Inhalt

1 Ziel ... 2
2 Geltungsbereich ... 2
3 Begriffe und Abkürzungen ... 2
4 Zuständigkeiten ... 3
5 Beschreibung des Ablaufes ... 4
5.1 Grundlage des Verfahrens ... 4
5.2 Abgleich mit einschlägigen Normen und LAWA-Merkblättern ... 4
5.3 Störungen, Besonderheiten ... 4
5.4 Geräte, Arbeitsmaterialien ... 5
5.5 Chemikalien und Reagenzien ... 6
5.6 Gefäßmaterialien, Konservierung, und Lagerung ... 6
5.7 Durchführung des Verfahrens ... 6
5.7.1 Vorbereitende Arbeiten ... 6
5.7.2 Flaschenbeschriftung ... 7
5.7.3 Entnahme der Proben ... 7
5.7.4 Ableitung des geförderten Wassers ... 13
5.7.5 Probenvorbehandlung ... 14
5.7.6 Probentransport ... 14
5.7.7 Reinigung der Probenahmegeräte ... 15
5.8 Arbeitsschutz und Arbeitssicherheitsmaßnahmen ... 15
5.9 Qualitätssicherungsmaßnahmen ... 15
5.10 Ergebniserfassung ... 16
6 Nachweisführung ... 17
7 Behandlung von Abweichungen ... 17
8 Mitgeltende Unterlagen ... 17
9 Hinweis zur Dokumentenänderung ... 19
10 Anhang ... 20
10.1 Schematische Darstellung einer Grundwassermessstelle ... 20
10.2 Fallbeispiele zur Ermittlung der Einhängetiefe der Pumpe und zur Berechnung des Abpumpvolumen (hydraulisches Kriterium) ... 21

Erstellt von: FGL 63.3 Markus Donder	Fachlich geprüft von: FG 63.4 Frederik Schulz	QM-geprüft von: QMA FB 63 Tobias Hesse	Freigegeben von: FBL 63 Dr. Gregor Braun
Datum/Unterschrift(en): 07.08.2023 X Markus Donder Markus Donder Signiert von: Donder, Markus	Datum/Unterschrift: 08.08.2023 X Frederik Schulz Frederik Schulz Signiert von: Schulz, Frederik	Datum/Unterschrift: 08.08.2023 X Tobias Hesse Tobias Hesse Signiert von: Hesse, Tobias	Datum/Unterschrift: 08.08.2023 X Gregor Braun Dr. Gregor Braun Signiert von: Braun, Dr., Gregor

1 Ziel

Diese Arbeitsanweisung behandelt das Vorgehen zur Entnahme, Vorbehandlung, Konservierung und zum Transport von Grundwasserproben, z.B. im Rahmen der Monitoringprogramme der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Ziel der Grundwasserprobenahme ist eine für die Fragestellung repräsentative, d.h. möglichst unverfälschte Wasserprobe zu erhalten. Die gewonnene Grundwasserprobe soll eine hohe „Repräsentativität“ haben, d.h. die natürlichen Bedingungen des Grundwasserleiters an einem definierten Ort zu einer definierten Zeit widerspiegeln.

Das Ziel dieser Arbeitsanweisung besteht darin, die Forderungen der
DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DIN EN ISO/IEC 17043:2022 umzusetzen.

2 Geltungsbereich

Gesamtes LANUV	☐	
Abteilungen	☐ Abteilung 1	☐ Abteilung 2
	☐ Abteilung 3	☐ Abteilung 4
	☐ Abteilung 5	☐ Abteilung 6
	☐ Abteilung 7	☐ Abteilung 8
Fachbereiche	63, 52	
Fach- bzw. Sachgebiete		

3 Begriffe und Abkürzungen

Es gelten die allgemeinen bzw. übergreifenden Begriffe und Abkürzungen des QM-Systems im LANUV, die im Dokument 000-ODO-SD-001 „Glossar des QM-Systems im LANUV“ aufgeführt sind. Nachfolgend sind zusätzlich in diesem Dokument verwendete Begriffe und Abkürzungen aufgeführt und erläutert.

Reinstwasser	Über ein Kartuschensystem weiter gereinigtes entionisiertes Wasser mit einer max. spez. Leitfähigkeit von 1,0 µS/cm
Abstich	Höhenunterschied zwischen dem Messpunkt (MP) und dem Grund- bzw. Ruhewasserspiegel
Ausbaudurchmesser, d_{FR}	Innendurchmesser des Filterrohres, häufig mit einer Nennweite von 125 mm (5 Zoll)
Bohrlochdurchmesser, d_{BL}	Durchmesser des Ringraumes
Brunnen	Anlage zur Förderung von Grundwasser für den Gebrauch
Einbaulänge	Kennzeichnet die Länge der GWM (Differenz zwischen Messpunkthöhe und Unterkante Sumpfrohr)
Erstcharakterisierung	Festlegung der Probenahmebedingungen (Abpumpvolumen, Einhängetiefe der Pumpe etc.) aus Gütepumpversuchen für nachfolgende Probenahmen
Filterboden	Bodenkappe (siehe auch Sumpfrohr)
Filterkiesschüttung	Kiesschüttung im Bereich des Filters zwischen Filterrohr und Bohrlochwand

Filterrohr	z.B. aus Stahl oder Kunststoff mit Durchmesser von 1 bis 5 Zoll. Die Filterrohre weisen unterschiedliche Arten von Lochungen (z.B. Schlitze) auf, durch die das Grundwasser in das Filterrohr einströmen kann.
Filterstrecke/-lage	Kennzeichnet die Länge des Filterkies zwischen der Filterkiesunter- (F_{UK}) und Filterkiesoberkante (F_{OK})
GOK	Geländeoberkante
Grundwasser	Unterirdisches Wasser in den Hohlräumen der Erdkruste
GWM	Grundwassermessstellen sind lotrechte Bohrungen mit einem oder mehreren wasserdurchlässigen Abschnitten (Grundwasserleiter). Die Grundwasserstände liegen mehrere Meter, in manchen Regionen bis zu 80 Meter unterhalb der Geländeoberkante (GOK). GWM dienen zur chemisch-physikalischen Untersuchung des Grundwassers.
Grundwasserspiegel	Ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre (z.B. Brunnen, Grundwassermessstellen) (siehe auch Abstich)
Hydraulisches Abbruchkriterium, Mindestabpumpvolumen, V_F	Wasservolumen, welches vor der Probenahme abzupumpen ist, um von der Grundwassermessstelle ausgehende Einflüsse zu eliminieren
MID	Magnetisch-induktive Durchflussmesseinrichtung
MPH	Messpunkthöhe (in m NHN, früher als NN bezeichnet). Festgelegter Bezugspunkt an einer GWM für die Messung von Höhenunterschieden
Multi-Level-Messstellen, Mehrfachmessstellen	Anlage zur Probenahme aus unterschiedlichen Horizonten eines Grundwasserleiters an einem Ort gleicher Koordinaten. Sie dient zur Gewinnung von Informationen zur Homogenität von Grundwasserleitern größerer Mächtigkeit.
Quelle und Stollen	Das Grundwasser tritt an Mundlöchern gefasst oder natürlich belassen aus, ähnlich einem oberirdischen Gewässer.
Ringraum	Raum zwischen Bohrlochwand und Einbaurohren (z.B. Filterrohr)
Ruhewasserspiegel, R_w	Grundwasserstand vor dem Abpumpen (siehe auch Abstich)
Standwasser	Wasser, welches sich im Filterrohr und in der umgebenden Kiesschüttung befindet (siehe auch Hydraulisches Kriterium)
Sumpfrohr	Absetz- bzw. Vollrohr am unteren Ende einer GWM, nach unten durch eine Bodenkappe, einen Stopfen oder ein Rückschlagventil (erlaubt spätere Durchspülung) abgedichtet. Es dient zur Aufnahme von Feststoffen, die in die GWM gelangen und sich im Sumpfrohr ablagern können, so dass sich die Filterrohrschlitze nicht zusetzen.

