausgewählten Pflanzenschutzmitteln an unterschiedlichen Schlauchmaterialien. – Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene **186**: 375-379.

SCHWARZE R. & ROSS J.-H. (1996): Trinkwasserschutz in Quellgebieten; Ermittlungsgrundlagen für die Bemessung von Trinkwasserschutzzonen für Quellfassungen. Abschlußbericht Teil 2, Anwendung. TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, 224 S.

SEEBURGER, I. & KÄSS, W. (1989): Redoxpotential-Messungen im Grundwasser. – DVWK-Schriften, H. 84: 63-115.

SELENT, K.-D. & GRUPE, A. (2018). Die Probenahme von Wasser, Ein Handbuch für die Praxis. Vulkan-Verlag, 2. Auflage., ISBN 978-3-8356-7310-6,

Strahlenschutzverordnung: "Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 324) geändert

TOPP, E. & SMITH, W. (1992): Sorption of the herbicides atrazine and metachlor to selected plastics and silicone rubber. – J. Env. Qual. **21**: 316-317.

VDI (2004): Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen. VDI- Richtlinie 2007. Hrsg. Produktion und Logistik, Verein Deutscher Ingenieure 2004-11, ICS 43.080.10 [online] <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2700-ladungssicherung-auf-strassenfahrzeugen-1> [abgerufen am 20.10.2024]

Voss, A.- C. (2021): Vergleichende Untersuchung von Techniken für die repräsentative Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen. In den Bundesländern Bayern, Berlin, Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Masterthesis, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Angewandte Geowissenschaften.

## Anlage 1: Messstellenpass (Beispiel)

<b>MESSSTELLENPASS für GWM</b>							
BLATT: 1		Bearbeiter: Max Mustermann					
<b>1. MESSSTELLENBEZEICHNUNG</b>			MESSNETZE: UEB 1, EZS 365				
ID STYX	MESSSTELLENNUM-MER	VOR-ORT-BE-SCHRIFTUNG	MESSSTELLENNAME				
284565	45420008		Paschwitz, GWM 1/2011				
<b>2. LAGEBESCHREIBUNG</b>		LANDKREIS: Landkreis Nordsachsen					
		GEMEINDE: Paschwitz					
KOORDINATEN UTM 33		GEMARKUNG: Paschwitz Flur 3					
NORDWERT	OSTWERT	MESSPUNKT-HÖHE	GELÄNDEHÖHE	BEZUGSSYSTEM	GRUNDWASSERKÖRPER		
5704226,91	340651,03	106,13	105,14	NHN	VM-1-3		
GRUNDWASSERKÖRPER		HIST. MESSPUNKTHÖHE					
LAGE:		ab 27.10.2011 106,13					
BESCHREIBUNG MESSPUNKT:							
BEOBACHTER:			ANSPRECHPARTNER:				
<b>3. MESSSTELLENAUSBAU</b>			MESSSTELLENART: Grundwasserbeobachtungsrohr				
			AUSBAUMATERIAL: PVC (Polyvinylchlorid)				
	[m u. MP]	[m u. Gelände]	VERSCHLUSS- u. SCHLÜSSEL-ART				
FILTER-OK	14,19	13,20	RINGRAUM-Ø [mm]	273			
FILTER-UK	16,19	15,20	FILTER-Ø [mm]	113			
AUSBAUSOHLE	16,99	16,00	ENDTEUFE [m u. Gelände]:	16,00			
<b>4. SONSTIGE DATEN ZUR MESSSTELLE</b>							
STATISTIK		ANALYSEN		FUNKTIONSFÄHIGKEIT		LOTUNG	
BEGINN		BEGINN	2011	DATUM	05.04.2022	DATUM	05.04.2022
ENDE		ENDE		ERGEBNIS	funktionsfähig	[cm u. MP]	1725,00
DATENSAMMLER SEIT		12.01.2023	EINBAUTIEFE [m u. MP]		10,00		
BEMERKUNG:					LETZTER KONTROLLWERT		
					05.04.2022	532	
<b>5. DATEN DER LETZTEN BEPROBUNG</b>							
Letzte Probennahme:			05.04.2022 09:59:00				
Einbautiefe der Pumpe (m u. MP)			13,18				
Förderrate (l/min)			14,02				
Wasserstand vor Probennahme (m u. MP)			5,32				
max. Absenkung (m u. MP)			5,43				
- elektr. Leitfähigkeit (µS/cm)							
- pH-Wert							
- Temperatur (°C)							
- O <sub>2</sub> -Gehalt (mg/l)							
- Redoxpotential (mV)							

