MERKBLATT

BAU VON GRUNDWASSERMESSSTELLEN



Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung
Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg
Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Leipzig-Halle

Impressum

Herausgeber:
Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung:

Mitglieder des Arbeitskreises (Stand 10.05.2012)
Eike Barthel, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
Dr. Peter Börke, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Dr. Dieter Feldhaus, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Heiko Ihling, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Uwe Kaboth, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg
Annette Kolberg, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin
Ronald Krieg, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Leipzig-Halle
Karin Kuhn, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Jörg Kunze, Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg
Holger Rauch, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
Ralf Trabitzsch, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ Leipzig-Halle

Erstellt unter Mitwirkung von
Karsten Baumann,
Falk Triller (beide Bohrlochmessung Storkow GmbH)
Sigrid Rösner, G.E.O.S. Freiberg GmbH

Redaktion des Merkblattes
Dr. Peter Börke, Heiko Ihling

Titelbild:
Heiko Ihling

Redaktionsschluss:
15.06.2012

Vorbemerkungen

An den qualitätsgerechten Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen werden durch die Landesbehörden besonders hohe Anforderungen gestellt, da auf der Basis von Stands- und Beschaffenheitsdaten aus diesen Grundwassermessstellen langjährige Aussagen für die Gewässerkunde gewonnen werden müssen. Ferner müssen zuverlässige Aussagen für die Maßnahmen und Bewirtschaftungsplanung gemäß der Europäischen Wasserpolitik abgeleitet werden.
Der Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung hat sich zum Ziel gesetzt, gemeinsame technische Standards und Elemente der Qualitätssicherung in einem Handbuch zur Grundwasserbeobachtung zu erarbeiten.
Das vorliegende Merkblatt „Bau von Grundwassermessstellen“ soll in erster Linie als Arbeitsmaterial zum Bau von Grundwassermessstellen für die Zwecke der staatlichen Grundwasserbeobachtung dienen. Es kann aber auch zur Umsetzung der wasserrechtlichen Anforderungen für Wasser-, Bodenschutz-, Abfall- und Bergbehörden, Fachbehörden sowie Ingenieurbüros bzw. Bohrbetriebe, die mit der Planung und Durchführung des Baus von Grundwassermessstellen betraut sind, herangezogen werden.
Spezielle Bauarten von Grundwassermessstellen, z.B. für die Überwachung kontaminierter Standorte mit Sonderbauwerken oder für Aufgaben der Forschung und Entwicklung, werden in diesem Merkblatt nicht behandelt.

Inhalt

Vorbemerkungen 3
Anlagenverzeichnis 5
Tabellenverzeichnis 5
Symbole und Einheiten 6
Abkürzungen 6
1. Grundsätze 8
2. Schwerpunktaufgaben und Anforderungen an Grundwassermessstellen 9
3. Planung und Vorbereitung der technischen Arbeiten 10
3.1. Vorbemerkung 10
3.2. Planung des Baus von Grundwassermessstellen 11
3.3. Bohranzeige- und -meldepflicht 12
3.4. Betretungs- und Schachterlaubnis 13
3.5. Prüfung der örtlichen Gegebenheiten 13
3.6. Randbedingungen bei der technischen Ausführung von Bohrungen für Grundwassermessstellen 13
4. Bohrverfahren 14
4.1. Vorbemerkungen 14
4.2. Einteilung der Bohrverfahren 14
4.3. Auswahl der Bohrverfahren 16
4.4. Bohrdurchmesser 17
5. Entnahme von Gesteinsproben 18
6. Bohrlochgeophysikalische Prüfung der Schichtenansprache und Festlegung des Ausbaus und der Abdichtungsbereiche 21
7. Messstellenausbau 22
7.1. Grundsätze beim Ausbau von Grundwassermessstellen 22
7.2. Ausbaudurchmesser 23
7.3. Ausbau und Ausbaumaterial 23
8. Klarpumpen und Entsanden von Grundwassermessstellen 29
9. Bauaufsicht, Qualitätssicherung und Dokumentation 30
9.1. Einweisung des Bohrunternehmens 30
9.2. Laufende Arbeiten und Dokumentation durch die bauausführenden Firma 30
9.3. Ingenieurtechnische und naturwissenschaftliche Begleitung 31
9.4. Qualitätssicherung bei der Auftragsvergabe 33
9.5. Abnahme der technischen Leistungen 33
9.6. Höhen- und lagemäßige Vermessung 34
9.7. Dokumentation der Bohr- und Ausbauarbeiten 34
10. Arbeitsschutz 35
11. Literaturverzeichnis 38

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Übersicht zu Bohrverfahren zur Errichtung von Grundwassermessstellen (verändert nach DVGW (2008) /10/)
Anlage 2: Spültechnik und Spülungszusätze: Bentonite, künstiche Polymere
Anlage 3: Einsatz von Filter- und Vollrohrmaterialien zum Ausbau von Grundwassermessstellen zur chemischen Untersuchung bestimmter Parameter und Parametergruppen
Anlage 4: Zusammenstellung der geophysikalischen Messmethoden zur Kontrolle des Schichtenprofils, der Bohrlochgeometrie sowie der hydraulischen und hydrogeologischen Bohrlochverhältnisse im unausgebauten Bohrloch
Anlage 5: Bauaufsicht beim Bau von Grundwassermessstellen
Anlage 6: Musteraufgabenstellung zum Bau einer Grundwassermessstelle
Anlage 7: Musterleistungsverzeichnis zur Errichtung einer Grundwassermessstelle (Beispiel einer Messstelle im Festgestein)
Anlage 8: Schichtenverzeichnis und Ausbauplan (Beispiel)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Übersicht zu den Trockenbohrverfahren 14
Tabelle 4-2: Übersicht zu den Spülbohrverfahren 15
Tabelle 4-3: Mindestbohrenddurchmesser in Abhängigkeit vom Ausbaudurchmesser und Abdichtungsmaterial bei Trocken- und Spülbohrungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 121 /19/ 18
Tabelle 5-1: Probenmengen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 /6/..... 19
Tabelle 5-2: Einteilung der Versuche in Versuchsklassen, abhängig von den einzuhaltenden Bedingungen DIN 18130 /5/ 19
Tabelle 5-2: Geeignete Versuchsarten in Abhängigkeit von den Bodenarten nach DIN 18130 /5/..... 20
Tabelle 6-1: Geophysikalische Messverfahren im offenen Bohrloch..... 21
Tabelle 7-1: Korngruppen und höchstzulässiger Massenanteil an Unter- und Überkorn gemäß DIN 4924 /8/..... 25
Tabelle 7-2: Schüttkorndurchmesser und Filterschlitzweite in Abhängigkeit vom anstehenden geologischen Untergrund verändert und ergänzt nach DVGW W 120 /18/ 25
Tabelle 7-3: Verfahrensweise zur Einbringung von Tonmehl-Zement-Suspensionen 26
Tabelle 7-4: Übersicht zur Verwendung von Tonformlingen im Bereich von hydraulisch wirksamen Trennschichten 28
Tabelle 7-5: Einsatzempfehlungen für Tonformlinge im Hinblick auf ihre Strukturstabilität (nach /27/) 28
Tabelle 9-1: Geophysikalische Messverfahren zur Kontrolle ausgebauter Bohrlöcher (nach DVGW W 110 /10/ 32
Tabelle 9-2: Häufig verwendete Materialen zur Ringraumabdichtung und ihre Nachweisfähigkeit..... 33

Symbole und Einheiten

API	natürliche Gammastrahlungsintensität
bar	Druck
cm	Zentimeter
g	Gramm
g/cm^3	Dichte, Gesteinsdichte
k_F	Durchlässigkeitsbeiwert
Ωm	spezifischer Gesteinswiderstand
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mV	Potenzialdifferenz
µs/m	Schalllaufzeit
dB	Dezibel
T	Temperatur
Ø	Durchmesser

