

September 2023	<b>AQS - Merkblatt</b> <i>zu den Rahmenempfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)  für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen</i>	<b>P-8/2</b>
----------------	---	--------------

## Probenahme von Grundwasser

### 1 Arbeitsgrundlagen

- DIN 38402-13; Planung und Durchführung der Probenahme von Grundwasser, 2021-12
- DIN EN ISO 5667-1; Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeprogrammen und Probenahmetechniken, 2007-04
- DIN EN ISO 5667-3; Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben, 2019-07
- DIN ISO 5667-14; Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 14: Anleitung zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bei der Entnahme und Handhabung von Wasserproben, 2016-12
- DIN EN ISO/IEC 17025; Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, 2018-03
- DIN 38404-4; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen – Bestimmung der Temperatur, 1976-12
- DIN 38404-6; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen – Bestimmung der Redox-Spannung, 1984-05
- DIN EN ISO 10523; Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des pH-Werts, 2012-04
- DIN EN 27888; Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, 1993-11
- DIN EN ISO 5814; Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des gelösten Sauerstoffs – Elektrochemisches Verfahren, 2013-02
- DIN ISO 17289; Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des gelösten Sauerstoffs – Optisches Sensorverfahren, 2014-12
- DVGW W 112 (A); Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen, Oktober 2011, inhaltsgleich mit DWA A 909
- DWA-A 909; Grundsätze der Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen, Dezember 2011, inhaltsgleich mit DVGW W 112
- LAWA-AQS-Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Herausgegeben von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA); kostenloser Download unter <https://www.lawa.de/Publikationen-363-AQS-Merkblaetter.html>

Weitere Literatur siehe Abschnitt 9.

### 2 Einleitung

Die Probenahme ist ein entscheidender Teilschritt chemischer und physikalischer Untersuchungen zur Ermittlung der Grundwasserbeschaffenheit. Ziel der Probenahme ist es, eine für das Untersuchungsobjekt repräsentative und möglichst unverfälschte Grundwasserprobe zu erhalten und diese dem analytischen Labor fachgerecht zuzuführen. Fehler, die durch unsachgemäße Probenahmeplanung, Probenahme, Probenvorbereitung, Transport oder Lagerung verursacht werden, sind nachträglich nicht mehr

korrigierbar. Diese haben einen erheblichen Einfluss auf das Analysenergebnis und können größer sein als die Messunsicherheit der Analysenverfahren im Labor. Anhang 1 enthält eine Liste möglicher Fehlerquellen bei der Grundwasserprobenahme.

Dieses Merkblatt beschreibt Qualitätssicherungs- und Qualitätskontrollmaßnahmen und gibt ergänzende Hinweise zur Probenahme von Grundwasser aus Grundwassermessstellen auf der Grundlage der DIN 38402-13; „Planung und Durchführung der Probenahme von Grundwasser“. Wesentliche Aspekte der Qualitätssicherung sind auf die Probenahme aus Quellen übertragbar. Zielgruppe des Merkblattes sind alle an der Probenahme beteiligten Personen, insbesondere das Probenahmepersonal und Verantwortliche für Planung und Durchführung.

### 3 Technische und personelle Voraussetzungen

Die Verantwortung für die sachgerechte und qualitätsgesicherte Durchführung der Probenahme liegt beim Probenahmepersonal und den an der Probenahmeplanung Beteiligten. Der Auftraggeber trägt dafür Sorge, für den Auftragnehmer fachgerechte Abläufe zu definieren. Die Leitung der betreffenden Untersuchungsstelle hat die Pflicht, fachgerechte Abläufe zu definieren und zu überwachen.

#### 3.1 Probenahmetechnik und Zubehör für die Probenahme

Zur Durchführung einer fachgerechten Probenahme sind geeignete und saubere Geräte (z. B. frequenzgesteuerte Tauchmotorpumpe, Steigrohre bzw. Schläuche, Messgeräte für die Vor-Ort-Analytik, Probenbehälter) vorzuhalten. Die Auswahl der Geräte orientiert sich nach der Art und der Beschaffenheit des zu untersuchenden Grundwassers, nach der Art der Probenahmestelle und dem Untersuchungsprogramm. Bei der Untersuchung von Altlasten gelten besondere Anforderungen an die Probenahmetechnik. Hier sind Schläuche in der Regel ungeeignet [1]. Probenahmegeräte (Pumpe, Schlauch bzw. Steigrohre, Verbindungsteile usw.) müssen aus Materialien bestehen, welche die Probe während der auftretenden Kontaktzeit nicht verändern. Vorzugsweise werden Edelstahl und Polytetrafluorethylen (PTFE; aber ungeeignet bei perfluorierten organischen Verbindungen) eingesetzt. Die Ausrüstung ist regelmäßig auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit zu prüfen.

Die Probenbehälter sind in ausreichender Anzahl sauber und ggf. mit Konservierungskemikalien vorzubereiten. Das Material der verwendeten Behältnisse ist entsprechend den Untersuchungsparametern auszuwählen (Hinweise enthalten DIN EN ISO 5667-1, DIN EN ISO 5667-3 sowie parameterspezifische DIN-Analytiknormen und LAWA-AQS-Merkblätter).