**MESSTELLENPASS für GWM**

BLATT: 2

MESSTELLENNUMMER

45420008

**6. BEMERKUNGEN / BESONDERHEITEN**

**7. FOTO**



**MESSSTELLENPASS für GWM**

BLATT: 3

MESSSTELLEN-  
NUMMER  
45420008

**8. LAGEPLAN**

Maßstab 1:16000



# MESSSTELLENPASS für GWM

BLATT: 4

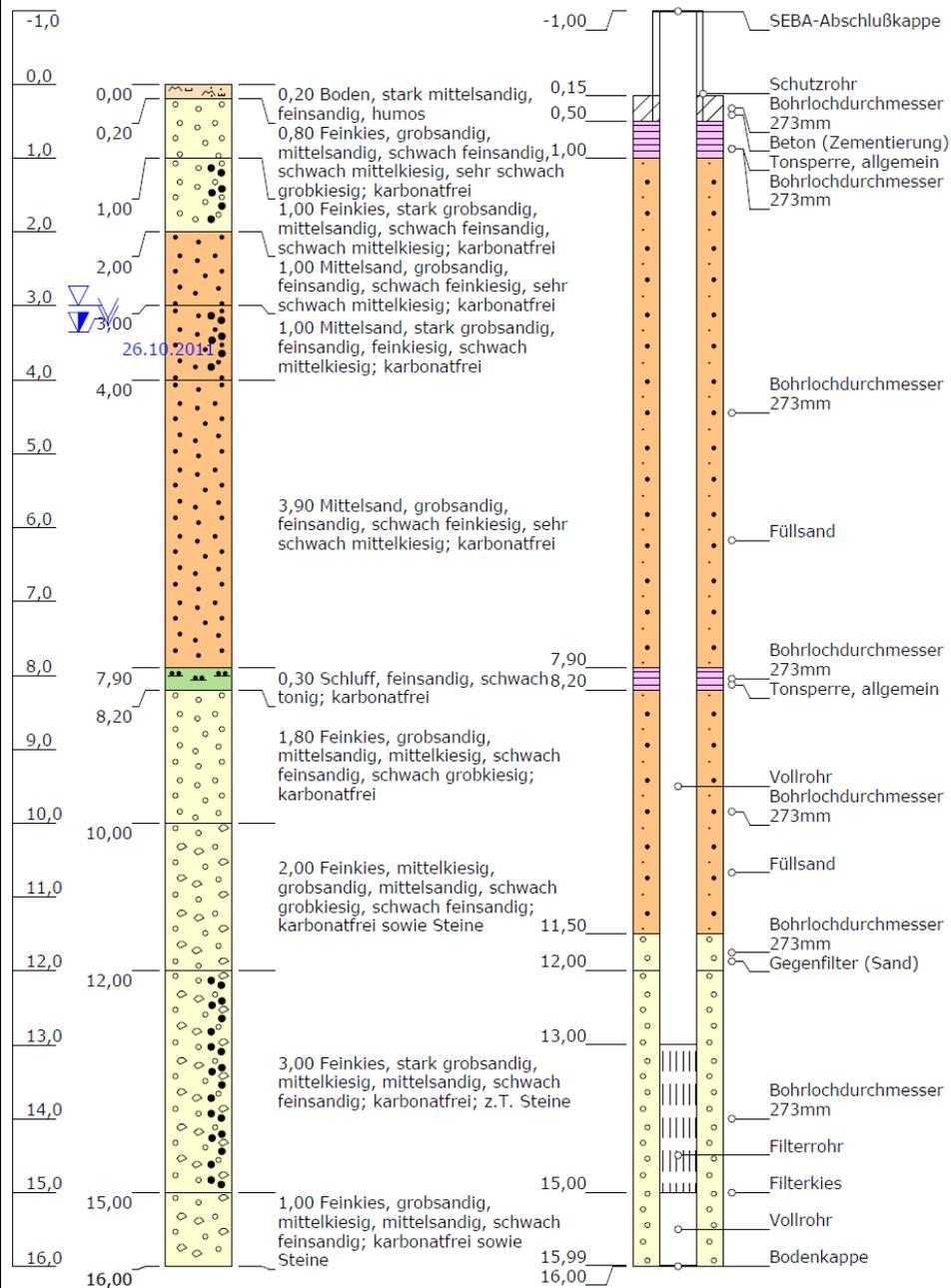
MESSSTELLENNUMMER

45420008

## 9. Schichtenverzeichnis

m u. GOK (105,14 m HN)

B....1....2011



Höhenmaßstab: 1:90 Horizontalmaßstab: 1:20

### Abkürzungen:

- MP = Messpunkthöhe
- OK = Oberkante
- UK = Unterkante

Anlage 2: Ausgewählte Grundwasserparameter - Probenbehältnisse, Konservierungsverfahren und maximale Aufbewahrungszeiten  
(angelehnt an DIN EN ISO 5667-3: 2024-09)

Grundwasserparameter	Probenbehältnisse	Konservierungsverfahren	Maximale Aufbewahrungszeiten	Verweisung Internationale Norm
Wassertemperatur [°C]	Glas		Sofortmessung	DIN 38404-4: 1976
pH-Wert	Glas, PE (luftblasenfrei gefüllt & mit luftdichtem Verschluss)	5 ± 3 °C	Sofortmessung  24 h	DIN EN ISO 10523:2012
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	Glas, PE (luftblasenfrei gefüllt & mit luftdichtem Verschluss)	5 ± 3 °C	Sofortmessung  24 h	DIN EN 27888: 1993