4 Zuständigkeiten

Die Zuständigkeit für die in dieser Arbeitsanweisung beschriebenen Tätigkeiten ist in der Verfahrens- und Befugnisliste der Abt.6 (600-UAN-LI-003) geregelt.

Werden von einzelnen Fachbereichen, die nicht der Abteilung 6 angehören, Probenahmen in deren Auftrag von Grundwässern durchgeführt, so sind die entsprechenden Personen über diese Anweisung zu informieren.

Für den ordnungsgemäßen Zustand und die Zugänglichkeit der Messstellen ist im LANUV der Fachbereich 51 zuständig. Werden bei der Probenahme Mängel des technischen Zustands oder der Zugänglichkeit der Messstelle festgestellt, so ist der FB 51 zu informieren.

5 Beschreibung des Ablaufes

5.1 Grundlage des Verfahrens

Die Grundlage für die Arbeitsanweisung bilden folgende Normen, Merk- und Arbeitsblätter:

- 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)
- LAWA Merkblatt P-8/2; AQS - Merkblatt zu den Rahmenempfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen - Probenahme von Grundwasser (Mai 1995)
- Arbeitsblatt DWA-A 909; Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen (Dezember 2011)

5.2 Abgleich mit einschlägigen Normen und LAWA-Merkblättern

Ergänzung bei Sonderfällen. Wenn der Wasserspiegel nach mehreren Stunden Wartezeit die Ausgangslage wieder erreicht, kann erneut abgepumpt werden und nicht erst nach einem Tag Wartezeit. Die Probenahme erfolgt dann bei dem vierten Abpumpvorgang.

5.3 Störungen, Besonderheiten

Störungen können beispielsweise resultieren aus:

- Ausbau der GWM: durch Kurzschlüsse, hohe Filterwiderstände, unzureichende Trennung von Filterstrecken, Einsatz ungeeigneter Materialien für Dichtungen, Filterrohre, Bohrhilfsmitteln.
- Entnahme von Proben aus GWM, deren Gewindedeckel bei Eisenrohren von den Pegelbeobachtern großzügig mit Kohlenwasserstoffhaltigen Schmiermitteln behandelt wurden und so zu Kontamination von Probe und Probenahme-Gerätschaften führen.
- Beschädigungen der ober- bzw. unterirdischen Verrohrung (z.B. durch Verwurzelungen) einschließlich der Verschlusskappen. Es empfiehlt sich vor Ablassen der Entnahmepumpe die Durchgängigkeit der GWM mit einem Phasenschöpfer o.ä. zu prüfen.
- Kontamination der Probenbehältnisse und aller Probenahme-Gerätschaften. Mögliche Fehlerquellen sind beispielsweise gemeinsamer Betrieb, Transport oder Lagerung mit Betriebsmitteln, Kraftstoff-betriebenen Generatoren, Pumpen und ähnlichen Hilfsmitteln oder die Verwendung von Probenahme-Gerätschaften, das in belasteten Grundwässern eingesetzt wird. In letzterem Fall ist die Verwendung verschiedener Gerätschaften zur sicheren

Trennung für die verschiedenen Einsatzbereiche nötig. Die Gerätschaften sind entsprechend zu kennzeichnen.

- Absenkung der Wassersäule während des Abpumpens deutlich über der erwarteten Absenkung (Orientierungswert für ergiebige Porengrundwasserleiter: maximal 1/3 der Wassersäule bzw. 2m). In diesem Fall ist eventuell eine Messstellenüberprüfung erforderlich und daher der Fachbereich 51 darüber zu informieren. Eine starke Absenkung verursacht ein geändertes Strömungsverhalten rund um die Messstelle, die eine Mobilisierung von Stoffen, die Veränderung der Probeninhaltstoffe und mögliche Veränderungen in der Messstelle selbst, bis hin zum Verschluss der Filterrohrschlitze führen können.
- Zu kleine Abpumpvolumen verfälschen die Proben durch Anteile an Standwasser und Wasser aus dem Porenraum der Filterschüttung. Große Abpumpvolumen können in den Proben zu einem erhöhten Wasseranteil aus benachbarten Schichten führen und dem Erkundungsziel zuwiderlaufen.
- Erwärmung des Grundwassers durch zu geringe Förderleistung der Pumpe.
- Entstehung eines hydraulischen Kurzschlusses in der GWM durch Wahl eines zu kurzen Ablaufschlauches. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn das Grundwasser im Bereich des Ringraums versickern gelassen wird.
- Aufwirbelung durch Unterbrechung des Pumpvorgangs.

Wichtig ist die detaillierte Dokumentation von Auffälligkeiten bei der Probenahme, auch da systematische Störungen nicht immer leicht zu erkennen sind.

5.4 Geräte, Arbeitsmaterialien

- Probenahmefahrzeug, ggf. Anhänger
- Probenahmeakte
- Probenahmeauftrag/-protokoll
- Schlüssel für die Verschlusskappen der GWM, verschiedene Modelle der Hersteller, Deckelheber
- Stromgenerator / Batterien, ggf. Wechselrichter, Erdspieß und Erdungskabel
- Durchflussmessstrecke/-zelle zur kontinuierlichen Messung der Vor-Ort-Parameter, ggf. in Verbindung mit einem Grundwasserprobenahmesystem
- Durchflussmesseinrichtung (z.B. MID), Eimer oder Messbecher und Stoppuhr
- Vor-Ort-Messgeräte zur Messung von pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoff, Redox-Spannung, Trübung
- Kabellichtlot mit Temperaturmesseinrichtung, ggf. Druck-/Temperatursonde
- Unterwasserpumpe (z.B. 2“-Pumpe)
- Förderschläuche, Steigrohre
- Ablaufschlauch
- Probenahmehahn mit PTFE-Schlauch (bei Untersuchung auf PTFE ggf. mit Glasrohr) zur Abfüllung der Proben und ggf. T-Stück (Bypass)
- Werkzeug zur Tiefenfixierung der Pumpe, z.B. Rohrklemmzange, ggf. Dreibeinstativ
- Kabelbinder
- Probenschöpfer, z.B. mit Teleskopstange und Vorrichtung zur Aufnahme eines Becherglases
- Schöpfbecher, Eimer unterschiedlicher Volumina und Materialien
- Phasenschöpfer
- Kühleinrichtungen, z.B. Kühlboxen mit Kühlakkus
- Probenbehältnisse

- ggf. Gerätschaften für Multi-Level-Messstellen
- Laptop und Messumformer zur computergestützten Probenahme in Verbindung mit dem Grundwasserprobenahmesystem
- Leitkegel gem. StVO

5.5 Chemikalien und Reagenzien

5.6 Gefäßmaterialien, Konservierung, und Lagerung

Die Art und Qualität der Konservierungschemikalien sind in der Konservierungs- und Flaschenliste beschrieben.

Die Ansatz- und Haltbarkeitsdaten der Lösungen sind auf den Vorratsflaschen verzeichnet. Die Vorratshaltung ist jeweils im Fachbereich festgelegt.

Auf den Reagenziengefäßen im Fahrzeug wird das jeweilige Haltbarkeitsdatum vermerkt.

5.7 Durchführung des Verfahrens

5.7.1 Vorbereitende Arbeiten

Vor der Abfahrt zur Probenahmestelle:

- Bereitstellung der Probenahmeakte z.B. in Form von aktuellen Downloads aus HygrisC
- Einsatzbereitschaft des Probenahmefahrzeuges überprüfen
- Batterieladezustand / Treibstoffstand überprüfen
- Durchsicht des Probenahmeauftrags/-protokolls und der Probenahmeakte
- Zusammenstellung der für die jeweiligen Parameter vorgeschriebenen Flaschen und Etiketten
- Überprüfung der zur Konservierung notwendigen Chemikalien auf Vollständigkeit und Haltbarkeit
- Überprüfung der Probenahme- und Vor-Ort-Messgeräte auf Funktionsfähigkeit
- Zusammenstellung der Entnahmegarnitur – z.B. Pumpe, Steigrohre und Schöpfer bzw. Förderschlauch – speziell auf die zu beprobenden Grundwassermessstellen abgestimmt.