Eine ausreichende Kühlkapazität ist vorzuhalten. Das Probenahmefahrzeug sollte vorzugsweise mit einem Kühlschrank ausgestattet sein (Minimum Kühlboxen und Kühlelemente).

#### 3.2 Personal

Das Probenahmepersonal sollte eine abgeschlossene Ausbildung z. B. als Chemielaborant, Umweltmesstechniker oder eine sonstige vergleichbare fachtechnische oder einschlägige wissenschaftliche Ausbildung haben.

Unabdingbare Voraussetzungen sind eine entsprechende Einarbeitung und regelmäßige Schulungen des eingesetzten Probenahmepersonals in die Besonderheiten der Grundwasserprobenahme. Teilnahmen an internen und externen Schulungen sind zu dokumentieren. Weitere Anforderungen sind in Abschnitt 8 genannt.

Ein regelmäßiger Informationsaustausch zwischen Auftraggeber, Probenahme- und Laborpersonal verbessert die Qualität der Probenahmen und Untersuchungen. Dem Probenahmepersonal sind alle für eine qualitätsgesicherte Probenahme notwendigen Informationen zur Verfügung zu stellen.

September 2023	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	<b>P-8/2</b>
----------------	-----------------------------------	--------------

## 4 Planung und Organisation

Im Folgenden wird vorausgesetzt, dass

- die Funktionstüchtigkeit der Probenahmestelle,
- der Einsatz zweckmäßiger Probenahmegerätschaften und
- die ordnungsgemäße Probenübergabe an das Laboratorium (siehe Abschnitt 7)

sichergestellt sind.

Das Probenahmepersonal muss über vollständige und aktuelle Unterlagen verfügen, aus denen alle wesentlichen Informationen zu ersehen sind (z. B. Ortsbeschreibung, Lageplan, Fotos, Ausbauplan mit Bohrprofil, Stammdaten zur Grundwassermessstelle, Probenahmeplan und detaillierte Arbeitsanweisungen, Vorgaben zum Arbeitsschutz, Informationen zum Analysenprogramm).

Für eine reibungslose Durchführung der Grundwasserprobenahme empfiehlt sich für die Ausbaurohrung ein Innendurchmesser von mindestens 100 mm, um eine leistungsstarke Unterwasserpumpe sicher ein- und ausbauen und während des Abpumpens Grundwasserstandsmessungen vornehmen zu können. Bei kleineren Durchmessern muss mindestens die Messung des Grundwasserstandes vor und nach dem Abpumpvorgang sichergestellt sein. Bei einer tiefenintegrierten Probenahme ist darauf zu achten, dass der Fließwiderstand im Rohr durch die Pumpe nicht erhöht wird. Mehrfach verfilterte Grundwassermessstellen und solche mit langen Filterstrecken sind besonders anfällig für Vertikalströmungen. Ggf. ist vorab die Zuflusscharakteristik zu erheben. Mehrfach verfilterte Grundwassermessstellen sind üblicherweise filterstreckenweise zu beproben. Dazu sind die einzelnen Filterbereiche bei der Probenahme abzupackern (siehe Punkt 5.3.4 DWA-A 909).

Die Probenahmestelle soll vor Ort mit einer stabilen und witterungsbeständigen Messstellenkennung versehen sein, dies ist besonders bei Mehrfachmessstellen wichtig.

Bekanntermaßen stark belastete Probenahmestellen müssen während eines Probenahmeeinsatzes zuletzt beprobt werden, ggf. sind mehrere Pumpen und Schlauchsätze bzw. Steigrohre mitzuführen.

Es ist darauf zu achten, dass Vor-Ort-Messgeräte regelmäßig überprüft bzw. kalibriert werden. Die Zeitabstände der Überprüfungen können sehr verschieden sein und sind von vielen Faktoren abhängig. Für jede Messgröße ist vorher festzulegen, wie häufig die Funktionsprüfungen der Geräte sowie die Kalibrierungen zu erfolgen haben.

Erfolgt die Probenahme mit Hilfe eines externen Stromerzeugers, sollte dessen Einsatzbereitschaft regelmäßig vor Beginn einer Tour überprüft werden. Schmier- und treibstoffführende Geräte und Behälter sind räumlich so zu trennen, dass eine Querkontamination sicher vermieden wird.

Die Probenahmegerätschaften sind bei Erfordernis zu reinigen und bei Kenntnis über mögliche Kontaminationen ggf. auszutauschen.

Proben, die eine zeitnahe Analytik erfordern, sollten dem Analysenlabor rechtzeitig angekündigt werden, um Verzögerungen bei der Analytik zu vermeiden.