Gelöster Sauerstoff [mg/l]	Braunglas, PE (luftblasenfrei gefüllt & mit luftdichtem Verschluss)	Fixierung mit Mangan(II)-sulfat & Jod-Azid-Lösung, dunkel lagern	Sofortmessung  24 h	DIN EN ISO 5814:2013 & DIN ISO 17289:2014 DIN EN 25813: 1993
Redoxspannung [mV]			Sofortmessung	DIN 38404-6: 1984
Aluminium	PE, PP, FEP HDPE, PTFE  Bei niedrigen Konzentrationen: PFA, FEP  Geeignete Kunststoffe, keine Polyolefine (können Spuren von Al enthalten)  PE	Ansäuern auf pH < 2 mit HNO <sub>3</sub>  Für den gelösten Anteil von Aluminium: vor Ort oder so bald wie möglich nach der Probennahme filtrieren. Ansäuern durch Zugabe von 0,30 ml HNO <sub>3</sub> je 100 ml Probe. Für säurelösliches Aluminium: Ansäuern auf pH 1,2 bis pH 1,5 mit HNO <sub>3</sub>		ISO 15586:2003 ISO 11885:2007  ISO 17294-2: 2016  ISO 12020:1997  ISO 10566:1994
Grundwasserparameter	Probenbehältnisse	Konservierungsverfahren	Maximale Aufbewahrungszeiten	Verweisung Internationale Norm
Ammonium [mg/l]	PE, PTFE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	24 h	DIN ISO 15923: 2014
	PE	Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH 3 ± 0,5 mit HNO <sub>3</sub> , 5 ± 3 °C und dunkel lagern	24 h	DIN EN ISO 14911:1999