Nach Ankunft an der Probenahmestelle:

- Sicherung der Probenahmestelle bzw. des Probenahmefahrzeugsspäter auch der verlegten Schläuche und Leitungen
- Abgleich mit dem Bild in der Probenahmeakte
- Überprüfung der im Probenahmeauftrag angegebenen Messstellennummer mit der Messstellenkennzeichnung der Probenahmestelle vor Ort
- Visuelle Überprüfung des Zustands der GWM und Tiefenlotung
- Protokollieren aller Auffälligkeiten, Schäden, Veränderungen
- bei Verwendung eines Stromerzeugers / Anhänger mit Batterien diesen erden

5.7.2 Flaschenbeschriftung

Alle Flaschen werden vor Beginn der Probenahme mit einem aus dem LIMS vorgegebenen, selbstklebenden Etikett versehen. Steht ein solches Etikett nicht zur Verfügung, so wird ein Etikett von Hand mit folgenden Angaben beschriftet:

- Probennummer
- Probenahmeort (Name der Messstelle, Messstellennummer)
- Datum der Probenahme
- Zu untersuchende(r) Parameter / Parametergruppe
- ggf. Hinweis auf zugesetzte Konservierungschemikalien

5.7.3 Entnahme der Proben

5.7.3.1 Schöpfproben / Probenahme aus Quellen und Stollen

Die Probenahme erfolgt mit Schöpfer, Eimer oder direkt in die Probenflaschen als Stichprobe.

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

Die Größe des Probenahmegeräts sollte so gewählt werden, dass Proben mit ausreichendem Probenvolumen bei minimaler Verwirbelung entnommen werden können.

<u>Quellen und wasserführenden Stollen</u>

Proben aus Quellen und wasserführenden Stollen sind so nah wie möglich an der Austrittstelle zu entnehmen (z.B. Quellaustritt, Zulaufrohr, Quellsammelbecken).

Bei gefassten Quellen erfolgt die Beprobung nach Möglichkeit in einem Zulaufrohr im Quellschacht, z.B. mittels eines Befüllschlauchs aus PTFE (ungeeignet bei perfluorierten organischen Verbindungen), der in das Zulaufrohr geschoben wird. Es ist darauf zu achten, dass keine Partikel von der Rohrinnenwand abgelöst werden und in das Probengefäß gelangen. Nach vollständiger Befüllung des Schlauches (blasenfrei) und ausreichendem Spülen werden die Probengefäße daraus direkt befüllt.

Muss das Probenahmegefäß z.B. in eine Quelle eingetaucht werden, so darf die Hand nur Unterstrom mit dem Wasser in Berührung kommen. Ggf. ist die Probenahme mittels kleiner mobiler Pumpen direkt am Wasseraustritt vorzuziehen.

5.7.3.2 Probenahme aus Brunnen (fest eingebaute Pumpe)

Die Proben werden in der Regel am Bypass am Brunnen oder im Wasserwerk aus einem Zapfhahn heraus direkt in die Flaschen abgefüllt.

Hierzu sollte sich die Pumpe eine längere Zeit in Betrieb befinden - ansonsten ist sie einige Stunden vor der Probenahme einzuschalten.

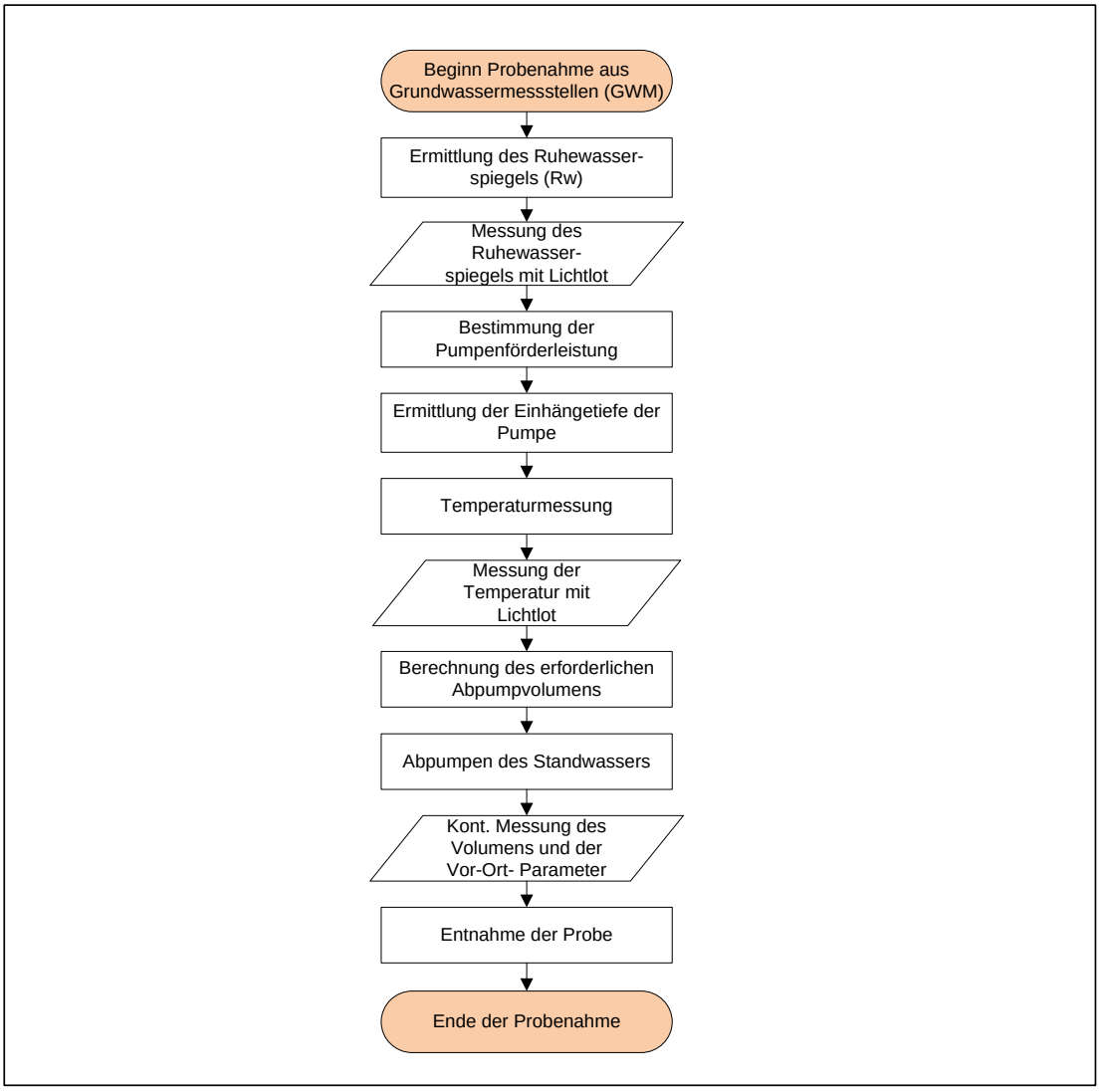
Um zu vermeiden, dass durch das Auf- und Zudrehen des Zapfhahnes Partikel in die Wasserprobe gelangen - und um eventuelle Stichleitungen zu spülen - ist auf ein hinreichendes Spülvolumen zu achten, d. h. die Ablaufzeit reicht aus, wenn die Wassertemperatur sich auf konstante Werte eingepegelt hat (in 20 s nicht mehr als 0,1°C Änderung). Wenn dies nicht erreicht werden kann, ist das Grundwasser mindestens 10 min ablaufen zu lassen.