## 5 Durchführung Probenahme

### 5.1. Vorbereitung im Labor und im Probenahmefahrzeug

Für die Probenahme sind im Wesentlichen erforderlich:

- Außendienstakte,
- ggf. Packlisten für die Beladung des Fahrzeuges,
- Gerätschaften zum Auffinden und Öffnen der Probenahmestellen,

<b>P-8/2</b>	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Septem- ber 2023
--------------	-----------------------------------	---------------------

- Digitale oder analoge Probenahmeprotokolle,
- saubere und funktionstüchtige Probenahmeegerätschaften,
- geeignete und gereinigte Probenbehälter in ausreichender Zahl entsprechend der zu untersuchenden Parameter (das Material der Behältnisse darf keine Veränderungen der zu untersuchenden Inhaltsstoffe durch Kontamination, Adsorption, Diffusion oder Ausgasung bewirken),
- Material zur Kennzeichnung der Probenbehältnisse,
- Chemikalien und Vorschriften zur Konservierung,
- Kühlschränke bzw. Kühlboxen und dazugehörige Kühlelemente,
- Geräte und Reagenzien für die Vor-Ort-Untersuchungen,
- weitere Geräte zur Probenvorbehandlung,
- Persönliche Schutzausrüstung,
- Werkzeuge und Verschleißteile zur Vor-Ort-Reparatur der Probenahmeegerätschaften,
- Wasser für Reinigungszwecke, ggf. Reinigungsmittel.

## 5.2 Allgemeine Verhaltensregeln vor Ort

Um Verwechslungen auszuschließen, ist die Identität der Probenahmestelle zu überprüfen (Messstellennummer, Messstellenname, Lageplan mit Koordinaten, Foto, Tiefenlotung u. a.). Jede Auffälligkeit (z. B. Reinigungsarbeiten, Anstricharbeiten, Bebauung, Bewuchs), die für das Auffinden einer Probenahmestelle oder für die Interpretation der Daten bedeutsam sein können, sind vom Probenahmepersonal zu dokumentieren (siehe Abschnitt 6).

Kontaminationen der Proben sind zu vermeiden. Hinweise auf mögliche Fehlerquellen werden im Anhang 1 gegeben.

Wird ein Stromaggregat eingesetzt, so muss dieses wegen der Abgase in windabgewandter Richtung in möglichst großer Entfernung von der Probenahmestelle aufgestellt werden. Es ist sicherzustellen, dass es weder durch das Betanken des Aggregats noch durch Auslaufen von Betriebsstoffen (Öl, Benzin) zu einer Verunreinigung der Umgebung bzw. einer Kontamination von Proben kommen könnte. Es wird empfohlen, gas- bzw. batteriebetriebene Stromaggregate einzusetzen.

Bei Probenahmen in Wasserversorgungsanlagen sind die entsprechenden hygienischen Vorschriften zu beachten.

## 5.3. Gewinnung von Grundwasserproben aus Grundwassermessstellen

Die generelle Vorgehensweise bei der Probenahme an Grundwassermessstellen ist u. a. in der DIN 38402-13 und den technischen Regeln des DVGW (W 112 (A)) sowie inhaltsgleich im DWA-Regelwerk (A 909) beschrieben. Dabei sind die folgenden Aspekte besonders zu berücksichtigen:

- Jede Grundwassermessstelle hat hinsichtlich der abzupumpenden Wassermenge ihre eigene Charakteristik. Deshalb sind eine Erstcharakterisierung der Beprobungsstelle vorzunehmen und ein Messstellenpass zu erstellen, in dem die Randbedingungen für die Gewinnung einer repräsentativen Probe festgelegt sind. Bei bestimmten Fragestellungen kann es sinnvoll sein, zur Ermittlung des Probenahmezeitpunktes Gütepumpversuche durchzuführen. Dabei wird die zeitliche Entwicklung verschiedener Parameter (z. B. elektrische Leitfähigkeit, Säurekapazität  $K_{s\ 4,3}$ , Chlorid, Nitrat, Summe Erdalkalien) messstellenspezifisch erfasst. Das Resultat des Gütepumpversuchs gilt als Orientierungshilfe für zukünftige Probenahmen [2, 3].

September 2023	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	<b>P-8/2</b>
----------------	-----------------------------------	--------------