	Glas, PE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	Möglichst sofort o- der innerhalb 24 h	DIN 38406-5: 1983
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	Glas, PE, PTFE Glas, PE, PTFE	Ansäuern auf pH 2 mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 5 ± 3 °C und dunkel lagern Ansäuern auf pH 2 mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C und dunkel lagern	24 h 14 Tage	DIN EN ISO 11732:2005 DIN EN ISO 11732:2005
AOX [µg/l] (Adsorbierbare orga- nisch gebundene Halo- gene)	Glas  PE	Werden oxidierende Stoffe ver- mutet - Zugabe von Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> -Lö- sung, Ansäuern auf pH <2 mit HNO <sub>3</sub> , 5 ± 3 °C und dunkel lagern Werden oxidierende Stoffe ver- mutet - Zugabe von Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> -Lö- sung, Ansäuern auf pH <2 mit HNO <sub>3</sub> , Tiefgefrieren < -18 °C	24 h  1 Monat	DIN EN ISO 9562: 2004
Basenkapazität [mmol/l]	Glas	5 ± 3 °C, dunkel lagern	48 h	DIN 38409-7: 2005
BSB <sub>n</sub> [mg/l] (Biochemischer Sauer- stoffbedarf) (entspricht ZS <sub>n</sub> )	Glas, PE PE	5 ± 3 °C und dunkel lagern Tiefgefrieren < -18°C	24 h 1 Monat	DIN EN 1899-2: 1998
BTEX [µg/l] (Leichtflüchtige aroma- tische Kohlenwasser- stoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol & Xylol)	Braunglas mit Schliffstopfen oder PTFE-be- schichtetem Stopfen Glas mit PTFE- beschichtetem Stopfen oder Vials mit be- schichtetem Stopfen	5 ± 3 °C und dunkel lagern  5 ± 3 °C und dunkel lagern  Werden oxidierende Stoffe ver- mutet - Zugabe von Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> -Lö- sung, Ansäuern auf pH =2 mit HNO <sub>3</sub> , HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> oder NaHSO <sub>4</sub> , 5 ± 3 °C und dunkel lagern	48 h  5 Tage  5 Tage	DIN 38407-43: 2014 DIN EN ISO 17943:2016  DIN EN ISO 15680:2004

Merkblatt Grundwasserprobennahme

Grundwasserparameter	Proben-behältnisse	Konservierungsverfahren	Maximale Auf-be-wahrungs-zeiten	Verweisung Internationale Norm
Calcium [mg/l]	PE, PP  Borsilikat-Glas, PTFE, PE oder PFA, FEP	Membranfiltration (0,45 µm), Zugabe von 8 ml/l HCl Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub>  Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH-Wert 3 ± 0,5 mit HNO <sub>3</sub> , 5 ± 3 °C	1 Monat  1 Monat  1 Monat	DIN EN ISO 7980:2000 DIN EN ISO 11885:2009 & DIN EN ISO 17294-2:2017 DIN EN ISO 14911:1999
Chlorid [mg/l]	Glas, PE, PTFE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C  Falls der pH-Wert der Probe außerhalb des Bereichs von 5 bis 9,5 liegt, den pH-Wert entsprechend mit Salpetersäure oder Natriumhydroxid einstellen.	1 Monat	DIN EN ISO 10304-1:2009 / DIN EN ISO 15682:2002 / DIN ISO 15923:2014  ISO 9297:1989
Cyanid, leicht freisetzbar [mg/l] & Cyanid, gesamt [mg/l]	Glas  Glas, PE  PE	Einstellen pH-Wert = 12 mit NaOH, Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C und dunkel lagern Einstellen pH-Wert 9 - 12 mit NaOH, 5 ± 3 °C und dunkel lagern Tiefgefrieren < -18 °C	7 Tage  3 Tage  7 Tage	DIN EN ISO 14403-1:2012 & DIN EN ISO 14403-2:2012 DIN 38405-7: 2002
DOC [mg/l] (Kohlenstoff, gelöster organischer)	Glas, PE Glas, PE  PE	5 ± 3 °C Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> oder H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , 5 ± 3 °C Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> oder H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , Tiefgefrieren -15 °C bis -20 °C	8 h 7 Tage  Mehrere Wochen	DIN EN 1484: 2019
Fluorid [mg/l]	PE  PE	5 ± 3 °C Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	3 Tage  1 Monat	DIN 38405-4: 1985 DIN EN ISO 10304-1:2009
Kalium [mg/l]	Borsilikat-Glas, PTFE, PE oder PFA, FEP  PE	Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HCl Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub>  Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH-Wert 3 ± 0,5 mit HNO <sub>3</sub> , 5 ± 3 °C	1 Monat  1 Monat  1 Monat	DIN 38406-13:1992 DIN EN ISO 11885:2009 & DIN EN ISO 17294-2:2017 DIN EN ISO 14911:1999