Die Probe sollte aus dem freien Strahl entnommen werden.

5.7.3.3 Probenahme aus Grundwassermessstellen (GWM) im Porengrundwasserleiter

Der schematische Aufbau einer Grundwassermessstelle ist im Anhang (Abschnitt 10.1) dargestellt. Die Entnahme der Proben erfolgt mit einer Unterwasserpumpe (z.B. MP1) über Schlauch- oder Rohrleitungen. Vor der Probenahme muss das Standwasser aus dem Filterrohr und der angrenzenden Filterkiesschüttung abgepumpt werden!

Hierzu kann man wie folgt vorgehen:



Ermittlung des Ruhewasserspiegels (R_w)

- Die Ermittlung des Ruhewasserspiegels (in Bezug auf die Messpunkthöhe) erfolgt mit einem Kabellichtlot. Sie kann ggf. zusammen mit der Tiefenlotung durchgeführt werden.
- Dokumentation des Ruhewasserspiegels im Probenahmeprotokoll.

Bestimmung der Pumpenförderleistung / Absenkung

Die Pumpenförderleistung ist so einzustellen, dass sich eine möglichst geringe Absenkung des Grundwasserspiegels einstellt (Orientierungswert für ergiebige Porengrundwasserleiter: Absenkung maximal 1/3 der Wassersäule bzw. 2 m).

Eine Erwärmung des geförderten Grundwassers durch eine Unterwasserpumpe, die mit zu hoher Leistung betrieben oder nicht ausreichend gekühlt wird (z.B. bei Förderung von Grundwasser mit weniger als 2 l/min mit der Pumpe MP1), ist zu vermeiden und Auffälligkeiten zu dokumentieren.

Ermittlung der Einbautiefe der Pumpe

Die Pumpe wird auf die in der Probenahmeakte festgelegten Tiefe (= Ansaugöffnung der Pumpe) eingebaut.

Falls in der Probenahmeakte keine Einbautiefe (z.B. aus vorherigen Gütepumpversuchen bzw. der Erstcharakterisierungen) definiert wurde, ist sie wie folgt zu bestimmen:

Bei **bekannter** Lage der Filterkiesschüttung:

- Wenn der Ruhewasserspiegel (R_w) sich innerhalb der Filterstrecke befindet, wird die Ansaugöffnung der Pumpe 1 - 2 m unterhalb des maximal zu erwartenden abgesenkten Ruhewasserspiegels positioniert.
- Wenn der Ruhewasserspiegel sich oberhalb der Filterstrecke befindet, wird die Ansaugöffnung der Pumpe 1 - 2 m oberhalb der Oberkante der Filterkiesschüttung (F_{OK}) unter Berücksichtigung der maximalen Absenkung des Ruhewasserspiegels eingehängt, d. h. so dass die Pumpe bei max. Absenkung nicht trockenfällt (Einhängetiefe: $F_{OK} - 1\ m > R_w +$ max. Absenkung, sonst R_w + max. Absenkung + 1 m).
  Sollte bei sehr tiefen Filterlagen die Steigleitung zu kurz sein, ist die maximal mögliche Einbautiefe zu wählen und die zusätzliche Wassersäule im Vollrohr beim Hydraulischen Kriterium mit zu berücksichtigen (siehe unten).

Bei **unbekannter** Lage der Filterkiesschüttung:

- Die Ansaugöffnung der Pumpe wird 1 - 2 m unterhalb des maximal zu erwartenden abgesenkten Ruhewasserspiegels positioniert.

Auf jeden Fall sollte die Pumpe nicht in ein Sumpfrohr eingebaut werden. Wenn dessen Lage unbekannt ist, muss die Pumpe 1 m über dem Boden der GWM eingebaut werden (Verhinderung von Aufwirbelungen).

Außerdem ist ein Trockenfallen der Pumpe durch zu starke Absenkung des Wasserspiegels zu vermeiden.

Temperaturmessung

- Die Temperaturmessung erfolgt in Höhe der Einhängetiefe der Pumpe. Sie sollte stets mittels Kabellichtlot mit integrierter Temperatursonde oder Druck-/Temperatursonde in situ vor Einbau der Pumpe erfolgen, da sich das geförderte Grundwasser durch die Pumpe erwärmen kann.
- Im Probenahmeprotokoll ist die Temperaturmessung zu dokumentieren.

Berechnung des erforderlichen Abpumpvolumens (hydraulisches Abbruchkriterium)

Das Abpumpvolumen (V_F) bzw. der Austauschfaktor (AF) sollte im Rahmen der Erstcharakterisierung (Pumpversuch) ermittelt und in der Probenahmeakte dokumentiert werden. Bei Festlegung eines Austauschfaktors (AF) wird dieser zur Bestimmung des Mindestabpumpvolmens in Formel (1) eingesetzt.

Falls keine Festlegung des Abpumpvolumnes oder des Austauschfaktors erfolgte, ist das Abpumpvolumen über das hydraulische Abbruchkriterium wie folgt zu ermitteln:

Bei **bekannter** Länge der Filterkiesschüttung und des Bohrlochdurchmessers:

Als Grundlage für die Berechnung des hydraulischen Abbruchkriteriums wird das 1,5-fache Volumen des Kreiszylinders verwendet, der sich aus dem Bohrlochdurchmesser und der Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung ergibt. Zu berücksichtigen ist, ob sich der Ruhewasserspiegel (R_w) inner- oder oberhalb der Filterstrecke befindet (siehe auch Anhang im Abschnitt 10.1).

Das Mindestabpumpvolumen wird nach folgender Formel ermittelt:

$$V_F = \pi/4 * d_{BL}^2 * L_F * AF * 0{,}001 \qquad (1)$$

V_F = Abpumpvolumen in Liter
AF = Austauschfaktor (z.B.: AF = 1,5 bei 1,5-fache Bohrlochvolumen)
d_{BL} = Bohrlochdurchmesser in cm
L_F = Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung in cm
0,001 = Umrechnungsfaktor (cm^3 in dm^3 bzw. Liter)

Bei **fehlendem Bohrlochdurchmesser** findet die Gleichung (1) mit folgenden Austauschfaktoren Anwendung:

Rohrdurchmesser (mm)	AF
<150	3
150	2
>150	1,5

Bei geringeren Rohrdurchmessern ist der Faktor höher, da die Filterkiesschüttung ggf. nicht ordnungsgemäß eingebaut werden konnte.

Bei **fehlender Filterlänge** sollte zur Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die gesamte wassererfüllte Mächtigkeit des Rohres verfiltert ist.

Bei **Einbau der Pumpe weit über der F_{OK}** ist die zusätzliche Wassersäule im Vollrohr beim Hydraulischen Kriterium mit zu berücksichtigen:

$$V_{Fges} = V_F + V_{VR} \qquad (2)$$

V_{Fges} = Abpumpvolumen in Liter
V_F = Abpumpvolumen wassererfüllten Bohrlochvolumen im Bereich Filterkies in Liter
V_{VR} = Abpumpvolumen im Vollrohr in Liter

mit

$$V_{VR} = \pi/4 * d_{RL}^2 * L_{WS} * AF * 0{,}001 \qquad (3)$$

V_{FR} = Abpumpvolumen im Rohr in Liter
AF = Austauschfaktor (z.B.: AF = 1,5 bei 1,5-fache Bohrlochvolumen)
d_{RL} = Vollrohrdurchmesser in cm
L_{WS} = Länge wassererfüllte Vollrohrstrecke (Tiefe - L_F - R_w) in cm
0,001 = Umrechnungsfaktor (cm^3 in dm^3 bzw. Liter)

Hinweis zu den Festlegungen:

Einige Fallbeispiele zur Ermittlung der Einhängetiefe der Pumpe und zur Berechnung des Abpumpvolumens (hydraulisches Kriterium) befinden sich im Anhang (Abschnitt 10.2).