Abkürzungen

BAL	Bohrlochabweichungsmessung
BGR	Berufsgenossenschaftliches Regelwerk
CAL	Kaliber-Log
CBL.WB	Zement-Bond-Log mit Wellenbildregistrierung
CMC	Carboxymethylcellulosen
DFÜ	Datenfernübertragungseinrichtung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	*Diameter Nominal*, englisch für die Nennweite von Rohren
DNAPL	**d**ense **n**on **a**queous **p**hase **l**iquids – nicht wässrige Fluide, die schwerer als Wasser sind
DNN	Dual-Neutron-Neutron-Log
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
FEL	fokussiertes Elektro-Log
FFP	Partikelfiltrierende Halbmaske (Feinstaubmaske)
FM-P	Packerflowmeter
FGWL	Festgesteinsgrundwasserleiter
GG	Gamma-Gamma-Dichtemessung
GOK	Geländeoberkante
GR	Gamma-Messung
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWS	Grundwasserstauer
HW	Hochwert (Gauss-Krüger-Meridianstreifensystem)
IL	Induktions-Log
LAGB	Landesamt für Geologie und Bergwesen (Land Sachsen-Anhalt)
LBGR	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (Land Brandenburg)
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Land Sachsen)
LHW	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (Land Sachsen-Anhalt)
LUGV	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg
MAK	maximale Arbeitsplatzkonzentration
MAL	Magnet-Log = Suszeptibilitäts-Log (SUS)
NAU	Niederschlag-Abfluss-Verdunstungsbeziehung
NHN	Normal-Höhen-Null

NN	Normal-Null
NNL	Neutron-Neutron-Log
PSA	persönliche Schutzausrüstung
PVC-U	Polyvinylchlorid-hart
RGG.D	rotierendes Gamma-Gamma-Log = um 360° rotierende Gamma-Gamma-Dichtemessung
RW	Rechtswert (Gauss-Krüger-Meridianstreifensystem)
SAL	Leitfähigkeits-Messung
SGL	segmentierte Gamma-Messung
SUS	Suszeptibilitätsmessung = Magnet-Log (MAL)
TEMP	Temperatur-Messung
TRK	Technische Richtkonzentration
UEG	untere Explosionsgrenze
UTM	Universal Transverse Mercator-Projektion
VO	Verordnung
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen
Vol.	Volumen
W/F-Wert	Wasser-/Feststoff-Verhältnis
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1. Grundsätze

Grundwassermessstellen werden für die Untersuchung und Bewertung von Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit errichtet und betrieben. Dabei kommen unterschiedliche Ausbauteufen, Filterlagen und –längen, Ausbau- und Filtermaterialien sowie ober- oder unterirdische Messstellenabschlüsse zum Einsatz. Für die Messung des Grundwasserstandes können Messstellen mit Wasserstands-Messeinrichtungen, Datensammlern sowie Datenfernübertragungseinrichtungen (DFÜ) ausgerüstet werden. Für die Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit werden meist mithilfe von Unterwassermotorpumpen Wasserproben entnommen und im Labor auf physikalische, chemische und ggf. auch biologische Parameter untersucht. Die Grundwasserprobennahme ist in dem entsprechenden, ebenfalls in der Reihe des Handbuchs Grundwasserbeobachtung erschienenen Merkblatt beschrieben.

Eine Grundwassermessstelle stellt prinzipiell eine Störung des natürlichen Untergrundes und seiner Strömungsverhältnisse dar und kann in kontaminierten Bereichen, bei salinaren Grundwässern und bei nicht sachgerechter Ausführung zu einer Verschleppung von Schadstoffen oder Salzen führen. Ferner kann eine Messstelle bei nicht sachgerechter Ausführung zu einem Druckausgleich vorher getrennter und ggf. unter gespannten Druckverhältnissen stehenden GWLn führen und mit der o. g. Gefährdung verbunden sein.

Aus diesem Grund kommt einer sorgfältigen Planung zur Festlegung der Anzahl, der Lage und des Ausbaus von Grundwassermessstellen eine besondere Bedeutung zu.

Wesentlich für die Vorbereitung der technischen Arbeiten ist die Recherche und Einbindung von bereits vorhandenen Grundwassermessstellen in das geplante Grundwassermessnetz (ggf. mit Verzicht auf einen Neubau) sowie die Optimierung der Lage neuer hydrogeologischer Aufschlüsse mit Messstellenausbau.

Für die Planung, technische Ausführung und Qualitätssicherung neuer Grundwassermessstellen können mithilfe dieses Merkblattes nur allgemein gültige Regeln aufgestellt werden, da die jeweiligen standörtlichen Bedingungen von Fall zu Fall mehr oder weniger stark variieren (hydrogeologische Verhältnisse; Art, horizontales und vertikales Verteilungsmuster der möglichen Schadstoffe; ggf. vorhandene wasserwirtschaftliche Nutzung des unterirdischen Einzugsgebietes).

Vor Realisierung der technischen Leistungen zum Bau von Grundwassermessstellen ist die Erarbeitung einer spezifischen Aufgabenstellung unter Beachtung der vorgesehenen Nutzung und des Untersuchungszieles erforderlich. Hierzu kann auf beiliegende Musteraufgabenstellung (Anlage 6) zurückgegriffen werden.

Nicht mehr genutzte Bohrlöcher, Grundwassermessstellen und Brunnen sind entsprechend des Merkblattes „Rückbau von Grundwassermessstellen“ des Handbuches zur Grundwasserbeobachtung /24/ zurückzubauen

2. Schwerpunktaufgaben und Anforderungen an Grundwassermessstellen

Grundwassermessstellen dienen der Beobachtung und Überwachung des Grundwassers nach Stand und Beschaffenheit und stellen somit ein wesentliches Element des vorsorgenden Grundwasserschutzes und der Umsetzung der Europäischen Wasserpolitik dar.

Folgende Schwerpunktaufgaben können mit Hilfe von Grundwassermessstellen gelöst werden (Arbeitsblatt W 121 /18/):

- Dokumentation des aktuellen Zustandes und von Veränderungen des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit;
- Erkundung von Grundwassergefährdungen, die von Altstandorten, Altablagerungen, Altdeponien und Deponien ausgehen;
- Langzeitkontrolle der Wirksamkeit von Sanierungs- bzw. Vorsorgemaßnahmen zum Schutz des Grundwassers;
- frühzeitiges Erkennen von Grundwassergefährdungen zum rechtzeitigen Ergreifen von Gegenmaßnahmen sowie frühzeitiges Erkennen von Stoffen, die potenzielle Gefährdungen für das Grundwasser darstellen;
- Langzeitbeobachtung von Grundwassermenge und -beschaffenheit;
- Überwachung von Veränderungen in Bezug auf die Süß-Salz-Wassergrenze und
- Spiegelstandsüberwachungen an Grundwasserfassungen (Brunnen).

Um die quantitative und qualitative Überwachung des Grundwassers zu gewährleisten, sind Grundwassermessstellen so zu errichten, dass sie in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung folgenden Ansprüchen genügen:

- Ermittlung von Standrohrspiegelhöhen;
- Grundwasserprobennahme für chemisch-physikalische und biologische Untersuchungen;
- Durchführung von geophysikalischen Messungen und
- Durchführung von Pflegemaßnahmen.

Die Planung und der Neubau von Grundwassermessstellen richtet sich, neben der Beachtung der lokalen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, nach der zu verfolgenden Aufgabenstellung /17/.

Zu den Anforderungen an Grundwassermessstellen gehören vor allem:

- Die Gefährdung des Grundwassers durch das Bauwerk selbst ist nachweislich auszuschließen (z.B. durch nachhaltige Ringraumabdichtung und Trennung der einzelnen durchteuften Grundwasserstockwerke).
- Der Messstellenausbau darf keinen Einfluss auf die gemessenen Analysendaten haben. Der Nachweis, dass durch den Messstellenbau keine qualitativen und quantitativen Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit eingetreten sind, ist im Rahmen der Abnahme der technischen Leistung zu erbringen.
- Der Messstellenausbau muss geeignet sein, um entsprechende Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit auch erkennen und bewerten zu können.

3. Planung und Vorbereitung der technischen Arbeiten

3.1. Vorbemerkung

Zur Vorbereitung der technischen Arbeiten zum Bau von Grundwassermessstellen ist es zunächst erforderlich, eine hydrogeologische Modellvorstellung (GWL/-stauer-Aufbau, Grundwasserflurabstände, Hydrodynamik, Gefährdungspotenziale) vom Untersuchungsgebiet zu erarbeiten.