Grundwasserparameter	Probenbehälter	Konservierungsverfahren	Maximale Aufbewahrungszeiten	Verweisung Internationale Norm
Kohlenwasserstoffe [mg/l]	Glas mit Schliffstopfen oder PTFE-beschichtetem Stopfen	5 ± 3 °C 5 ± 3 °C	4 Tage 5 Tage	DIN EN ISO 9377-2:2001 DIN EN ISO 17943:2016
CKW [µg/l] (Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe)	Braunglas mit Schliffstopfen oder PTFE-beschichtetem Stopfen Glas mit PTFE-beschichtetem Stopfen oder Vials mit beschichtetem Stopfen	5 ± 3 °C und dunkel lagern 5 ± 3 °C und dunkel lagern Werden oxidierende Stoffe vermutet - Zugabe von Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> -Lösung, Ansäuern auf pH-Wert = 2 mit HNO <sub>3</sub> , HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> oder NaHSO <sub>4</sub> , 5 ± 3 °C und dunkel lagern Ist zu vermuten, dass die Probe gechlort wurde, dem Behälter nach der Entnahme der Probe (oder der Probennahme) je 1 000 ml Probe 80 mg Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O hinzufügen	48 h 5 Tage 5 Tage	DIN 38407-43:2014 DIN EN ISO 17943:2016 DIN EN ISO 15680:2004 ISO 15680:2003 ISO 11423-1:1997 ISO 11423-2: 1997
Magnesium [mg/l]	PE, PP Borsilikat-Glas, PTFE, PE oder PFA, FEP	Membranfiltration (0,45 µm), Zugabe von 8 ml/l HCl Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub> Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH-Wert 3 ± 0,5 mit HNO <sub>3</sub> , 5 ± 3 °C	1 Monat 1 Monat 1 Monat	DIN EN ISO 7980:2000 DIN EN ISO 11885:2009 & DIN EN ISO 17294-2:2017 DIN EN ISO 14911:1999
Metalle [mg/l]	Borsilikat-Glas, PTFE, PE oder PFA, FEP PP, PE, FEP	Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub> Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub>	1 Monat 1 Monat	DIN EN ISO 11885:2009 / DIN EN ISO 17294-2:2017 DIN EN ISO 15586:2004
Metalle, gelöst [mg/l]	Borsilikat-Glas, PTFE, PE oder PFA, FEP	Membranfiltration (0,45 µm) vor Ort, Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub>	1 Monat	DIN EN ISO 11885:2009 & DIN EN ISO 17294-2:2017
Natrium [mg/l]	Borsilikat-Glas, PTFE, PE oder PFA, FEP PE	Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HCl Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub> Membranfiltration (0,45 µm), Ansäuern auf pH-Wert 3 ± 0,5 mit HNO <sub>3</sub> , 5 ± 3 °C	1 Monat 1 Monat 1 Monat	DIN 38406-14:1992 DIN EN ISO 11885:2009 & DIN EN ISO 17294-2:2017 DIN EN ISO 14911:1999