<u>Abpumpen des Standwassers:</u>

- Einbau der Pumpe mit Steigrohren bzw. Schläuchen.
- Einhängen der Druck-/Temperatursonde mindestens 0,5 m in der Regel oberhalb der Ansaugöffnung der Pumpe zur Kontrolle der Absenkung und zum Schutz der Pumpe vor Trockenlaufen sowie zur Messung der Wassertemperatur.

  Die Sonde darf nicht im Ansaugbereich der Pumpe platziert werden.
- Verlegung des Ablaufschlauches so, dass möglichst eine Versickerung in Messstellennähe ausgeschlossen wird (mindestens 5 m entfernt von der GWM).
- Start des Abpumpens über die Messstrecke / -zelle mit den Vor-Ort-Messgeräten.
- Start Messung der Vor-Ort-Parameter Sauerstoff, Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert, Redox-Spannung, sowie der Trübung und der Fördermenge (siehe Abschnitt 5.7.5.3).

<u>Zeitpunkt der Entnahme der Probe:</u>

Der Zeitpunkt der Probenahme ergibt sich entweder aus den in der Probenahmeakte dokumentierten Daten aus der Erstcharakterisierung oder aus dem berechneten hydraulischen Abbruchkriterium (siehe oben) **<u>und</u>** der Konstanz der kontinuierlich gemessenen Vor-Ort-Parameter.

Die Messwertkonstanz gilt als gegeben, wenn sich innerhalb eines abgepumpten Wasservolumens von 50 Litern oder innerhalb von 5 min

- die elektrische Leitfähigkeit um nicht mehr als 1% und
- die Temperatur um nicht mehr als 0,1 K und
- der pH-Wert um nicht mehr als eine Einheit von 0,1 und
- die Sauerstoffkonzentration um nicht mehr als 0,1 mg/l

vom zuletzt gemessenen Wert verändert.

Dabei sind Temperatur und pH-Wert weniger sensible Kenngrößen für den Zeitpunkt der Probenahme. Zusätzlich werden Trübung und Redox-Spannung gemessen.

Werden die Kriterien (hydraulisches Abbruchkriterium bzw. Messwertkonstanz) an einer Grundwassermessstelle nach einer vertretbaren Abpumpzeit von 5 h nicht erfüllt, kann ein messstellenspezifisches Kriterium – wie bei einer Erstcharakterisierung - für das Ende des Abpumpvorgangs festgelegt und dokumentiert werden.

Entnahme der Probe

Die Befüllung der Probenflaschen erfolgt über einen Bypass. Der Bypass muss vor der Durchflussmesszelle und vor der Durchflussmesseinrichtung angeordnet sein und eine Förderleistung von etwa 1 l/min gewährleisten.

Vor dem Öffnen des Bypasses wird der Stand des abgesenkten Grundwasserspiegels entweder mit der Druck-/Temperatursonde oder mit dem Lichtlot bestimmt und der Wert im Probenahmeprotokoll notiert.

Der Bypass sollte nach dem Öffnen mindestens 1 Minute vom Grundwasser durchströmt werden, bevor mit dem Befüllen der Probenflaschen begonnen wird. Die Uhrzeit der Befüllung der ersten Probeflasche stellt den Beginn der Probenahme (Stichprobe) dar und ist im Probenahmeprotokoll zu dokumentieren. Um Querkontamination zu vermeiden sind zuerst die Flaschen zur Bestimmung der leichtflüchtigen Stoffe (Befüllung vom Boden der Flasche mittels Probenahmeschlauch), danach die mit den nicht zu konservierenden Proben und dann die ggf. mit Konservierungsmitteln vorgelegten Probenflaschen zu befüllen.

Nach erfolgter Probenahme und Abschalten der Pumpe wird der Stand des wieder ansteigenden Grundwasserspiegels mit der Druck-/Temperatursonde 5 Minuten weiter aufgezeichnet bzw. mit dem Lichtlot nach 5 Minuten bestimmt.

5.7.3.4 Probenahme aus Grundwassermessstellen in geklüfteten Festgesteins- bzw. Karstgrundwasserleitern

Die Probenahme aus Fest-/Kluftgestein stellt einen Sonderfall dar.

Hierbei sind für die GWM die Einbautiefe, die maximal zulässige Absenkung und Förderleistung sowie die Probenahmekriterien (Abpumpvolumen / Konstanz der Messwerte) auf Grundlage der vorangegangenen Probenahmen bzw. der Erstcharakterisierung individuell festzulegen und zu dokumentieren.

Die Probenahme erfolgt wie in Abschnitt 5.7.3.3 „Entnahme der Probe“ beschrieben ist.

5.7.3.5 Probenahme aus Multi-level-/Mehrfach-Messstellen

Die Multi-level-Messstellen (ML-MST) bestehen aus bis zu 7 Mini-Filtern in unterschiedlicher Tiefe befestigt an einem zentralen Rohr. Jedes Filter endet mit einer Polyethylenleitung oberflächlich in einem Schacht unter der Geländeoberkante (GOK). Die Beprobung erfolgt über Zwischengefäße; jedem Level ist ein Gefäß zugeordnet, an die zentral über eine Pumpe derart Unterdruck angelegt wird, dass die Beeinflussung zwischen den Grundwasserhorizonten gering bleibt.

Mehrfachmessstellen erfüllen den gleichen Zweck und bestehen aus mehreren Messstellen an einem Ort in verschiedenen Tiefen des Grundwasserleiters.

Um den obersten Level beproben zu können, ist bei den ML-MST und Mehrfach-MST eine Beprobung bei hohem Wasserstand (z.B. im Frühjahr) erforderlich. Alle Level sollten an einem Tag beprobt werden. Die Probenahme entspricht der an gewöhnlichen GWM und ist im Abschnitt 5.7.3.3 beschrieben.

5.7.3.6 Probenahme in Sonderfällen

- GWM mit stark reduzierter hydraulischer Ergiebigkeit (i. d. R. Standardprobenahme mit minimaler Pumpenförderleistung ≥ 2 l/min nicht möglich):

  Die Probenahmepumpe wird zwischen Filteroberkante und mindestens 0,5 m oberhalb der Filterunterkante eingebaut, so dass min. 1/3 der Wassersäule abgepumpt werden kann. An drei aufeinander folgenden Tagen wird die GWM „leer“ gepumpt, ohne dass die Pumpe trockenfällt. Die Lage des Grundwasserspiegels vor Beginn und am Ende des Pumpvorgangs wird dokumentiert. Bei ausreichendem Zulauf des Grundwassers erfolgt am vierten Tag direkt die Gewinnung der Wasserprobe wie oben beschrieben.

  Sollte der Wasserspiegel nach mehreren Stunden Wartezeit die Ausgangslage wieder erreichen, kann erneut abgepumpt werden. Die Probenahme erfolgt dann bei dem vierten Abpumpvorgang.

- Aufschwimmende Stoffe oder Flüssigkeitsphasen (z.B. Mineralölkohlenwasserstoffe) können nur mit Phasenschöpfern entnommen werden.

- In bestimmten Fällen ist der Einsatz eines Schöpfgerätes erforderlich, mit dem in definierter Tiefe die Proben entnommen werden, z.B. bei zu erwartenden Kontaminationen durch den Einsatz von bleibelasteten Steigrohren bei sauren Grundwässern.

- Aus GWM, die mit handelsüblicher Unterwasserpumpe nicht beprobt werden kann, ist die Probe durch Schöpfen zu gewinnen.

- Falls eine GWM nicht klar gepumpt werden kann (partikuläre Stoffe) oder wenn signifikante Metallkontaminationen vorhanden oder zu erwarten sind, ist vom Auftraggeber in Abhängigkeit vom Untersuchungsziel zu entscheiden, ob:
  - diese GWM als nicht geeignet anzusehen ist oder
  - mit einer anderen Probenahmetechnik zu beproben ist oder
  - die Proben vor Ort zu filtrieren sind.