Als ***Hilfsmittel und Datenquellen zur Lösung dieser spezifischen Aufgabenstellung*** können genutzt werden:

- Auswertung von geologischem und hydrogeologischem Kartenmaterial (geologische Karte, hydrogeologische Karte, Lithofazieskarte, Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete, Karte der Grundwassergefährdung, geochemischer Atlas, NAU-Atlas);
- Einsichtnahme in geologische und hydrogeologische Gutachten und Stellungnahmen;
- Recherche von Aufsuchungsberichten, hydrogeologischen Einschätzungen und Nachweisen im Rahmen von bergbaulichen Vorhaben;
- Recherche von geohydraulischen Modellierungen und Hydroisohypsenplänen;
- Einsichtnahme in Altlastengutachten und Gefährungsabschätzungen;
- Archivrecherche
- Nutzungsanalyse des unterirdischen Einzugsgebietes und Abschätzung von Gefährdungspotenzialen (v. a. Flächennutzung, Nitrat- und Sulfatauswaschungsgefährdung, Abwasserbehandlungsanlagen, Industriegebiete, Steinbrüche);
- Lage von Vorflutern (In- bzw. Exfiltration von Grundwasser);
- Lage von Grundwasserentnahmen und –einleitungen sowie
- zeitliche und räumliche Verteilung der Grundwasserneubildung (Recherche von klimatischen und wasserhaushaltlichen Daten, Wasserhaushaltsmodelldaten).

Eine nicht fachlich fundierte Planung der Lage und des Ausbaus der Grundwassermessstelle kann u. a. zu folgenden unerwünschten Ergebnissen führen:

- Die errichtete Grundwassermessstelle kann nicht zur Ermittlung der benötigten Parameter (quantitative und / oder qualitative Grundwasserbeschaffenheit) genutzt werden.
- Die an der Grundwassermessstelle gewonnenen Messergebnisse liefern keine Aussage bezüglich der zu lösenden Problematik.
- Am Standort der Messstelle wird ein geologischer Untergrund angetroffen, der keinen wirksamen und ausbaufähigen GWL darstellt, sodass der Standort aufgegeben werden muss.
- Die neu gebaute Messstelle ermöglicht die Schadstoffausbreitung bzw. trägt dazu bei.

Aus den ersten beiden Fällen ergeben sich die Notwendigkeit der Beseitigung bzw. Reparatur der bestehenden und der Neubau weiterer Grundwassermessstellen. Im dritten Fall muss ggf. ein neuer Standort gesucht werden. Für den vierten Fall kann sich sogar als mögliche Konsequenz eine Sanierung des Grundwassers erforderlich sein. Fehlplanungen bezüglich des Messstellenbaus können erhebliche Mehrkosten zur Folge haben, die bei sorgfältiger Vorbereitung der technischen Arbeiten einer fachgerechten Abnahme vermieden werden können.

Zudem sind im genannten letzten Fall strafrechtliche Konsequenzen nach § 324 Strafgesetzbuch (Gewässerverunreinigung) möglich.

Als generelle Vorgaben bei der Planung neuer Grundwassermessstellen gelten:

- Grundwassermessstellen sind grundsätzlich in Einfachverfilterung auszuführen. Für die Beobachtung verschiedener Grundwasserhorizonte sind Messstellengruppen zu errichten.
- Zur Überwachung der teufenabhängigen Verteilung von chemisch-physikalischen Beschaffenheitsparametern innerhalb eines GWLs (unterschiedlicher Schadstofftransport aufgrund variierender hydraulischer Kennwerte über die Tiefe des Aquifers) und/oder über mehrere Grundwasserstockwerke sind möglichst kurze Filterstrecken zwischen zwei und fünf Metern zu planen. Bei flacheren GWL können auch kürzere Filterstrecken bis minimal ein Meter zum Einsatz kommen.

3.2. Planung des Baus von Grundwassermessstellen

Grundwassermessstellen werden errichtet, um den Grundwasserstand im ausgebauten GWL zu beobachten und/oder für einen bestimmten Bereich des Grundwasserkörpers repräsentative Grundwasserproben zu gewinnen.

Um einen fachgerechten, der Aufgabe der Grundwassermessstelle gemäßen Ausbau zu gewährleisten und den geeigneten Standort festzulegen, müssen folgende Kriterien bei der Planung einer Messstelle beachtet werden:

a. Klärung der lokalen hydrogeologischen Verhältnisse im Umfeld:

Da der Standort und der Ausbau (Teufe, Lage der Filterstrecke) einer Messstelle zum größten Teil von den lokalen hydrogeologischen Verhältnissen im Umfeld abhängig sind, ist die Kenntnis dieser Verhältnisse vor dem Neubau einer Messstelle zwingend.

Hierzu zählen:

- Schwankungsbereich des Ruhewasserspiegels und Grundwasserflurabstand
- Grundwasserfließrichtung und –geschwindigkeit und ggf. deren Schwankungsbereich;
- Teufenlage, effektive Mächtigkeit und Verbreitung der zu untersuchenden GWL, die möglicherweise durch eine Schadstoffkontamination beeinträchtigt sein können;
- zu erwartendes Schichtenprofil;
- geohydraulische Parameter (k_F-Wert, T-Wert) und
- Lage in Einzugsgebieten von Grundwasserfassungen.

b. Bewertung des vorhandenen Bestandes an Grundwassermessstellen in der Umgebung von Schadensfällen:

Liegen bereits Grundwassermessstellen (u. a. aus Altlastenuntersuchungen bzw. Grundwassererkundungen) vor, sind diese nicht nur für die Bewertung der hydrogeologischen Situation von Nutzen, sondern können bei entsprechender Lage und Erfüllung bestimmter Voraussetzungen auch als Messstellen zur Grundwasserstandsbeobachtung bzw. zur Probennahme genutzt werden.

Eine bereits vorhandene Grundwassermessstelle kann jedoch nur dann zu Grundwasserstandsmessungen und Beschaffenheitsuntersuchungen sinnvoll herangezogen werden, wenn zuverlässige Daten zum Messstellenausbau, zum geologischen Schichtenaufbau und zur hydraulischen Verbindung mit dem zu beobachtenden GWL vorhanden sind.

Vor der Nutzung bestehender Grundwassermessstellen ist eine Eignungsprüfung (z.B. nach DVGW 129 A /20/) durchzuführen.

3.3. Bohranzeige- und -meldepflicht

Für jeden, der eine Bohrung ausführt (i. d. R. ein Bohrunternehmen) besteht die Pflicht

- der Bohranzeige vor Beginn der Bohrung
  (vgl. Lagerstättengesetz /22/ in Verbindung mit Artikel 3 der VO zur Ausführung des Lagerstättengesetzes /25/);
- der Mitteilung der Bohrergebnisse an den Geologischen Dienst des Landes (s. § 5 Abs. 2 des Lagerstättengesetzes /22/).

Die gesonderte Anzeigepflicht gemäß § 49 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Verbindung mit der jeweiligen Landesgesetzgebung gegenüber der zuständigen Wasserbehörde bleibt bestehen.

Zudem sind gemäß Lagerstättengesetz die Bohrproben und sonstiges Beobachtungsmaterial dem Geologischen Dienst des Landes auf Verlangen vorzulegen oder zur Verfügung zu stellen. Das Material darf nur mit Erlaubnis des geologischen Dienstes vernichtet werden.

Geologische Dienste bzw. Landesanstalten im Sinne des Lagerstättengesetzes sind z.B. das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), das Landesamt für Geologie und Bergwesen des Landes Sachsen-Anhalt (LAGB), das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe des Landes Brandenburg (LBGR) sowie die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin.

.

Die objektbezogene Anzeige erfordert folgende Angaben:

- Name und Anschrift des Auftraggebers;
- Name, Anschrift, Telefonnummer und Ansprechpartner des Bohrunternehmens;
- Name, Anschrift, Telefonnummer und Bearbeiter der fachlichen Leitung;
- Angaben zum Objekt (Objektkurzbezeichnung, Zweck der Bohrung(en), voraussichtlicher Bohrbeginn und vermutetes Bohrende);
- Angaben zur Lage und technische Angaben (Gemeinde, Ortsteil, Nr. und Name der TK 25, Flurstücks-Nummer, Gemarkung, Nummer/Name der Bohrung, geplante Endteufe, geplanter Ausbau, geplanter RW, geplanter HW, Bohrverfahren, voraussichtlicher Enddurchmesser und Probenart) sowie
- vorhandene Unterlagen / Gutachten zum Objekt.

Nach Abschluss der Maßnahme sind die folgenden Dokumentationen zur Messstellenbohrung (Bohrprotokoll) und Messstellenausbau gemäß Abschnitt 9.7 den Fachbehörden zu übergeben:

- Stammdaten (RW und HW nach Gauß-Krüger-Bessel LS 110 bzw. ETRS89/UTM LS 489, Geländehöhe (m NHN bzw. m NN) und Messpunkthöhe (m NHN bzw. m NN);
- Messstellenausbau;
- verfilterter GWL und
- Grundwasseranalysen.