- Das vor Beginn der Grundwasserprobenentnahme abzupumpende Wasservolumen wird als hydraulisches Kriterium bezeichnet (Berechnungsgrundlage: siehe DIN 38402-13). Liegt der Grundwasserstand im Bereich des Filterkieses, ist das hydraulische Kriterium nicht konstant und grundwasserstandsabhängig zu ermitteln. Die Anwendbarkeit der Berechnung des hydraulischen Kriteriums nach DIN 38402-13 beschränkt sich auf Lockergesteinsgrundwasserleiter.
- Die Planung und Durchführung der Probenahme in geklüfteten Festgesteins- bzw. Karstgrundwasserleitern fußt auf der Kenntnis der Zuflusscharakteristik im Bohrloch. Bohrlochgeophysikalische Messungen sind ein geeignetes Mittel, die hydraulischen Eigenschaften der Grundwassermessstelle zu erfassen, insbesondere die hydraulische Anbindung der Grundwassermessstelle an die Zuflusszonen einzugrenzen und deren hydrochemische Beschaffenheit zu analysieren. Die bis zur Probenahme abzupumpende Wassermenge ist auf Grundlage der bohrlochgeophysikalischen Messergebnisse und Pumpversuche für die Grundwassermessstelle individuell einzustellen.
- Fehlen messstellenspezifische Angaben, die zur Ermittlung des hydraulischen Kriteriums benötigt werden, können diese u.a. mittels bohrlochgeophysikalischer Messungen ermittelt oder auf der Basis von Regelwerken zum Grundwassermessstellenbau und -ausbau (z. B. DVGW W 121 (A) [4]) abgeschätzt werden. Des Weiteren wird auf die DIN 38402-13, Abschnitt 6.3.2 verwiesen.
- Die Grundwasserprobe wird grundsätzlich als Pumpprobe mit Tauchpumpen gewonnen. Die Volumenströme müssen stufenlos regelbar sein (z. B. Frequenzumrichter). Proben aus Zapfhähnen oder Schöpfproben sind mit Begründung und nur bei speziellen Fragestellungen oder Randbedingungen zulässig und als solche zu kennzeichnen.
- Die Pumpe wird in der Regel 1 m bis 2 m oberhalb der Oberkante der Filterstrecke eingehängt. Falls die Höhe des Grundwasserstands und die erwartete förderbedingte Grundwasserabsenkung dies nicht erlauben, kann die Pumpe auch im Bereich des Filters eingebaut werden und ist in diesem Fall etwa 1 m unterhalb des erwarteten abgesenkten Grundwasserstandes, jedoch mindestens etwa 1 m über der Sohle der Grundwassermessstelle zu platzieren, um ein Aufwirbeln von Bodensatz zu vermeiden. Keinesfalls zulässig ist das Einhängen der Pumpe im Bereich eines ggf. vorhandenen Sumpfrohrs.
- Wenn das Einhängen der Pumpe in der empfohlenen Tiefe nicht praktikabel ist, kann die Pumpe auch weiter oberhalb im Vollrohr eingebaut werden. In diesem Fall ist das hydraulische Kriterium um das im Vollrohr unterhalb der Pumpe befindliche Volumen zu erhöhen.
- Die Pumpenförderleistung muss an die Ergiebigkeit des Grundwasserleiters und die Leistungsfähigkeit der Probenahmestelle angepasst werden, denn es sollte nur eine möglichst geringe Grundwasserabsenkung des Grundwasserspiegels erfolgen. Die zulässige Grundwasserabsenkung ist auf der Grundlage der Informationen zum Messstellenausbau und zu den hydrogeologischen Kenntnissen für jede Grundwassermessstelle als Vorgabe zu formulieren und im Messstellenpass zu dokumentieren. Als Orientierungshilfe für ergiebige Porengrundwasserleiter sollte die maximale Grundwasserabsenkung in der Regel nicht mehr als 2 m, maximal 1/3 der Wassersäule betragen. Die hier gewonnenen Erkenntnisse sind bei künftigen Beprobungen zu berücksichtigen.
- Sollte eine Standardprobenahme z. B. aufgrund geringer hydraulischer Ergiebigkeit des Grundwasserleiters trotz niedrigster Förderleistung der Pumpe (i. d. R.  $\leq 2$  l/min) nicht möglich sein, so ist die weitere Vorgehensweise mit dem Auftraggeber bzw. dem für das Untersuchungsprogramm Verantwortlichen abzustimmen. Sonderfälle bzw. Probenahmen bei speziellen Fragestellungen sind in DVGW-W 112 bzw. DWA-A 909 beschrieben.

- Während des Abpumpens sind Vor-Ort-Parameter laufend, bei manueller Aufzeichnung im Abstand von höchstens 5 Minuten, zu messen und zu dokumentieren, wobei eine digitale Aufzeichnung empfohlen wird. Mögliche Parameter können sein:

- ❖ Pumpenförderleistung,
- ❖ Abpumpvolumen,
- ❖ Wasserspiegelabsenkung,
- ❖ elektrische Leitfähigkeit,
- ❖ pH-Wert,
- ❖ Temperatur,
- ❖ Sauerstoffkonzentration,
- ❖ Redox-Spannung,
- ❖ Trübung.

Die Konstanz der genannten Vor-Ort-Parameter ist ein ergänzendes Kriterium zur Festlegung des abzupumpenden Wasservolumens. Die Stabilität ist erreicht, wenn innerhalb eines abgepumpten Wasservolumens von 50 Litern oder innerhalb von 5 Minuten alle folgenden Messwertunterschiede unterschritten werden:

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

- Die Messung der Vor-Ort-Parameter erfolgt zweckmäßigerweise kontinuierlich in einer durchströmten geschlossenen Messstrecke oder Messzelle, in der die Elektroden ohne Kontakt mit der Atmosphäre fixiert sind. Bei der Messung sollten Druckänderungen vermieden werden.
- Die vor der Probenahme abzupumpende Wassermenge kann auf der Grundlage der Messergebnisse aus Pumpversuchen messstellenspezifisch festgelegt werden und vom berechneten hydraulischen Kriterium abweichen.
- Die Probenahme erfolgt unter Beibehaltung der eingestellten Pumpenförderleistung. Das Abfüllen der Proben erfolgt über eine Abzweigung (Bypass), die vor der Messung des Volumenstroms und der Durchflussmesszelle und möglichst nahe an der Steigleitung angeordnet ist und eine Förderleistung in der Größenordnung von 1 l/min ermöglicht. Hierbei sind die parameterspezifischen Vorgaben der Analytik zu berücksichtigen.
- Zur Auswahl und zum Befüllen der Probenbehälter sowie zur Probenvorbehandlung wie Filtration, Handhabung, Konservierung, Transport und Lagerung sind die Vorgaben der DIN EN ISO 5667-3 und DIN 38402-13 zu berücksichtigen.
- Veränderungen während der Probenahme wie z. B. auftretende Trübung sowie mögliche Ausgasungen sind zu protokollieren.
- Abgepumptes Grundwasser darf nicht so versickert werden, dass ein Einfluss auf die Probenahmestelle entsteht. Die Ableitung kontaminierter Grundwässer bedarf u. U. besonderer Vorkehrungen und Genehmigungen.

## 6 Dokumentation

Für die Interpretation der Analysenergebnisse und die Qualitätssicherung ist eine vollständige Dokumentation der Probenahme und Probenübergabe notwendig. Alle beurteilungsrelevanten Vorgänge und Beobachtungen während der Probenahme sowie die Ergebnisse der Messungen sind vor Ort in einem Probenahmeprotokoll zu dokumentieren. Besonderheiten sind im Protokoll aufzuführen, z. B.:

Septem- ber 2023	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	<b>P-8/2</b>
---------------------	-----------------------------------	--------------

- Abweichungen vom Probenahmeplan mit Begründung,
- Auffälligkeiten und Besonderheiten bei der Probenahme,
- Veränderungen an und im Umfeld der Grundwassermessstelle,
- Abweichungen von den Arbeitsanweisungen mit Begründung.

Das Probenahmeprotokoll ist für jede Probenahme anzulegen. Soweit möglich sollten Vorgaben für das Probenahmepersonal bereits im Protokoll eingetragen sein. Anhand des Probenahmeprotokolls müssen im Nachhinein die Probenahmebedingungen und insbesondere der Probenahmezeitpunkt nachvollziehbar sein. Die DIN 38402-13 enthält im Anhang A ein Beispiel eines Probenahmeprotokolls.

Um eine eindeutige Identifikation der Probe zu gewährleisten, muss die Kennzeichnung der Probe mit der Bezeichnung des dazugehörigen Probenahmeprotokolls übereinstimmen (Probenahmestelle, Probennummer, Entnahmezeit). Das Probenahmepersonal trägt die Verantwortung für die von ihm durchgeführte Probenahme und damit für die Angaben im Protokoll. Das Probenahmeprotokoll ist zu signieren. Die Rückverfolgbarkeit des Probenahmepersonals muss gegeben sein.

## **7 Probentransport und Eingang**

Der Probentransport und -eingang ist ein wichtiges Bindeglied zwischen Probenahme und Analytik. Es ist sicherzustellen, dass es durch den Transport der Proben von der Probenahmestelle zum Labor zu keiner Veränderung der Probenbeschaffenheit kommt.

Die gefüllten Probengefäße sind entsprechend den Vorgaben zur Konservierung bruch- und frostsicher sowie gekühlt bei  $(5 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$  und lichtgeschützt zu transportieren und möglichst umgehend im Labor abzugeben. Sie sollten so abgedichtet sein, dass die Integrität der Probe gewahrt bleibt. Die Einhaltung der Vorgabe zur Kühlung kann mit Hilfe eines geeigneten Gerätes zur Temperaturlaufzeichnung kontrolliert werden. Insbesondere bei beauftragten Drittunternehmen (Kurierdiensten etc.) ist auf die Einhaltung der Transportbedingungen zu achten sowie das Personal entsprechend einzuweisen.

Die Proben und die Probenahmeprotokolle müssen vom Probenahmepersonal bzw. über den Kurierdienst an einen verantwortlichen Mitarbeiter des Labors oder an die entsprechende Probeannahmestelle fachgerecht übergeben werden. Ist dies nicht möglich, muss die Probe fachgerecht gelagert werden.

Der ordnungsgemäße Anlieferungszustand von Proben, die durch Dritte entnommen oder transportiert wurden sowie die Vollständigkeit der Lieferung sind zu kontrollieren. Das Ergebnis ist zu dokumentieren. Auffälligkeiten und Fehler sind zu protokollieren und der für die Probenahme verantwortlichen Stelle mitzuteilen. Hierfür kann ein unterzeichnetes Übergabeprotokoll verwendet werden. Die weitere Verantwortlichkeit für die Proben geht damit auf das Labor über.