5.7.4 Ableitung des geförderten Wassers

Das geförderte Wasser (z.B. aus der GWM) kann einige Meter entfernt von der Probenahmestelle versickern, wobei eine Beeinflussung der Probenahmestelle zu vermeiden ist.

Ist das geförderte Wasser verunreinigt (z.B. Leitfähigkeit > 250 mS/m) ist die Entsorgung zu regeln. Das kann die Beauftragung einer Entsorgungsfirma sein oder Maßnahmen vor Ort, wie z.B. Einsatz einer Aktivkohlefilteranlage.

5.7.5 Probenvorbehandlung

5.7.5.1 Konservieren

Einige Wasserproben müssen z.B. durch Zugabe von Säuren oder Laugen konserviert werden. Details sind im Probenahmeauftrag bzw. in der Flaschen- und Konservierungsliste enthalten.

5.7.5.2 Filtrieren

Grundwasserproben werden nicht grundsätzlich filtriert, weil im Rahmen des landesweiten Grundwassermonitorings vorrangig die Gesamtgehalte der Inhaltsstoffe bestimmt werden. Soweit an bestimmten Messstellen für bestimmte Parameter oder für bestimmte Fragestellungen eine Filtration von Grundwasserproben erforderlich ist, wird diese nach den Bestimmungen der Grundwasserverordung (GrwV) in der jeweils gültigen Fassung sowie nach der Arbeitsanweisung zur Filtration von Wasserproben dann auch vor Ort durchgeführt. Die Filtration sollte über einen 0,45 µm Membranfilter innerhalb von 15 Minuten nach der Probenahme stattfinden.

5.7.5.3 Vor-Ort-Bestimmungen

Während des Abpumpens der GWM werden die physikalisch-chemischen Vor-Ort-Parameter (Sauerstoff, Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert und Redox-Spannung) sowie die Trübung kontinuierlich in der Durchflussmessstrecke / -zelle gemessen. Die Daten werden mittels computergestützter Probenahme (z.B. ORIwell) digital aufgezeichnet. Falls keine kontinuierliche Aufzeichnung möglich ist, werden die Vor-Ort-Werte mindestens alle 5 min gemessen und manuell in eine Tabelle (630-PFB-FV-035 Dokumentation der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens) eingetragen.

Zum Zeitpunkt der Probenahme werden alle Vor-Ort-Werte abgelesen und die Messdaten in das Probenahmeprotokoll eingetragen. Bei der Bestimmung des pH-Wertes in der Messstrecke / -zelle muss die Temperatur auch dokumentiert werden. Die Wassertemperatur wird in situ vor dem Abpumpen ermittelt (siehe Abschnitt 5.7.3.3 Temperaturmessung).

Die abgepumpte Wassermenge wird ebenfalls kontinuierlich aufgezeichnet und dokumentiert. Falls keine kontinuierliche Messung der Wassermenge möglich ist, erfolgt die Ermittlung der abgepumpten Wassermenge durch mehrfaches Auslitern (Eimermessung, Stoppuhr) und Hochrechnung über die Pumpdauer.

5.7.6 Probentransport

Die gefüllten Probeflaschen sind bruch- und frostsicher sowie wärme- und lichtgeschützt zum Probenahme-Stützpunkt bzw. Labor zu transportieren. Die Probenübergabe entsprechend der Standarbeitsanweisung wird im Probenahmeprotokoll durch Unterschrift des Probenehmers / der Probenehmerin bestätigt. Zur Probenübergabe sind die Regelungen der jeweiligen Standorte zu beachten.

5.7.7 Reinigung der Probenahmegeräte

Probenahmegeräte und -behälter sind so schonend zu reinigen, dass die folgende Analyse nicht beeinträchtigt wird. Die Reinigung erfolgt ausschließlich mit Leitungswasser und Reinstwasser, ggf. unter Verwendung von Reinigungskugeln, jedoch ohne Zusatz von z.B. Säuren, phosphathaltigen oder komplexbildner-haltigen Spülmitteln.

Anschließend werden die Steigrohre / Schläuche getrocknet und mit einer Kappe verschlossen.

Nach der Reinigung oder bei Bedarf sind die Probenahmegeräte auf Kontaminationen oder Beschädigungen zu prüfen. (siehe Abschnitt 5.9)

5.8 Arbeitsschutz und Arbeitssicherheitsmaßnahmen

Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften und Betriebsanweisungen sind einzuhalten.
Das Probenahmefahrzeug sowie die Probenahmestelle, Schläuche und Kabel sind – vor allem, wenn sie im öffentlichen Verkehrsraum liegen – entsprechend zu sichern.

Beim Arbeiten mit belasteten Grundwässern (Deponien, Altlasten, Verdachtsflächen) sind immer wasserundurchlässige Handschuhe (Einmalhandschuhe) zu tragen.

5.9 Qualitätssicherungsmaßnahmen

Häufigkeit und Zeitabstände sowie die Art und Durchführung der Kontrollmaßnahmen (z.B. durch Blindproben) sind von der Anzahl der Probenahmen abhängig und durch die jeweilige Fachgebietsleitung festzulegen und zu dokumentieren. Der Umfang soll mindestens 2 % der jährlich entnommenen Proben betragen.

Die Kontrollmaßnahmen müssen das gesamte Probenahmepersonal berücksichtigen.

Werden Auffälligkeiten festgestellt, so ist eine Ursachenermittlung durchzuführen. Diese sind in Zusammenarbeit mit dem Probenahmepersonal zu bewerten und die Fehlerquellen zu beseitigen.

<u>Kontrollkarten / Rückführung</u>

Die Messgeräte für die Vor-Ort-Untersuchungen pH-Wert, Sauerstoff/Sauerstoffsättigung, elektrische Leitfähigkeit und Redox-Spannung werden nutzungstäglich geprüft und erforderlichenfalls geräteabhängig kalibriert.

Die zur Temperaturmessung benutzten Geräte (z.B. Lichtlot) werden jährlich auf ein kalibriertes Thermometer zurückgeführt. Messgeräte zur Mengenmessung werden ebenfalls jährlich durch mehrmaliges Auslitern eines Eimers überprüft.

<u>Feldblindproben</u>

Um mögliche Kontaminationen während der Probenahme und des Transportes festzustellen, ist regelmäßig und in begründeten Verdachtsfällen eine Blindprobe zu nehmen, zu untersuchen und zu dokumentieren.

Dazu wird Reinstwasser, dessen Blindwert geprüft und dokumentiert wurde, vor Ort wie eine reale Probe behandelt und allen Verfahrensschritten (z.B. Pumpen oder Schöpfen, Filtrieren, Konservieren, Transport und Lagerung) unterworfen.

Wirksamkeitsnachweis Reinigung der Probenahmegeräte

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).

Interne und externe Vergleichsmessungen und Vergleichsprobenahmen

In regelmäßigen Zeitabständen werden Vergleichsmessungen und Vergleichsprobenahmen durchgeführt, an denen die mit der Probenahme befassten Arbeitsbereiche teilnehmen und bei denen die in der jeweiligen Einrichtung verwendete Probenahme- und Messtechnik zum Einsatz kommt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Qualitätssicherungsmaßnahmen sind zu dokumentieren. Das Probenahmepersonal ist über die Untersuchungsergebnisse zu informieren.

5.10 Ergebniserfassung

Zu jeder Probenahme wird ein Probenahmeprotokoll, welches Bestandteil des Probenahmeauftrages ist, ausgefüllt. Steht in besonderen Fällen (z.B. ungeplante Probenahmen) kein vorgefertigtes Probenahmeprotokoll zur Verfügung, so ist ersatzweise ein Blanko-Protokoll für ungeplante Grundwasserproben auszufüllen.