Die objektbezogene Mitteilung der Bohrergebnisse (Schichtenverzeichnis) einschließlich der zugehörigen Untersuchungsergebnisse (Pumpversuche, Korngrößenanalyse usw.) sollte mit länderspezifischen Erfassungsprogrammen (z.B. GEODIN, UHYDRO) auf digitalem Weg erfolgen.

Falls eine digitale Mitteilung nicht möglich ist, sind Schichtenverzeichnisse in analoger Form gemäß DIN EN ISO 14688-1 /1/, DIN EN ISO 14688-2 /3/, DIN EN ISO 14689-1 /4/, sowie der Ausbauplan gemäß DIN 4023 /7/) inkl. Übersichtslageplan (Maßstab zwischen 1:10.000 und 1:25.000) sowie eine Lageskizze, anhand derer die Bohransatzpunkte im Meter-Bereich lokalisierbar sind, zu übergeben.

Während des Klarpumpens der Grundwassermessstellen ist anfallendes kontaminiertes Grundwasser nachweislich schadlos abzuführen.

Im Zuge der möglichst durch eine Fachfirma vorzunehmenden Bohrarbeiten sind alle Vorkehrungen zu treffen, um weitere Verunreinigungen des Bodens und des Grundwassers zu verhindern. So ist dafür zu sorgen, dass wassergefährdende Stoffe nicht über das Bohrgerät oder das Bohrwerkzeug in den Untergrund gelangen. Auf die Gefährdungshaftung nach § 62 WHG wird hingewiesen.

Verursachte Schäden und/oder auftretende Havarien sind der zuständigen Wasserbehörde unverzüglich bekannt zu geben.

Ist zur Ermittlung hydraulischer Kenndaten ein Pumpversuch vorgesehen, ist er der zuständigen Wasserbehörde ebenfalls anzuzeigen.

Die Unterlagen oder Daten zu den Bohrarbeiten sowie zu den zusätzlichen technischen Arbeiten (Grundwasseranalysen, Pumpversuch sowie geophysikalische Messungen) sind spätestens sechs Monate nach Abteufen der Bohrung der Geologischen Landesanstalt zu übergeben.

Ordnungswidrig handelt gemäß § 10 des Lagerstättengesetzes, wer einer Anzeige-, Mitteilungs- oder Auskunftspflicht nach den §§ 4 und 5 Abs. 2 Satz 1 zuwiderhandelt, entgegen § 5 Abs. 2 Satz 1 eine Bodenprobe oder sonstiges Beobachtungsmaterial nicht vorlegt oder entgegen § 5 Abs. 2 Satz 2 eine Bohr- oder sonstige Gesteinsprobe ohne Erlaubnis vernichtet oder der Geologischen Landesanstalt auf Anforderung nicht zur Verfügung stellt. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße bis zu fünftausend Euro geahndet werden.

3.4. Betretungs- und Schachterlaubnis

Vor der Durchführung von Bohrarbeiten ist aus Gründen der Haftbarkeit bei Schäden und/oder Havarien an Versorgungsleitungen und –schächten das Einholen der Schachterlaubnis bei den Medienträgern (z.B. Gas-, Energieversorgung, Telekom, Wasser- und Abwasserzweckverband) zu realisieren. Es sollte geprüft werden, ob das Erfordernis der Freigabe durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst besteht. Zudem ist die Beantragung der Betretungserlaubnis bei den Eigentümern und Nutzern der betreffenden Grundstücke erforderlich.

3.5. Prüfung der örtlichen Gegebenheiten

Durch die Prüfung der örtlichen Gegebenheiten sollen alle Begleitumstände, die den Bau einer Grundwassermessstelle beeinträchtigen können, geklärt werden.

Hierzu gehören folgende Punkte:

- Ortsbegehung:
  Bewertung der Wegsamkeit des Geländes, Auswahl geeigneter Standorte für die Grundwassermessstellen in Bezug auf die Bebauung, Zufahrtsmöglichkeit, Vegetation und Relief ausweisen;
- Klärung der Eigentümerfrage (Messstellen und Grundstücke / Grundbucheintragung) und
- Klärung der Notwendigkeit von Genehmigungen (bei Neubau sowie bei der Mitnutzung bereits bestehender Messstellen).

3.6. Randbedingungen bei der technischen Ausführung von Bohrungen für Grundwassermessstellen

Mit den Bohrungen sind Fachfirmen zu beauftragen, die im Besitz einer Bescheinigung nach DVGW-Arbeitsblatt W 120 /15/ sind bzw. eine entsprechende Qualifikation nachweisen können.

Sollte eine Bohrung nicht zum Erfolg führen, ist sie entsprechend den Grundsätzen des Merkblattes zum Rückbau von Grundwassermessstellen /24/ rückzubauen und zu verfüllen.

4. Bohrverfahren

4.1. Vorbemerkungen

Bohrungen zum Bau von Grundwassermessstellen werden in der Regel ohne aufwändige Vor- bzw. Aufschlussbohrungen abgeteuft.

Das zu verwendende Bohrverfahren muss allerdings eine Reihe von Anforderungen erfüllen:

- aussagekräftige und teufengerechte Schichtansprache,
- Entnahme von aussagekräftigen und möglichst unvermischter teufengerechten Gesteinsproben; im Einzelfall ist eine Linerkernentnahme für spezielle Untersuchungen zu empfehlen,
- Ermittlung der Tiefenlage der Grundwasserhorizonte und,
- die Bohrlochwand sollte vor allem im Bereich des GWLs möglichst unbeeinflusst sein.

Die Kenntnis der exakten Tiefenlage und Mächtigkeit der Gesteinsschichten ist Voraussetzung, Ausbauverrohrung und Ringraumverfüllung entsprechend der Aufgabenstellung richtig zu platzieren.

Das zu verwendende Bohrverfahren ist abhängig von der zu lösenden Aufgabenstellung. Bei der Auswahl sind nachfolgenden Hinweise im Abschnitt 4.3 zu beachten. Bei Verwendung von Spülbohrungen sind die nachfolgenden Hinweise zu berücksichtigen. Ergänzend kann das DVGW-Merkblatt W 116 /14/. herangezogen werden.

4.2. Einteilung der Bohrverfahren

Anwendungsbezogen wird zwischen Trocken- und Spülbohrverfahren unterschieden, da beide Verfahrensarten in der Regel unterschiedliche maschinentechnische Voraussetzungen benötigen.

Trockenbohrverfahren sind durch eine überwiegend diskontinuierliche Bohrgutförderung im jeweiligen Bohrwerkzeug gekennzeichnet.

Tabelle 4-1: Übersicht zu den Trockenbohrverfahren

Drehbohren	Schlagbohren	Rammbohren
a) am Gestänge	a) am Seil	a) am Seil
b) an Kelly-Stange		b) am Gestänge
c) Endlosschnecke		

Bei der diskontinuierlichen Bohrgutförderung können das Lösen des Bohrgutes und/oder das Füllen des Bohrwerkzeuges drehend, schlagend oder rammend erfolgen. Nach jeder Füllung muss das Bohrwerkzeug anschließend zur Entleerung aus dem Bohrloch gefahren werden.

Eine kontinuierliche Bohrgutförderung erfolgt beim Drehbohren mit Endlosschnecken, die, wie u. a. Hohlbohrschnecken, auch eine teilverdrängende Arbeitsweise besitzen können.

Trockenbohrverfahren ohne Bohrgutförderung verdrängen den anstehenden Boden vollständig und arbeiten drehend oder rammend. Sie werden heute vorwiegend bei Bohrungen bis max. 50 m Teufe angewendet.

Spülbohrverfahren sind durch kontinuierliche Bohrgutförderung mit Hilfe von verschiedenen Spülmedien gekennzeichnet. Die Förderung kann direkt, d.h. aufsteigend im Ringraum zwischen Bohrgestänge und Bohrlochwandung, oder indirekt, d.h. im Bohrgestänge aufsteigend, erfolgen.

Die Bohrspülung dient der Stabilisierung der Bohrlochwand und zur Verbesserung des Bohrgutaustrages. Weitere Informationen zu Bohrspülungen bzw. zur Spülungstechnik sind der Anlage 2 dieses Merkblattes zu entnehmen.