Merkblatt Grundwasserprobennahme

Grundwasserparameter	Probenbehälter	Konservierungsverfahren	Maximale Aufbewahrungszeiten	Verweisung Internationale Norm
Nitrat [mg/l]  (Grundwasser)	Glas, PE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	24 h	DIN EN ISO 10304-1: 2009 / DIN ISO 15923: 2014 / DIN EN ISO 13395:1996 DIN 38405-9: 2011  DIN 38405-29: 1994
	PE	Tiefgefrieren < -18 °C	8 Tage	
	Glas, PE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	5 Tage	
	PE Glas	Tiefgefrieren < -18 °C Ansäuern auf pH-Wert 1 - 2 mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mehrere Wochen 7 Tage	
Glas, PE	5 ± 3 °C	Mehrere Tage		
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	PTFE	Membranfiltration (0,45 µm), An-säuern mit HCl, 5 ± 3 °C	24 h	DIN EN ISO 13395:1996
		Tiefgefrieren < -18 °C	8 Tage	
Nitrit [mg/l]	Glas, PE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	24 h	DIN EN ISO 10304-1:2009 / DIN ISO 15923: 2014 / DIN EN ISO 13395:1996 DIN EN 26777: 1993
	Glas	Filtration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	24 h	
Nitrit-Stickstoff [mg/l]	PTFE	Membranfiltration (0,45 µm), An-säuern mit HCl, 5 ± 3 °C	24 h	DIN EN ISO 13395:1996
		Tiefgefrieren < -18°C	8 Tage	
PAK [ng/l] nach EPA (Polycyclische aromati-sche Kohlenwasser-stoffe)	Braunglas mit Schliffstopfen oder Borosili-cat-Glas mit PTFE-beschich-tetem Stopfen	5 ± 3 °C und dunkel lagern Zugabe von 25 ml/l Extraktions-mittel (z. B. n-Hexan), 5 ± 3 °C und dunkel lagern	24 h 3 Tage	DIN 38407-39: 2011 & DIN EN ISO 17993:2004
PBSM [µg/l] (Pflanzenbehand-lungs- und Schäd-lingsbekämpfungs-mittel)	Braunglas mit Schliffstopfen oder PTFE-be-schichtetem Stopfen	<u>N- bzw. P-haltige PBSM:</u> pH auf 6 bis 8 einstellen mit Neutralisationslösung (NaOH, HCl), 5 ± 3 °C und dunkel lagern	24 h	DIN EN ISO 10695:2000  DIN EN ISO 15913:2003  DIN 38407-36: 2014 DIN 38407-35: 2010 DIN ISO 16308: 2017
		<u>Phenoxyalkancarbonsäure-Her-bizide:</u> 5 ± 3 °C und dunkel lagern	3 Tage	
		<u>Ausgewählte Parameter:</u> 5 ± 3 °C und dunkel lagern	3 Wochen	
		<u>Saure PBSM:</u> 5 ± 3 °C und dunkel lagern	2 Wochen	
	Glas, PP, PE	<u>Herbizid Glyphosat &amp; sein Meta-bolit AMPA:</u> 5 ± 3 °C	24 h	

Grundwasserparameter	Probenbehälter	Konservierungsverfahren	Maximale Aufbewahrungszeiten	Verweisung Internationale Norm
PFAS [ng/l]	PP mit PE-Verschluss	5 ± 3 °C	14 Tage	DIN 38407-42: 2011
Phenolindex [mg/l]	Braunglas, PTFE	Einstellen von pH-Wert < 4, Zugabe von 1 g/l CuSO <sub>4</sub> , 5 ± 3 °C	24 h	DIN 38409-16: 1984
	Braunglas, PTFE	Ansäuern auf pH-Wert 2 mit HCl oder H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 5 ± 3 °C und dunkel lagern	24 h	DIN EN ISO 14402:1999
	Braunglas, PTFE	Ansäuern auf pH-Wert 2 mit HCl oder H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C und dunkel lagern	2 Wochen	
Phosphat, ortho- [mg/l]	Vorzugsweise Glas, auch PE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	24 h	DIN EN ISO 15681-1:2005 / DIN EN ISO 15681-2:2019 / DIN ISO 15923: 2014
Phosphor [mg/l]	Vorzugsweise Glas, auch PE	Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 Monat	DIN EN ISO 15681-1:2005 & DIN EN ISO 15681-2:2019
	Borsilikat-Glas, PTFE, PE oder PFA, FEP	Ansäuern auf pH-Wert < 2 mit HNO <sub>3</sub>	1 Monat	DIN EN ISO 11885:2009 & DIN EN ISO 17294-2:2017
Sauerstoffzehrung [mg/l] (entspricht BSB <sub>n</sub> )	Glas, PE	5 ± 3 °C und dunkel lagern	24 h	DIN EN 1899-2: 1998
	PE	Tiefgefrieren < -18°C	1 Monat	
Säurekapazität [mmol/l]	Glas	5 ± 3 °C, dunkel lagern	48 h	DIN 38409-7: 2005
Sulfat [mg/l]	Glas, PE, PTFE	Membranfiltration (0,45 µm), 5 ± 3 °C	1 Monat	DIN EN ISO 10304-1:2009 / DIN ISO 22743: 2015 / DIN ISO 15923: 2014