Das Probenahmeprotokoll wird von der Person / den Personen unterschrieben, die als Probenehmer auf dem Protokoll eingetragen ist / sind.
Die Protokolle werden im LIMS erfasst. War eine Probenahme nicht möglich, wird der Grund in das Bemerkungsfeld eingetragen. Die Probenahmeaufträge/-protokolle werden im jeweiligen Fachgebiet archiviert.

Die Vor-Ort-Messungen zur Bestimmung des Probenahmezeitpunktes werden als Datei bei der computergestützten Probenahme oder entsprechend dem Muster im Dokument 630-PFB-FV-035 Dokumentation der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpensdokumentiert. Die Informationen gelten als Orientierungshilfe für zukünftige Probenahmen und werden entsprechend zugänglich abgelegt.

6 Nachweisführung

Dokument	Führung	Aufbewahrung	Zeit	Ort
Probenahmeaufträge/-protokolle	Probenehmer/in	Fachbereich	Mindestens 5 Jahre	siehe FB-Regelungen
elektronische Aufzeichnung der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens	Probenehmer/in	Fachbereich	Mindestens 5 Jahre	Laptop / Verzeichnis
manuelle Dokumentation der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens	Probenehmer/in	Fachbereich	Mindestens 5 Jahre	in der Probenahmeakte / als Scan im Verzeichnis

7 Behandlung von Abweichungen

Bei Abweichungen vom hier geregelten Ablauf ist die für den Arbeitsbereich verantwortliche Leitung zu verständigen. Es ist gemäß 600-UAN-VA-023 zu verfahren und gegebenenfalls ein Abweichungsbericht zu erstellen.

Sind die vorgegebenen Qualitätsziele nicht erreicht, so werden die Ergebnisse der betroffenen Proben nicht weitergeleitet. Nachdem die Ursache ermittelt und beseitigt ist, werden diese Proben, wenn möglich, erneut gemessen.

8 Mitgeltende Unterlagen

DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
DIN EN ISO/IEC 17043:2022-06	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Anbietern von Eignungsprüfungen
LAWA AQS - Merkblatt P-8/2	Merkblatt zu den Rahmenempfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen - Probenahme von Grundwasser (Mai 1995)
Arbeitsblatt DWA-A 909	Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen (Dezember 2011)
000-ODO-SD-001	Glossar des QM-Systems im LANUV
600-UAN-LI-003	Verfahren und Befugnisse in Abt. 6
600-UAN-VA-023	Umgang mit Abweichungen und Korrekturmaßnahmen in Abteilung 6
630-PFB-AA-008	Bestimmung des pH-Wertes Vor-Ort
630-PFB-AA-009	Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit Vor-Ort
630-PFB-AA-010	Bestimmung des Sauerstoffgehalts Vor-Ort
630-PFB-AA-011	Bestimmung der Temperatur Vor-Ort
630-PFB-AA-012	Untersuchung und Bestimmung der Färbung
630-PFB-AA-016	Bestimmung des Geruchs von Wasserproben
630-PFB-AA-017	Bestimmung der Trübung vor Ort

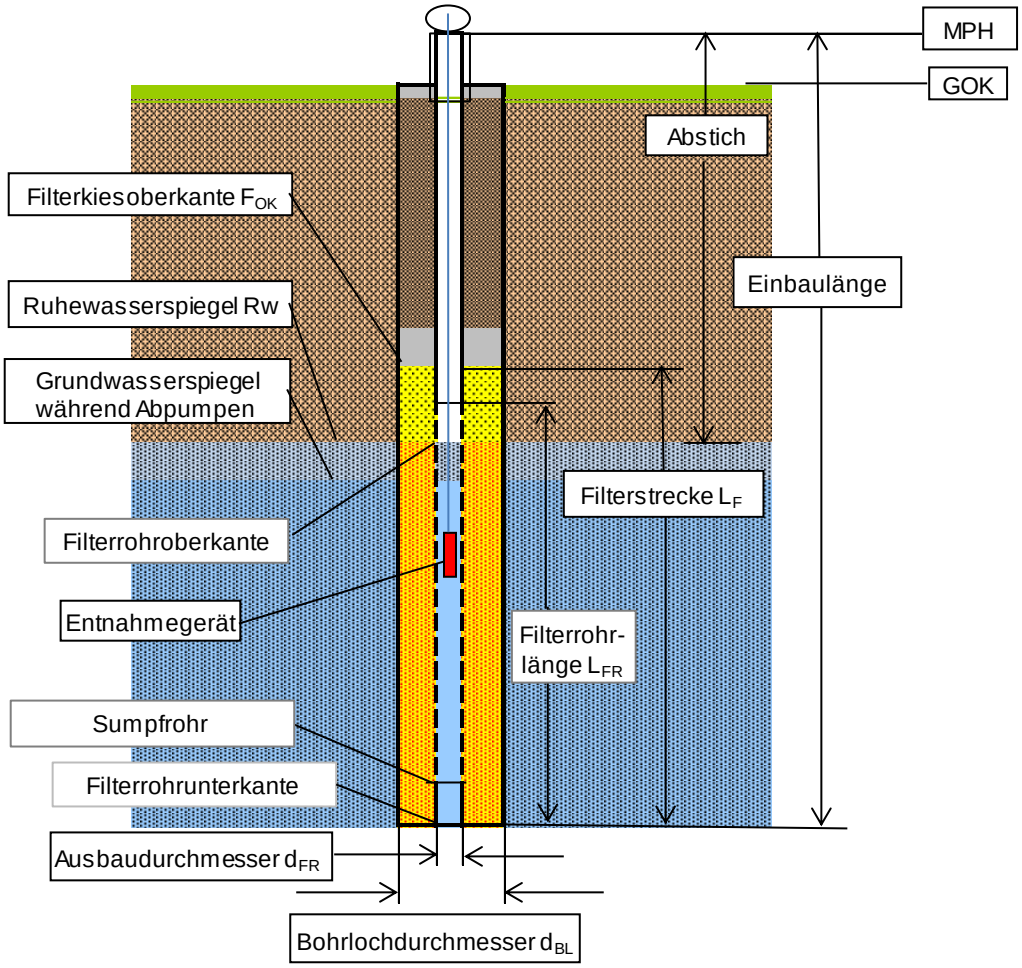
630-PFB-AA-018	Filtration von Wasserproben vor Ort
630-PFB-LI-011	Konservierungs- und Flaschenliste Fachbereich 63
630-PFB-FV-035	Dokumentation der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens

9 Hinweis zur Dokumentenänderung

- Redaktionielle Änderungen im gesamten Dokument
- Definition Reinstwasser
- Anpassung Grundlage des Verfahrens
- Störungen, Besonderheiten
- Ergänzungen und Erläuterungen zu Abpumpvolumen und Absenkung
- Redaktionelle Änderungen Geräte, Arbeitsmaterialen
- Komplett überarbeitetes Kapitel „Schöpfproben / Probenahme aus Quellen und Stollen“
- Neues Kapitel „Probenahme aus Brunnen“
- Komplett überarbeitetes Kapitel „Probenahme aus Grundwassermessstellen (GWM) im Porengrundwasserleiter“ mit Änderung der Vorgaben zur Einhängetiefe und zum Umgang bei fehlenden Vorgaben (Ausbaudaten).
- Ergänzung der Vorgaben bei GWM mit sehr tiefen Filterlagen im Vergleich zum Rw.
- Ergänzung der Konstanz der Sauerstoffkonzentration als Abbruchkriterium.
- Neues Kapitel „Probenahme aus Grundwassermessstellen in geklüfteten Festgesteins- bzw. Karstgrundwasserleitern“
- Neues Kapitel „Probenahme in Sonderfällen“
- Überarbeitung Kapitel „Vor-Ort-Bestimmungen“
- Verweis des Kapitel „Arbeitsschutz und Arbeitssicherheitsmaßnahmen“ auf grundlegende Anweisungen.
- Ergänzung der Themen „Kontrollkarten / Rückführung“, „Feldblindproben“, „Wirksamkeitsnachweis Reinigung der Probenahmegeräte“ sowie „Interne und externe Vergleichsmessungen und Vergleichsprobenahmen“ im Kapitel „Qualitätssicherungsmaßnahmen“
- Nachweisführung: Ergänzung der Digitalisierung
- Kapitel 10.2 „Dokumentation der Vor-Ort-Parameter während des Abpumpens“ in ein eigenes Dokument ausgegliedert (630-PFB-FV-035)
- Überarbeitung der Fälle und Skizzen im Anhang