Als *Spülmedien* (kurz: Spülungen) werden Wasser, Wasser mit Zusätzen, Druckluft bzw. Druckluft mit Wasser verwendet. Es ist darauf zu achten, dass Spülungszusätze die Grundwasserbeschaffenheit nicht beeinflussen. Vielfach wird bei Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen aus Vorsorgegründen

auf die Verwendung von Wasser mit Spülzusätzen gänzlich verzichtet und nur Trinkwasser verwendet. Eine Entscheidung darüber sollte immer im Einzelfall und in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und den örtlichen Gegebenheiten getroffen werden.

Bei allen Spülungen, besonders bei der Verwendung von Druckluft, ist Voraussetzung, dass eine für die Zutageförderung des Bohrgutes ausreichend hohe Aufstiegsgeschwindigkeit bzw. Schleppkraft durch Viskosität und Dichte erreicht wird.

Tabelle 4-2: Übersicht zu den Spülbohrverfahren

Direkte Spülbohrverfahren		**Indirekte Spülbohrverfahren**	
drehend	drehschlagend	drehend	
a) Spüldrehbohren	a) Im-Loch-Hammer	a) Saugbohren	c) Lufthebebohren
b) Rotary-Bohren	b) Außenhammer	b) Strahlsaugbohren	

In Anlage 1 sind die relevanten Bohrverfahren zur Errichtung von Grundwassermessstellen tabellarisch zusammengestellt.

Ergänzend zu den genannten Bohrverfahren werden zur zusätzlichen Gewinnung von Bohrkernen oder gestörten Proben weitere ***Spezielle Bohrverfahren*** eingesetzt.

Das *Hohlbohrschnecken-Verfahren* ist im Wesentlichen ein Trockenbohrverfahren, kann jedoch auch in Kombination mit Spülbohrverfahren eingesetzt werden, wobei die drehend eingebrachte Hohlbohrschnecke als Verrohrung oder Standrohr dient.

Durch die Hohlbohrschnecke hindurch sind Trockenbohrverfahren mit drehender, schlagender und rammender Arbeitsweise möglich.

Vorteile des Bohrens mittels Hohlbohrschnecke:

- kontinuierliche und somit tiefengerechte Bohrgutförderung;
- relativ hoher Bohrfortschritt;
- Gewinnung relativ wenig gestörter Gesteinsproben ober- und unterhalb des Grundwasserspiegels.

Nachteile des Bohrens mittels Hohlbohrschnecke:

- stößt bei harten Untergründen (Flussgerölle, Festgestein) an seine Einsatzgrenzen;
- eignet sich nur bedingt für Messstellenbohrungen, da während des Bohrens das umgebene Gestein (Bohrlochwand) verdichtet wird.

Mittels Hohlbohrschnecken-Verfahren sind in der Regel maximal 30 m Bohrtiefe möglich. Andererseits wurden aber auch bereits Teufen bis zu 90 m erreicht.

Das *Doppelkopfbohrverfahren* ist gekennzeichnet durch das gleichzeitige Einbringen eines Außen- und eines Innenbohrstrangs durch zwei gegenläufig drehende Bohrantriebe, wobei der äußere Bohrstrang in der Regel als Bohrlochverrohrung dient. Durch die Kombination verschiedener Außen- und Innenbohrstränge und/oder verschiedener Bohrantriebe ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten als Trocken- oder als Spülbohrverfahren sowie als Überlagerungsbohrverfahren.

Bei Überlagerungsbohrverfahren sind je nach eingesetztem System Bohrtiefen zwischen 30 m und 250 m üblich.

4.3. Auswahl der Bohrverfahren

4.3.1. Grundsätze

Zur Errichtung von Grundwassermessstellen werden generell Vertikalbohrungen eingesetzt.

Hilfsverrohrungen können in Lockergesteinen und in zum Nachfallen neigenden Festgesteinen eingesetzt werden. Bei einer Spülbohrung ist in der Regel keine Hilfsverrohrung erforderlich. Infolge des Einbaus einer Verrohrung müssen oftmals die weiteren Bohrarbeiten mit einem geringeren Durchmesser fortgeführt werden (sogenannte teleskopierte Bohrungen). Unter bestimmten Voraussetzungen kann es sogar erforderlich sein, die Verrohrung gegenüber der Bohrlochsohle voreilen zu lassen, z.B. um eine Entmischung des Bohrgutes zu vermeiden. Die Verwendung von Verrohrungsmaschinen erleichtert den Ein- und Ausbau von Verrohrungen, ermöglicht längere Rohrfahrten und gewährleistet das Voreilen der Verrohrung.

In diesem Zusammenhang wird auf die Gefahr bezüglich der Verschleppung von Tonschichten in die wasserführenden Schichten bei Verwendung von Verrohrungsmaschinen besonders hingewiesen. Sowohl beim Einbauen der Rohre nach unten als auch nochmals beim Ziehen nach oben wird durch das vertikale Bewegen der Rohre Ton als „Skin“ in die wasserführenden Schichten verschleppt.

Das kann zu einer teilweise erheblichen Leistungsminderung der ausgebauten Bohrung führen, wenn nicht durch geeignete Verfahren dieser Skin wieder entfernt wird (z.B. Hochdruck-Rotationsdüsen bei gleichzeitigem Abpumpen der mindestens dreifachen Menge des eingepumpten Reinwassers).

Mittels bestimmter *Spülungszusätze* können unverrohrte Bohrlochwände stabilisiert werden (Beachtung des DVGW-Merkblattes W 116 /14/).

Im Bereich wasserführender Schichten dürfen nur Spülungszusätze verwendet werden, die

- sich in möglichst dünne Lagen als sog. Filterkuchen auf der Bohrlochwand aufbauen;
- nur wenig in dahinter liegende Poren oder Klüfte eindringen,
- sich nach Beendigung der Bohrarbeiten wieder entfernen lassen und so die zeitweilig verschlossenen Poren und Klüfte freigeben und
- die zu keinen mikrobiologischen Folgeproblemen führen.

In Bohrungen zur Erschließung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser müssen *Poren- und Klufthohlräume so weit wie möglich offengehalten* und das Eindringen von Bohrgut und dgl. verhindert werden. Aus diesem Grund sind alle Verfahren mit kontinuierlicher Bohrgutförderung den Verfahren mit diskontinuierlicher Förderung vorzuziehen. Ferner sollten Schlagbohrverfahren möglichst in Kombination mit Verfahren zur kontinuierlichen Bohrgutförderung angewendet werden, da sonst zu befürchten ist, dass Bohrgut in wasserführende Hohlräume eingepresst wird und dort dauerhaft verbleibt.

Die Folge solcher Minderungen der Eintrittsquerschnitte sind nennenswerte Ergiebigkeitsverluste bzw. höhere Eintrittswiderstände. Diese Art von Mängeln können durch geeignete Maßnahmen (u.a. Entwickeln vor Ausbau der Bohrung im Festgestein bzw. nach Ausbau im Lockergestein durch Hochdruck-Rotationsdüse, Drucksäuerung) oftmals vollständig behoben werden.

Bohrarbeiten müssen so ausgeführt werden, dass eine Verunreinigung des Grundwassers vermieden wird.

Um den Zutritt von Oberflächenwasser zu verhindern,

- sind während der Bohrarbeiten im oberen Bohrlochabschnitt ausreichend lang bemessene Standrohre, ggf. mit Fußzementation vorzusehen.
- muss eine sichere und ausreichend lang bemessene Abdichtung zwischen Bohrlochwand und Ausbau- bzw. Sperrverrohrung gewährleistet sein.

Bei allen Bohrmaßnahmen wird angeraten, ein *Bohrfortschrittsdiagramm* zu erstellen. Bei Drehbohrverfahren mit Spülmedium sollten zudem folgende Punkte erfasst und protokolliert werden:

- Drehzahl;
- Bohrandruck auf Sohle;
- Spülungsdruck (bei Bohrverfahren mit direkter Spülstromrichtung);
- Spülungsdichte und
- Spülrate.

4.3.2. Kriterien und Empfehlungen zur Auswahl von Bohrverfahren

Die Auswahl des Bohrverfahrens ist von folgenden Kriterien abhängig:

- Teufe und Durchmesser der geplanten Grundwassermessstelle;
- Eigenschaften des anstehenden Gebirges;
- Grundwasserflurabstand und
- bekannte bzw. vermutete Kontamination des geologischen Untergrundes.

Bei der Errichtung von flachen Grundwassermessstellen im Lockergestein sollten nach Möglichkeit verrohrte Trockenbohrungen entweder mit durchgehender Kerngewinnung (u. a. Hohlbohrschnecke und Trockenkernbohrung) oder ohne Kerngewinnung (u. a. Schappen-, Schnecken- und Ventilbohrung) eingesetzt werden.