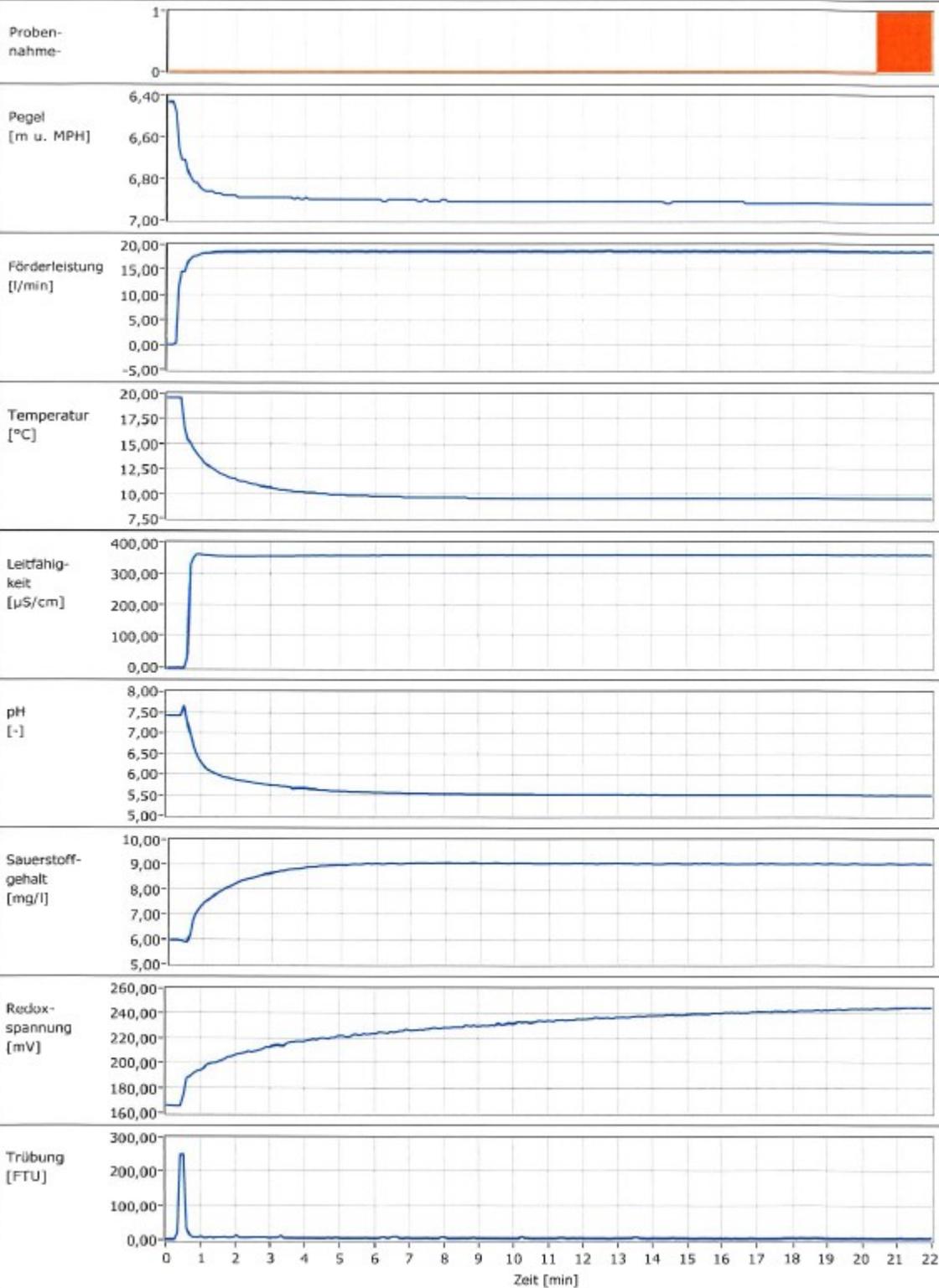
## Anlage 3: Probennahmeprotokoll (Beispiel)