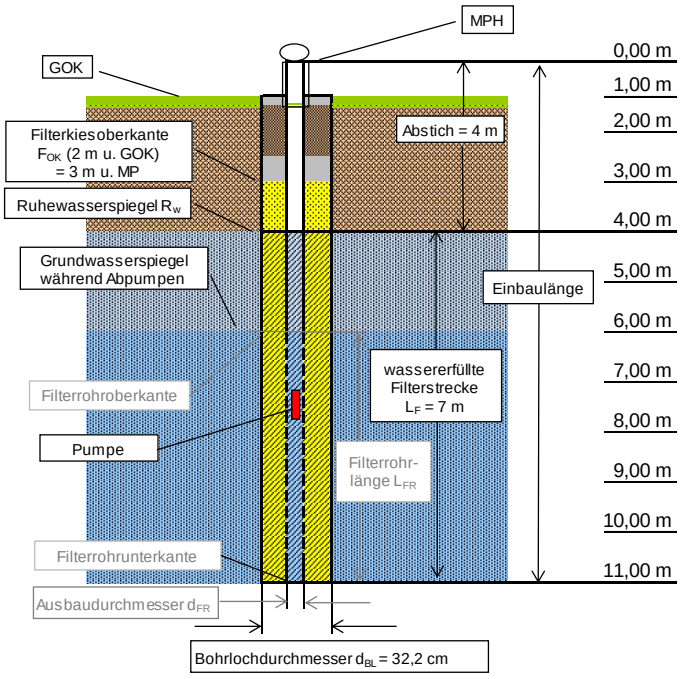
10 Anhang

10.1 Schematische Darstellung einer Grundwassermessstelle



10.2 Fallbeispiele zur Ermittlung der Einhängetiefe der Pumpe und zur Berechnung des Abpumpvolumen (hydraulisches Kriterium)

Fall 1a: Ausbaupläne sind vorhanden (Ruhewasserspiegel **innerhalb** (ih) der Filterstrecke)



Vorgaben

Filterkiesoberkante (F_{OK}): 3,00 m u. MP

Einbaulänge (Tiefe): 11,00 m u. MP

Ruhewasserspiegel (R_w): 4,00 m

Bohrlochdurchmesser (d_{BL}): 32,3 cm

Austauschfaktor (AF): 1,5

Ermittlung der Einhängetiefe der Pumpe

Einhängetiefe = R_w + max. Absenkung (2 m) + Sicherheitsabstand (1 m)
= 4,00 m + 2 m + 1 m bis 2 m
= 7 m bis 8 m u. MP

Optimal sollte die Förderleistung so angepasst werden, dass die Pumpe oberhalb des Filterrohres ins Vollrohr gehängt werden kann.

Filterstrecke (berechnet)

Filterstrecke L_F = Einbaulänge – F_{OK} (hier: R_w, da ih der Filterstrecke)
L_F = 11,00 m - 4,00 m
L_F = 7,00 m **= 700 cm**

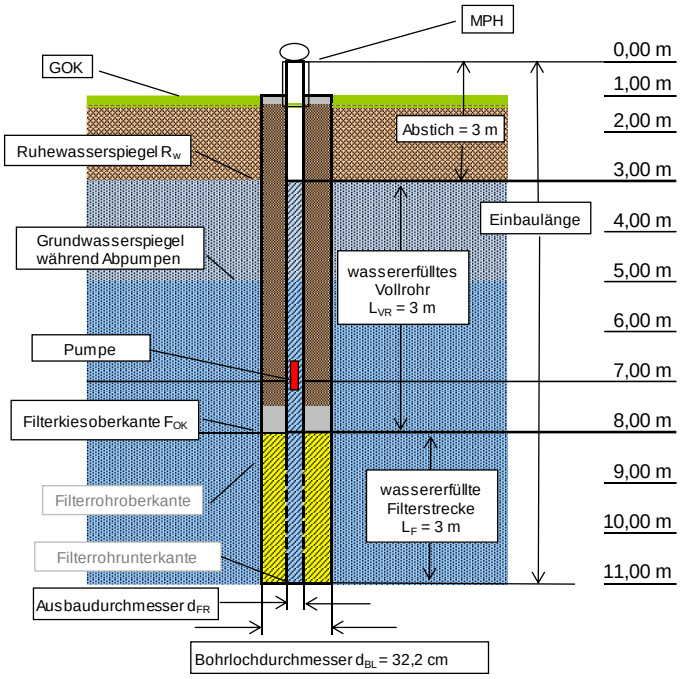
Berechnung des Abpumpvolumens (hydraulisches Kriterium, Porengrundwasserleiter)

$V_F = \pi/4 * d_{BL} * d_{BL} * L_F * AF * 0{,}001$ (1)

V_F = 3,14/4 * 32,3 cm * 32,3 cm * 700 cm * 1,5 * 0,001

V_F = 860 l

Fall 1b: Ausbaupläne sind vorhanden (Ruhewasserspiegel **oberhalb** (oh) der Filterstrecke)



Vorgaben

Filterkiesoberkante (F_{OK}): 8,00 m u. MP

Einbaulänge (Tiefe): 11,00 m u. MP

Ruhewasserspiegel (Rw): 3,00 m

Bohrlochdurchmesser (d_{BL}): 32,3 cm

Ausbaudurchmesser (d_{FR}): 12,5 cm

Austauschfaktor (AF): 1,5

Ermittlung der Einhängetiefe der Pumpe

Einhängetiefe 1 = R_w + max. Absenkung (2 m) + Sicherheitsabstand (1 m)
= 3,00 m + 2 m + 1 m
= 6 m u. MP

Einhängetiefe 2 = F_{OK} - 1 m (bis 2 m)
= 8 m – 1 m (- 2m)
= 6 bis 7 m u. MP

Festlegung: Wenn Einhängetiefe 2 > Einhängetiefe 1 dann Einhängetiefe 2, sonst Einhängetiefe 1*
Einhängetiefe = 6 bis 7 m u. MP

*Ausnahme sehr tiefe Messstellen

Filterstrecke (berechnet)

Filterstrecke L_F = Einbaulänge – F_{OK}
L_F = 11,00 m - 8,00 m
L_F = 3,00 m **= 300 cm**

Länge Wassersäule (WS) im Vollrohr (berechnet)

WS im Vollroghr L_{WS} = F_{OK} - R_w
L_{WS} = 8,00 m - 3,00 m
L_{WS} = 5,00 m **= 500 cm**

Berechnung des Abpumpvolumens (hydraulisches Kriterium, Porengrundwasserleiter)

$V_F = \pi/4 * d_{BL} * d_{BL} * L_F * AF * 0{,}001$ **(1)**

$V_F = 3{,}14/4 * 32{,}3\ cm * 32{,}3\ cm * 300\ cm * 1{,}5 * 0{,}001$

V_F = 369 l

$V_{VR} = \pi/4 * d_{RL} * d_{RL} * L_{WS} * AF * 0{,}001$ **(2)**

$V_{VR} = \pi/4 * 12{,}5 * 12{,}5 * 500 * 1{,}5 * 0{,}001$

V_{VR} = 92 l

$V_{ges} = V_F + V_{VR}$ **(3)**

$V_{ges} = 369\ l + 92\ l$

V_{ges} = 461 l