Für die Errichtung von tiefen Grundwassermessstellen im Lockergestein sind Spülbohrungen ohne Kerngewinn (u. a. Saug- und Lufthebebohren) zu favorisieren. Als Spülflüssigkeit ist Wasser mit entsprechenden Spülungszusätzen (Bentonite, künstliche Polymere) zu verwenden.

Beim Bohren im Festgestein richtet sich das anzuwendende Bohrverfahren nach der geplanten Endteufe, dem Untersuchungsziel (u. a. Feststellung der wasserführenden, klüftigen Teufenbereiche, exakte lithostratigrafische Aufnahme des Bohrkerns, Bestimmung der hydraulischen Parameter, Gewinnung von Grundwasserbeschaffenheitsdaten) sowie der Festigkeit und Klüftigkeit des Gebirges. Als Bohrverfahren eignen sich je nach aufgabenspezifischem Gesichtspunkt und den lokalen geologischen sowie hydrogeologischen Bedingungen das Druckspülbohren, das Lufthebebohren, das Seil-Freifall-Bohren sowie das Im-Loch-Hammer-Bohren.

In geologisch unbekannten oder nicht ausreichend bekannten Gebieten ist es zweckmäßig, eine Bohrung vollständig als Kernbohrung niederzubringen oder wenigstens in nicht zu weit auseinander liegenden Bohrstrecken Orientierungskerne zu gewinnen.

4.4. Bohrdurchmesser

Der geplante Ausbaudurchmesser der Grundwassermessstelle und die Beschaffenheit des GWLs bestimmen den erforderlichen Durchmesser der Bohrung und die Verfüllung des Ringraums. Der Bohrenddurchmesser muss ausreichend dimensioniert sein, um Tonsperren zur stockwerkstrennenden Abdichtung sowie Filterkies- bzw. –sandschüttungen einwandfrei und teufengenau einbauen zu können. Dabei sind besonders die Querschnittsverengungen im Ringraum im Bereich der Rohrmuffen zu beachten.

Aus wirtschaftlichen sowie betrieblichen Gründen sind kleinere Bohrdurchmesser bzw. Ringräume anzustreben.

Zur Ermittlung des Verhältnisses von Ausbau- zu Bohrlochdurchmesser sind zudem auch die geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten zu berücksichtigen (u.a. Lagerung der Schichten, Gerölllagen, quellende Tone, Klüfte, Störungen, artesisch gespanntes Grundwasser).

Für den Bohrenddurchmesser gelten die Angaben folgender Tabelle 4-3:

Tabelle 4-3: Mindestbohrenddurchmesser in Abhängigkeit vom Ausbaudurchmesser und Abdichtungsmaterial bei Trocken- und Spülbohrungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 121 /18/

Ausbaudurchmesser [mm]		**50** [1]	**65**	**80**	**100**	**115**	**125**
Mindestbohrenddurchmesser in mm bei Suspensionen [2]	Spülbohren	187,3 ($7^3/_8$“)	193,7 ($7^5/_8$“)	222,3 ($8^3/_4$“)	244,5 ($9^5/_8$“)	244,5 ($9^5/_8$“)	279,4 (11“)
Mindestbohrenddurchmesser in mm bei Tonformlingen	Trockenbohren	219	273	273	324	324	324
	Spülbohren	222,3 ($8^3/_4$“)	244,5 ($9^5/_8$“)	244,5 ($9^5/_8$“)	304,8 (12“)	304,8 (12“)	304,8 (12“)

5. Entnahme von Gesteinsproben

Die Entnahme von Boden- bzw. Gesteinsproben dient dazu, geologische, hydrogeologische und ausbautechnische Fragen zu klären.

Zu den geologischen Aufgaben gehören v.a. die stratigraphischen und petrographischen Untersuchungen, soweit sie der Erfüllung der jeweils notwendigen regionalen und lokalen Aufgaben dienen. Hierzu gehören Tiefenlagen, Mächtigkeit, Ausdehnung und Form von grundwasserleitenden und –nichtleitenden Gesteinen und ihre geochemischen Eigenschaften. Ferner ist die Ermittlung von hydraulisch-hydrogeologischen Gesteinseigenschaften, wie Kornverteilung, Porosität, Durchlässigkeit, Klüftigkeit, Lagerungsdichte und Kornform möglich, soweit dies für die Aufgaben der Landesgeologie im Einzelfall erforderlich ist.

Die Ergebnisse der Bohrproben-Untersuchungen haben großen Einfluss auf die Auswahl folgender technischen Parameter:

- Ausbaumaterial;
- Durchmesser und Anordnung der Filter- und Vollrohre;
- Schüttkörnung;
- Abdichtungen sowie
- Entsandungsverfahren.

Zusätzlich können Bohrproben eine Beurteilung des technischen Ablaufes der Bohrung, z.B. bei Bohrschwierigkeiten, ermöglichen.

Die Entnahme der Proben im Lockergestein sollte mithilfe von Linerkernen oder ausgelegten Haufwerken erfolgen. Im Festgestein sollen möglichst durchgängige Gesteinskerne gewonnen werden. Da der Aufwand zur Gewinnung von Festgesteinskernen sehr groß sein kann, sollte diese auf die wesentlichen, z.B. die obere Horizonten beschränkt werden. Danach kann dann auf ein effektiveres Bohrverfahren (z.B. drehschlagend) umgestellt werden.

[1] Einschränkung: schlecht befahrbar mit technischen Geräten (z.B. Pumpen, Messsonden, Datenlogger)
[2] Suspensionsabdichtungen werden bei Trockenbohrungen nicht empfohlen

Das gesamte Bohrgut ist nach der Förderung teufengerecht meterweise bzw. generell bei Schichtenwechsel in Kernkisten, Fächerkisten oder bei Spülbohrungen auf Vlies bzw. in Probengefäßen abzulegen. Danach ist das abgelegte Bohrmaterial vor Witterungseinflüssen, Beschädigungen und Auswaschung von Feinbestandteilen zu schützen (sichere Überdeckung mit Kunststofffolie).

Das während des Bohrvorganges gewonnene und beprobte Bohrgut ist durch einen fachlichen Qualifizierten geologisch exakt anzusprechen.

Die Dokumentation des geologischen Materials hat gemäß DIN EN ISO 14688-1 /1/, DIN EN ISO 14688-2 /3/, DIN EN ISO 14689-1 /4/ zu erfolgen.

Für die Korngrößenanalysen sind große Probenmengen an Sanden und Kiesen erforderlich, aus denen repräsentative Teilproben zu entnehmen sind. Hierzu ist es notwendig, das Probengut zu durchmischen. Eine Ausnahme bildet feingeschichtetes Material. Die zur Untersuchung notwendige Teilprobe erhält man danach durch ggf. fortlaufende Viertelung.

Bezüglich des Probenvolumens zur Ermittlung des Korngrößenverteilung ist die folgende Tabelle 5-1: zu beachten.

Tabelle 5-1: Probenmengen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 /6/

bei geschätztem Größtkorn der Bodenprobe in mm	Probemenge in g mindestens
2	150
5	300
10	700
20	2 000
30	4 000
40	7 000
50	12 000
60	18 000

Zur Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes ist die DIN 18130 /5/ zu beachten. Dabei ist zunächst die entsprechende Versuchsklasse zu bestimmen (vgl. Tabelle 5-2) um eine geeignete Versuchsanordnung (vgl. Tabelle 5-3) auszuwählen.

Tabelle 5-2: Einteilung der Versuche in Versuchsklassen, abhängig von den einzuhaltenden Bedingungen nach DIN 18130 /5/

Versuchsklasse	Wassersättigung nachgewiesen und kontrolliert nach DIN 18137-2	Strömung stationär nachgewiesen
1a	ja	ja
1b	ja	nein[3]
2	nein	ja
3	nein	nein

[3] Die stationäre Strömung wird nicht nachgewiesen. Aufgrund der Versuchsbedingungen, insbesondere aufgrund der Phase der Wassersättigung kann angenommen werden, dass die Strömung stationär ist.