## **8 Weitere Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen**

Ziel von Qualitätssicherungs- und -kontrollmaßnahmen ist die Objektivierung und Vergleichbarkeit des Probenahmeprozesses im Hinblick auf das Untersuchungsobjekt Grundwasser. Grundlage dafür bilden standardisierte Verfahrens- und Arbeitsanweisungen. Die Leitung der Untersuchungsstelle ist dafür verantwortlich, diese Vorgaben aktuell zu halten und die Prozesse angemessen zu kontrollieren. Diese Kontrolle erfolgt objekt- und/oder prozessbezogen in geplanten, regelmäßigen Zeitabständen im Rahmen von dokumentierten internen (durch verantwortliche Beauftragte in den Untersuchungsstellen) und externen (z. B. durch Begutachter der Akkreditierungsstelle) Audits im Gelände. Dabei werden alle Unterlagen und Arbeitsschritte regelmäßig anhand von Checklisten kontrolliert (siehe Anhang 2). Diese Begutachtungen sowie ggf. daraus abgeleitete Korrekturmaßnahmen sind zu dokumentieren.

Häufigkeit und Zeitabstände sowie die Art und Durchführung der Kontrollmaßnahmen sind von den Zielen des Messprogramms sowie der Anzahl der Probenahmen abhängig und gemäß DIN EN ISO 5667-14 bei der Planung des Messprogramms festzulegen und zu dokumentieren. Es wird empfohlen, dass mindestens 2 % der Analysenkapazität für die Qualitätskontrolle (z. B. Feldblindproben, Filtration, doppelte Probenahme, Blindprobe nach Reinigungsvorgang) der Probenahmen aufgewendet wird.

### Funktionsprüfungen

Bei Dauermessprogrammen ist die regelmäßige Kontrolle der Grundwassermessstelle erforderlich, um die kontinuierliche Gewinnung qualitätsgerechter Proben zu sichern:

- Durchführung einfacher Funktionsprüfungen bei jeder Anfahrt (z. B. visuelle Begutachtung der Probenahmestelle und des Umfeldes, Grundwasserstandsmessungen, Lotung, Prüfung der Durchgängigkeit),
- Durchführung komplexer Funktionsprüfungen anlassbezogen (z. B. im Ergebnis der einfachen Funktionsprüfung) oder turnusbezogen (z. B. Kamerabefahrung, Pumpversuch, Geophysik). Dies ist nicht Aufgabe des Probenahmepersonals.

Die Ergebnisse können zu Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit/Regenerierung (z. B. Spülungen) bis hin zum Rückbau bzw. Neubau der Grundwassermessstelle führen.

Einschlägige Vorschriften zu Funktionsprüfungen sind zu beachten, u. a. DVGW-W 129 (A) [5], Leitfäden der Länder [6, 7, 8] bzw. DVGW-Info W 111 [9].

### Unterlagen

Die Angaben zu den Grundwassermessstellen sind stets aktuell zu halten. Änderungen sind zu dokumentieren. Auf dieser Grundlage werden Außendienstakten bzw. Messstellenpässe entwickelt, die bei jedem Einsatz mitzuführen sind (siehe auch Abschnitt 4).

Das betrifft insbesondere die Daten der letzten Beprobungen, wie:

- Lage des Grundwasserspiegels vor (Ruhewasserspiegel) und während der Probenahme (Wasserspiegelabsenkung),
- Lotung der Messstellentiefe,
- Einhängtiefe der Pumpe,
- Förderrate und Abpumpdauer sowie
- Messergebnisse der Vor-Ort-Parameter.

### Zielwertkontrollkarten

Die Messgeräte für die Vor-Ort-Untersuchungen pH-Wert, Sauerstoff/Sauerstoffsättigung, elektrische Leitfähigkeit und Redox-Spannung werden nutzungstäglich geprüft und erforderlichenfalls geräteabhängig kalibriert. Die Ergebnisse werden in Zielwertkontrollkarten eingetragen. Die Basiswerte werden entsprechend der Vorgaben aus Normen, Bedienungsanleitungen und Arbeitsvorschriften festgelegt, ebenso die zulässigen Abweichungen. Auf der Grundlage werden untere und obere Kontrollgrenzen dargestellt. Bei Unter- oder Überschreiten dieser Grenzen sind die Messketten gründlich zu reinigen und nochmals zu kalibrieren bzw. zu prüfen, erforderlichenfalls auszutauschen. Außerdem ist sicherzustellen, dass die verwendeten rückgeführten Standards frisch (Öffnungsdatum auf Behälter) und nicht kontaminiert bzw. verdünnt sind.

Septem- ber 2023	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	<b>P-8/2</b>
---------------------	-----------------------------------	--------------

### Feldblindproben

Um Probenverfälschungen während der Probenahme und des Transportes zu erkennen, kann es sinnvoll sein, in regelmäßigen Abständen und in begründeten Fällen an ausgewählten Probenahmestellen Feldblindproben zu entnehmen.

Dabei wird parallel zur eigentlichen Probenentnahme (also unter denselben Bedingungen) entionisiertes blindwertgeprüftes Wasser vor Ort in eine gesonderte Probenflasche (oder auch in mehrere Flaschen) gefüllt. Der Transport erfolgt unter den gleichen Bedingungen wie der Transport der eigentlichen Proben. Die Blindwertfreiheit kann auch durch reale Proben kleiner Bestimmungsgrenze erbracht werden. Falls eine Kontamination festgestellt wurde, ist die Ursache zu ermitteln. Auffälligkeiten sind in Koordination mit dem Probenahmepersonal zu bewerten und die Fehlerquellen sind zu beseitigen.