STAATLICHE BETRIEBS- GESELLSCHAFT FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT		 Freistaat SACHSEN	
<b>1. Probennahmeprotokoll für Grundwasser</b>			
Messstellenname:	<b>Ebersbach, UP</b>	Probennummer:	<b>23GÖ1280</b>
MKZ-Nummer:	<b>49530002</b>	Probennehmer:	<b>GRUND</b>
GWK/Adresscode:	<b>SP-1-1</b>	Probennehmende Stelle:	<b>Messnetzbetrieb Wasser Radebeul</b>
<b>2. Angaben zur Entnahmestelle</b>			
Geländehöhe:	<b>375,3</b> [m]	Hochwert:	<b>5654732,46</b> Rechtswert: <b>5471588,71</b>
Messpunkthöhe MPH:	<b>1,03</b> [m ü G.]	Innendurchmesser:	<b>115</b> [mm]
Filteroberkante:	<b>16,6</b> [m u. MP]	Bohrlochdurchmesser:	<b>324</b> [mm]
Filterunterkante:	<b>19,6</b> [m u. MP]	Ausbausohle:	<b>20,63</b> [m u. MP]
<b>3. Allgemeine Angaben zur Probennahmestelle</b>			
Entnahmegerät:	<b>PT</b>	Abpumpvolumen (1,5x):	<b>371</b> [l]
Art der Probennahme:	<b>WP</b>	Probennahmedatum:	<b>26.09.2023</b>
Uhrzeit Pumpbeginn:	<b>10:09:39</b>	Probennahmezeit:	<b>10:29:53</b>
Uhrzeit Pumpende:	<b>10:31:39</b>	Witterungsbedingungen:	<b>01</b>
<b>4. Angaben zur Durchführung der Probennahme</b>			
Wsp. vor Entnahme:	<b>6,43</b> [m u. MPH]	Teufe:	<b>20,62</b> [m u. MPH]
Wsp. nach Entnahme:	<b>6,92</b> [m u. MPH]	Einhandtiefe Pumpe:	<b>16,31</b> [m u. MPH]
Abgepumptes Volumen:	<b>373</b> [l]	Förderstrom:	<b>18,72</b> [l/min]
		Entnahmestrom:	<b>1,5</b> [l/min]
		Schüttung:	[l/s]
<b>5. Untersuchungen während der Probennahme</b>			
	<b>vor Entnahme</b>	<b>nach Entnahme</b>	
Lufttemperatur:	<b>17</b> [°C]		
Wassertemperatur:	<b>9,50</b> [°C]		
Färbung: 01 weiß, 02 grau, 03 gelb, 04 grün, 05 braun 10 farblos, 20 schwach, 30 stark	<b>1 0</b>		
Trübung: 10 keine, 20 schwach, 30 stark	<b>10</b>		
	<b>3,79</b> [FTU]		
Geruch: 01 erdig, 02 modrig, 03 faulig (H <sub>2</sub> S), 04 jählich, 05 fischig, 06 aromatisch, 07 Chlor, 08 Teer, 09 Mineralöl, 10 ohne, 20 schwach, 30 stark (Bsp. 33 stark faulig)	<b>1 0</b>		
Bodensatz: 10 ohne, 20 Spuren, 30 geringfügig, 40 wesentlich	<b>10</b>		
Sauerstoffgehalt:	<b>9,02</b> [mg/l]		
Sauerstoffsättigung:	<b>79,18</b> [%]		
pH-Wert: bei <b>9,50</b> [°C]	<b>5,49</b> [pH]		
elektrische Leitfähigkeit: bei <b>25,00</b> [°C]	<b>361</b> [µS/cm]		
Redoxspannung: bei <b>9,50</b> [°C]	<b>244</b> [mV]		
	<b>468</b> [mV]		
<b>6. Bemerkungen</b>			
validiert: _____			
Datum / Unterschrift	PN-Protokoll Grundwasser (Version 2020/01/31)	Datum / Unterschrift	

Messtellename: **Ebersbach, UP**

Probenahmedatum: **26.09.2023**

MKZG: **49530002**



\_\_\_\_\_  
Datum / Unterschrift