Tabelle 5-3: Geeignete Versuchsarten in Abhängigkeit von den Bodenarten nach DIN 18130 /5/

Boden-art	Erreich-bare Versuchs-klasse	Bauteil zur Aufnahme des Probekörpers			Messung des hydraulischen Gefälles			Messung des Wasservolumens			Stati-sche Belast-ung	Sätti-gungs-druck
		Versuchs-zylinder	Kom-pressions-/Durch-lässig-keitsgerät	Triaxial-zelle	Mehr-ere Stand-rohre	Ein Stand-rohr	Druck-erzeu-ger	Mess-zylinder	Stand-rohr oder Bürette	Ka-pil-lare		
Ton, Schluff	3	X			X	X	X	(X)	X	—	(X)	—
	3		X		—	X	—	—	X	—	X	—
	1			X	—	—	X	—	(X)	X	X	X
Fein-sand	2	X	—		X	X	—	X	X	—	—	—
	2 (1)			X	—	—	X	X	—	—	X	X
Mittel- und Grob-sand	2	X	—	X	X	—	X	X	—	—	—	—
Sand-Kies-Gemi-sch	2	X	—	X	(X)	—	X	(X)	—	—	—	—
Sand-Ton-Gemisch	2	X			X	X	X	(X)	X	—	(X)	—
	3		X		—	X	—	—	X	—	X	—
	1			X	—	X	X	(X)	X	X	X	(X)
Kies-Sand-Ton-Gemisch	2	X	—		—	X	X	(X)	X	—	—	—
	1			X	—	—	X	(X)	—	X	X	X

X - geeignet (X) - bedingt geeignet — - nicht geeignet

Die gesamte Bohrstrecke ist an der Bohrstelle durch ausgelegtes Probenmaterial auszuweisen. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass Lockergesteinsproben möglichst frisch noch an der Bohrstelle angesprochen werden. Die zur weiteren Untersuchung und Aufbewahrung bzw. zur Dokumentation vorgesehenen Proben werden zweckmäßig in Kunststoffbechern mit Deckeln, reißfesten Kunststoffbeuteln mit Schnell- oder Klebebandverschluss oder Fächerkisten mit Deckel verpackt.

Zur Kennzeichnung der Probenbehälter sind nicht verwischbare Schreibstifte (u.a. kunststoffätzende Stifte, Folienstifte) zu verwenden. Die Beschriftung ist auf dem Behälter und nicht am Deckel aufzubringen. Es wird empfohlen, ein Duplikat der Beschriftung in den Behälter zu legen.

Die Angaben zur Probennahme sind in das zugehörige Schichtenverzeichnis zu integrieren.

Während des Transportes sind die Probenbehälter so zu sichern, dass sie unbeschädigt zum Empfänger gelangen.

Die Bohrproben sind bis zur Freigabe für die Beseitigung nach vorheriger Zustimmung durch die geologischen Landesanstalt lückenlos in Kern- bzw. Fächerkisten aufzubewahren.

6. Bohrlochgeophysikalische Prüfung der Schichtenansprache und Festlegung des Ausbaus und der Abdichtungsbereiche

Zur Überprüfung des Schichtenprofils, zur Messung geometrischer Größen und zur Untersuchung der hydraulischen Verhältnisse an unausgebauten Bohrlöchern stehen eine Vielzahl praxiserprobter Verfahren zur Verfügung (siehe Übersicht in Anlage 4, Tabelle 1).

Vor dem Ausbau sind zur Prüfung des Schichtenprofils und zur Festlegung des Ausbaus und der Abdichtungsbereiche geophysikalische Messungen durchzuführen. Diese Untersuchungen können auch für spezifische hydrogeologische Fragestellungen genutzt werden.

Dabei sind die folgenden geophysikalische Messverfahren anzuwenden (Tabelle 6-1):

Tabelle 6-1: Geophysikalische Messverfahren im offenen Bohrloch

Verfahren	Einsatzweck(e)
Kaliber-Log (***CAL***)	Ermittlung des Bohrungsdurchmessers; Bestimmung der Schüttungsmengen an Filterkies/-sand, Gegenfilter und Tondichtung (Volumenberechnung für Ringraumverfüllung)
Bohrlochabweichungsmessung (***BA***) (optional, nur bei Bohrungen mit Endteufen > 100 m zu empfehlen)	Bestimmung von Neigung und Azimut des Bohrlochverlaufs
Elektro-Log (***EL***) / Induktions-Log (***IL***)	Lithologische Gliederung der geologischen Schichtenfolge, Ergebnisse auch für quantitative Berechnungen nutzbar
Fokussiertes Elektro-Log (***FEL***) (optional)	Lithologische Gliederung der geologischen Schichtenfolge, besonders zur Identifikation geringmächtiger Schichten und Einlagerungen, Ergebnisse nur sehr bedingt quantitativ einsetzbar
Gamma-Ray-Log (***GR***)	Kontrolle des geologischen Profils und Bestimmung des Feinkornanteils (u. a. Schluff und Ton) im Gebirge
Gamma-Gamma-Dichte-Log (***GG***)	dichteabhängigen Gliederung des anstehenden Gebirges (u. a. Unterscheidung von Schluff und Geschiebemergel, Erkennung kohliger und anderer organischer Materialien im Profil)
Neutron-Neutron-Log (***NN***) (optional)	Porositätseinschätzung, Bestimmung der Wassersättigung des Gebirges zweites wichtiges Verfahren zur Erkennung von Ton, Schluff und tonig-schluffigen Bereichen, unverzichtbar beim Auftreten von Schichten mit erhöhter Gammastrahlung (Seifen, Glimmer, Kies, Steine)

Bei der Errichtung von Grundwassermessstellen im Festgesteinsbereich wird die Anwendung geophysikalischer Messverfahren (Resitivimetrie, Flowmeter-Messungen) bzw. kameratechnische Untersuchungen zur Bestimmung der Zuflussbereiche empfohlen, um danach die Länge und Lage der Filterrohrstrecken festlegen zu können.

Beim Bau von tiefen Grundwassermessstellen mittels Spülbohrung im Locker- und Festgesteinsbereich sollten ebenfalls geophysikalische Messungen vor dem Ausbau zur Bestätigung der Schichtenansprache und zur Festlegung des Filterbereiches eingesetzt werden.

7. Messstellenausbau

7.1. Grundsätze beim Ausbau von Grundwassermessstellen

Der Ausbau von Aufschlussbohrungen zu Grundwassermessstellen richtet sich nach dem geplanten Verwendungszweck und den geologischen Bedingungen.

An den Messstellenausbau werden in Anlehnung an /18/ folgende Anforderungen gestellt:

- Entnahme von Grundwasser und Erfassung der Grundwasserstände nur in einem hydraulisch und hydrochemisch definierten GWL (Notwendigkeit einer geeigneten Absperrung gegen die grundwasserüberdeckenden Schichten sowie gegen andere GWL);
- Einbau möglichst großer Rohrlängen im Bereich der Aufsatzrohre (Verringerung der Rohrverbindungen) oder Einsatz zuverlässiger Rohrverbindungen zur Reduzierung von potenziellen Schadensstellen (Wegsamkeiten für Fremdwasserzutritte);
- Auswahl der Filterlänge und –teufe in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufgabenstellung und nach der Teufenlage und Mächtigkeit des maßgebenden GWL;
- kurze Filterrohrstrecken (in der Regel zwischen 2 m und 5 m); bei flacheren GWL sind auch Filterstrecken bis minimal 1 Meter möglich
- bei der Wahl der Filteroberkante sind die geologischen Verhältnisse, die natürlichen Grundwasserstandsschwankungen sowie bei kontaminierten Grundwässern das Schadstoff-potenzial zu berücksichtigen;
- Einsatz von mehrarmigen Abstandshaltern aus Kunststoff im Abstand von ca. 5 m zur zentrischen Platzierung der Ausbauverrohrung;
- bei Messstellengruppen - Abstand der einzelnen Bohrungen in Abhängigkeit von Teufe und Bohrverfahren von mindestens 3 m, bei Bohrungen tiefer als 50 m von mindestens 5 m.
- Bau von jeweils separaten Messstellen mit unterschiedlicher Einbautiefe der Filterrohre (Messstellengruppe) zur tiefenorientierten Grundwasserprobennahme auf Grund der möglichen Schwierigkeiten und daraus resultierenden Gefahren v. a. für eine sichere Abdichtung der Ringräume;

Nur in Ausnahmefällen, bei grobkörnigen, steinigen Untergrundverhältnissen, die einen großen Bohrdurchmesser erfordern, kann ein Mehrfachausbau (Messstellenbündel) oder der Bau von Multi-Level-Messstellen in Erwägung gezogen werden;

Bei Festgesteinsgrundwasserleitern kann im standfesten Gestein örtlich auf den vollständigen Ausbau der Messstelle verzichtet werden, sofern es sich um einen hydrogeologisch gleichen GWL handelt /18/. Häufig genügt es, den oberen Bereich der Bohrung zu verrohren, gegen Oberflächenwasserzufluss abzudichten und den tieferen Teil frei stehen zu lassen. Die Länge der Verrohrung ist durch die sichere Führung der Messeinrichtung bis zu den tiefsten möglichen Grundwasserstand bestimmt.