### Reinigung der Probenahmegeräte

Die Probenahmegeräte (Pumpen und Steigrohre bzw. Schläuche) sind bei Bedarf so zu reinigen, dass die folgende Analyse nicht beeinträchtigt wird und keine mechanische oder chemische Beeinträchtigung der eingesetzten Gerätschaften erfolgt (z. B. bei Steigrohren oder Schläuchen keine Verwendung von Säuren oder phosphathaltigen Reinigungsmitteln, kein Hochdruckreiniger). Die Steigrohre / Schläuche sind so zu lagern, dass ein Schimmelbefall vermieden wird.

In regelmäßigen Abständen wird die Wirksamkeit der Reinigungen geprüft. Dabei werden nach Abschluss der gründlichen Reinigungen sowohl das verwendete Spülwasser (Blindprobe), als auch das die Steigrohre bzw. Schläuche abschließend nochmals durchlaufende Spülwasser im Labor auf verschiedene Inhaltsstoffe untersucht. Auftretende Differenzen weisen auf verbliebene Verschmutzungen hin und müssen abgestellt werden (z. B. weitere Spülungen/Reinigungen). Das Ergebnis ist zu dokumentieren.

### Interne und externe Vergleichsmessungen und Vergleichsprobenahmen

In regelmäßigen Zeitabständen sollten Vergleichsmessungen und Vergleichsprobenahmen durchgeführt werden, an denen die mit der Probenahme befassten Arbeitsbereiche teilnehmen und bei denen die in der jeweiligen Einrichtung verwendete Probenahme- und Messtechnik zum Einsatz kommt. Sofern externe Vergleichsmessungen angeboten werden, wird empfohlen, an diesen teilzunehmen.

## **9 Literatur**

- [1] Mindestanforderungen an die Untersuchungsstellen hinsichtlich einer qualitätsgesicherten Probenahme, in: Fachmodul Boden und Altlasten vom 16.08.2012 Anhang 2, S. 3
- [2] Barczewski, B.; Grimm-Strele, J. & Bisch, G. (1993): Überprüfung der Eignung von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen. Wasserwirtschaft, Vol. 83, No. 2, S. 72-78
- [3] Horchler, D, Donder, M., Selent, K. (2018): Die Probenahme von Grundwasser; in.: Selent, K.-D. & Grupe, A. [Hrsg.]: Die Probenahme von Wasser – Ein Handbuch für die Praxis (2. Auflage 2018), ISBN: 9-783-8356-7310-6, DIV Deutscher Industrieverlag GmbH, Essen
- [4] DVGW W 121 (A); Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen, Juli 2003
- [5] DVGW-Regelwerk, W 129: Eignungsprüfungen von Grundwassermessstellen; DVGW, Bonn, 2019
- [6] LANUV NRW (2018): Leitfaden zur Anwendung von Qualitätsanforderungen an Grundwassermessstellen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie in NRW
- [7] Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen (2018): Merkblatt Funktionsprüfung an Grundwassermessstellen, Hrsg.: Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung

<b>P-8/2</b>	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	September 2023
--------------	-----------------------------------	----------------

- [8] NLWKN (2014): Grundwasser Band 18, Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) – Güte- und Standsmessnetz Grundwasser
- [9] DVGW-Information W 111: Hinweise für die Funktions- und Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen; DVGW, Bonn, 2022

September 2023	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	<b>P-8/2</b>
----------------	-----------------------------------	--------------

## Anhang 1: Mögliche Fehlerquellen bei der Probenahme

- allgemein:
  - durch Verwechslung der Probenahmestelle wird eine falsche Probe gewonnen
  - Verwechslung von Proben durch mangelhafte Beschriftung oder unvollständig oder falsch ausgefülltes Protokoll
  - falsche Position der Pumpe (z. B. im Sumpfrohr)
  - unzureichende Probenvorbehandlung und -lagerung (Konservierung, Filtration, Kühlung)
  
- Kontamination durch Eintrag von Stoffen in die Probe:
  - nicht an die Ergiebigkeit des Grundwasserleiters und die Leistungsfähigkeit der Probenahmestelle angepasste Pumpenförderleistung
  - nicht geeignete Materialien (Steigrohre aus ungeeignetem Material, ungeeignete Schläuche, Messing an der Probenahmeapparatur, Gummidichtungen etc.)
  - Verwechslung von Verschlüssen von Probenahmebehältern bzw. Kontaminationen durch unsachgemäße Handhabung
  - Kontaminationen durch Berühren mit Händen oder Handschuhen
  - Kontaminationen durch Rückstände aus Filtern
  - Querkontamination durch Konservierungskemikalien
  - Kontamination durch Staubniederschlag bei vorbeifahrenden oder in der Nähe eingesetzten Fahrzeugen (z. B. Traktor an Feldwegen und auf Ackerflächen, Schwerlastverkehr auf unbefestigten Zufahrtsstraßen)
  - Einsatz nicht ausreichend gereinigter Hilfsmittel vor Ort (z. B. Pipetten, Filtrationseinrichtungen etc.)
  - Verschleppung und Kontamination z. B. durch:
    - Abgase aus verbrennungsmotorgetriebenen Geräten (z. B. externen Stromerzeugern)
    - lösungsmittelhaltige Filzschreiber
    - Einsatz ungeeigneter Probenahmegeräte bzw. nicht geeigneter Hilfsmittel (Halteseile, Gestänge, Kabelzuführungen)
    - Klebebänder
    - unzureichendes Spülen/Reinigen der Geräte
    - unzureichend gereinigte und nicht vollständig getrocknete Schläuche
    - Bodenkontakt von Schläuchen, Steigrohren, Kabeln, Probengefäßen, etc.
    - zu tief in die Probenbehälter eingeführte Füllschläuche mit Kontakt zu vorgelegten Konservierungsreagenzien
    - Einsatz von kontaminiertem Probenahmeequipment (z. B. Pumpen, Steigrohre, Schläuche)
    - Lagern von Proben in mit Schadstoffen kontaminierter Luft

<b>P-8/2</b>	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	Septem- ber 2023
--------------	-----------------------------------	---------------------

- gemeinsame Lagerung mit stark belasteten Proben
  - Aufnahme von CO<sub>2</sub> oder Sauerstoff (ergibt z. B. pH- und LF-Änderungen)
- Verluste durch Austrag von Stoffen aus der Probe:
- Ausgasung leichtflüchtiger Inhaltsstoffe durch Aufbewahrung in nicht gasdichten oder nicht vollständig befüllten Behältnissen
  - Verluste von flüchtigen Stoffen durch falsch angewandte Probenahmetechnik (z. B. Saugpumpe, keine blasenfreie Abfüllung, zu hohe Füllgeschwindigkeit mit Verwirbelungen im Probenbehälter)
  - Diffusion von Probeninhaltsstoffen in das Gefäßmaterial
  - Sorption von Inhaltsstoffen an Schlauch- und Gefäßwandungen
- Veränderungen durch chemische oder biochemische Reaktionen:
- Oxidierende oder reduzierende Inhaltsstoffe verändern die Konzentration bestimmter Parameter
  - Bildung von Niederschlägen (Ausfällungen)
  - Bakterielle Aktivität (z. B. können Inhaltsstoffe verbraucht bzw. in andere Verbindungen umgewandelt werden).

September 2023	Probenahme von Grundwasser	P-8/2
----------------	----------------------------	-------

## Anhang 2: Beispiel einer Audit-Checkliste

**Auditor:**

**Datum / Uhrzeit:**

Prüfbereiche	Geprüft	Abweichung	Bemerkungen
<b>Probenahmepersonal</b> Institution Name Ausbildung Schulungsnachweise			
<b>Geräte- und Flaschenlager</b> Zutritt Räumlichkeiten Querkontaminationen			
<b>Probenahmefahrzeug</b> Typ Eignung und Zustand			
<b>Zustand / Pflege der Geräte und Materialien (vor Ort)</b> Zustand, Kalibrierung, Dokumentation der Messgeräte für die Vor-Ort-Parameter Zustand der Probenahmegeräte, Probenbehälter, Chemikalien, Kühlmöglichkeiten			
<b>Probenahmeplan</b> Dokumentation der Probenahmestelle Probenahmeauftrag und Protokollvorlage Besonderheiten			
<b>Standardarbeitsanweisungen</b> Vor Ort vorhanden inhaltlich vollständig und aktuell			
<b>Probenahmestelle</b> Identität Auffälligkeiten			
<b>Probenahmeart</b> Übereinstimmung mit dem Probenahmeauftrag			

<b>P-8/2</b>	<b>Probenahme von Grundwasser</b>	September 2023
--------------	-----------------------------------	----------------

<b>Prüfbereiche</b>	<b>Geprüft</b>	<b>Abweichung</b>	<b>Bemerkungen</b>
<b>Praktische Durchführung der Probenahme</b> Entsprechend der Vorgaben (z. B. Einbautiefe, Abpumpvolumen, Förderleistung, Probenahmezeitpunkt)			
<b>Vor-Ort-Untersuchungen</b> Entsprechend der Arbeitsanweisung			
<b>Filtration vor Ort</b> Druck- / Vakuumfiltration Filtermaterial Durchführung			
<b>Chemische Konservierung</b> Durchführung (Reihenfolge, Zugabe vor Ort oder im Gefäß vorgelegt) Normkonforme Zugabe der Konservierungschemikalien Vermeidung von Kontaminationsquellen			
<b>Kühlung</b> Art und Dokumentation der Kühlkette			
<b>Probenbehälter</b> Parametergeeignete Behälter Eindeutige Kennzeichnung			
<b>Probenahmeprotokoll</b> Vollständige und leserliche Eintragungen Dokumentation der verwendeten Geräte Dokumentation aller Besonderheiten Name und Unterschrift			
<b>Sauberkeit / Reinigung</b> Durchführung			
<b>Qualitätssicherungsmaßnahmen</b> Feldblindprobe  Zielwertkontrollkarten			

**Kritische Abweichungen:**

**Nicht kritische Abweichungen:**

**Empfehlungen:**