Die ordnungsgemäße Einbringung von Filterkies und –sand sowie des abdichtenden Materials ist durch regelmäßiges Loten zu kontrollieren.

Bezüglich des Baus und Ausbaus von Grundwassermessstellen ist große Aufmerksamkeit auf einen wirksamen und aktiven Grundwasserschutz zu legen. Das gilt besonders für eine nachhaltige Abdichtung und Trennung von einzelnen durchteuften Grundwasserleitern sowie auch GWL-Teilbereichen zur Verhinderung von Umläufigkeiten im Ringraum von Grundwassermessstellen.

Durch die Bohrlochgeometrie darf weder der Ausbau noch der Betrieb der Grundwassermessstelle behindert, noch die spätere Sanierung oder der Rückbau erschwert werden.

Seitens der örtlichen Bauüberwachung sind Kontrollen zur ordnungsgemäßen baulichen Ausführung der Dichtheit der Vollrohrverbindungen und der Ringraumabdichtungen, der vollständigen Verfüllung des Ringraumes sowie des Vorhandenseins der Kiesschüttung durchzuführen. Hierzu sind geeignete geophysikalische Verfahren als Qualitätskriterium vorzusehen.

Wird das Auftreten von artesisch aufsteigendem Grundwasser vermutet, sind Sicherungsmaßnahmen vorzusehen (u. a Sperrrohr, Arteserkappe). Zur Verhinderung der Verwilderung einer Bohrung ist bei artesischen Druckverhältnissen ein Sperrrohr einzubringen und einzuzementieren.

7.2. Ausbaudurchmesser

Grundwassermessstellen, die zu Beschaffenheitsuntersuchungen dienen und bei denen der Einsatz eines Datensammlers mit gleichzeitiger Probennahme geplant ist, sind mit einem Innendurchmesser von mindestens 100 mm (DN 100) auszubauen /18/. Damit kann der ungehinderte Ein- und Ausbau sowie der Betrieb von Unterwasserpumpen und technischen Geräten sicher gewährleistet werden.

In Ausnahmefällen, u. a. bei engräumlichen Erkundungen von Schadstofffahnen, können bei flachen GWM (Ausbauteufen bis 10 m) Ausbaudurchmesser von mindestens 50 mm (DN 50) auch bei Beschaffenheitsuntersuchungen aus Kostengründen zweckmäßig sein.

Bei Messstellen, die ausschließlich der Beobachtung des Grundwasserstandes dienen, ist ein Innendurchmesser von mindestens 50 mm (DN 50) ausreichend.

Für den sich aus der zweckgebundenen sowie von geologischen Untergrundverhältnissen abhängigen Planung ergebenen Ausbaudurchmesser ist der zugehörige Mindestbohrenddurchmesser zwingend einzuhalten (siehe Tab. 5.4.-1).

7.3. Ausbau und Ausbaumaterial

Der Ausbau von Grundwassermessstellen erfolgt mithilfe folgender materialtechnischer Einheiten:

- Filter- und Aufsatzrohre (Vollrohre);
- ggf. Sumpfrohr (Schlammfang);
- Ringraumhinterfüllung (Filterkies, Gegenfilter sowie Abdichtungen) und
- Abschlussbauwerke (Überflur- bzw. Unterflur-Messstellenabschluss).

Unter „normalen“ (natürlich geprägten) Standortverhältnissen sind überwiegend *Voll- und Filterrohre* aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) einsetzbar.

Bei lokal spezifischen Standortverhältnissen (u. a. reduzierendes Milieu, Kontaminationen durch Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe; Chlornitroverbindungen, PSM, Ketone, Ester, Aldehyde und bakteriologische Parameter) sind andere Ausbaumaterialien zu verwenden (Übersicht über den Einsatz von Filter- und Vollrohrmaterialien – siehe Anlage 3)
).

Es sind Rohre mit innen- und außendruckwasserdichten Gewindeverbindungen zu verwenden (Nachweis der Herstellerfirma muss vorliegen; Wasserprüfdruck innen/außen von mind. 10 bar über 10 Minuten).

Die Schlitzweite des Filterrohres ist dem Filterkies und dessen Körnung wiederum dem umgebenden Gestein anzupassen (siehe Tab. 7.4.-1. im Abschnitt 7.4.)

Die Verwendung von Kiesbelagfiltern, bei denen der Filterkies auf das Filterrohr geklebt wird, ist nicht zulässig.

Als unterer Abschluss der Grundwassermessstelle ist eine Bodenkappe einzubauen. Sie sollte aus dem verwendeten Ausbaumaterial bestehen.

Es sind dichte Vollrohrverbindungen und als oberer Abschluss ist eine oberflächennahe zwei bis drei Meter mächtige Ringraumabdichtung aus Tonmaterial vorzusehen.

Beim Einbau der Aufsatzrohre sind die Einbauanleitungen der Hersteller zu beachten. Dies gilt insbesondere für die Verbindungen. Folgende Fehler können mögliche Undichtheiten begünstigen bzw. hervorrufen:

- nicht gereinigte Verbindungsteile;
- mehrfach genutzte, falsch eingesetzte oder fehlende Dichtringe;
- zu fest oder zu lose angezogene Verbindungen und
- falsche Wahl des Ausbaumaterials.

Das *Sumpfrohr* (Synonym: Schlammfang) besteht aus einem Vollrohr mit einer gewöhnlichen Länge von 1 m bzw. teilweise 2 m. Am unteren Ende befindet sich als Abschluss eine angeschweißte oder angeschraubte Bodenplatte.

Eine Entscheidung zum Ausbau der Grundwassermessstelle mit einem Sumpfrohr wird im Einzelfall getroffen und ist u.A. abhängig von:

- Milieubedingungen des GWL und
- Möglichkeit der Vermeidung von Sedimentablagerungen im Filterbereich der Grundwassermessstelle.

Für Beschaffenheitsmessstellen besteht ein Gefahrenpotential bezüglich der Verunreinigung der Grundwasserprobe auf Grund der Adsorptionsfähigkeit der Trübe und der Anreicherung von Schadstoffen im Sumpfrohr. Insbesondere wirken Sumpfrohre auch als Schadstofffallen für DNAPL (**d**ense **n**on **a**quous **p**hase **l**iquids = organische Schadstoffe mit einer Dichte > 1 g/cm^3).

Bisherige Untersuchungen zeigten, dass beim Einbau einer Unterwassermotorpumpe nahe der Filteroberkante der Grundwassermessstelle die Trübe im Sumpfrohr bei der Grundwasserprobennahme nicht aufgewirbelt wird und sich dem Förderstrom nicht beimischt (/7/). Auch eine Lotung der Sohle der Grundwassermessstelle vor der Probennahme bewirkt keine Beeinträchtigung in der Beschaffenheit des Grundwassers. Die aufgewirbelte Trübe beim Loten wird durch den Abpumpvorgang vollständig aus dem Filterbereich wieder entfernt.

Diese Aspekte haben –bei Vorhandensein eines Sumpfrohrs- somit auf die Gewinnung repräsentativer Grundwasserproben keine Relevanz.

Um v. a. im Bereich von kontaminierten Standorten (bes. DNAPL-Belastungen) der Gefahr einer Schadstofffalle zu begegnen, sollte auf den Einbau eines Sumpfrohres verzichtet werden.

Ausnahmen bestehen bei der Errichtung von staatlichen Grundwassermessstellen in nicht kontaminierten Bereichen zur langfristigen Beschaffenheitsuntersuchung (u. a. staatliche Messnetze und Sondermessnetze der Braunkohle und Wismut GmbH) sowie bei Grundwassermessstellen, die ausschließlich zur Grundwasserstandsbeobachtung genutzt werden.

Unter dem Ringraum versteht man den Bereich zwischen Messstellenausbau und Bohrlochwand, der je nach Tiefe, Ausbau und Verwendung der Grundwassermessstelle mit unterschiedlichem Material verfüllt wird. Dieser Vorgang muss mit äußerster Sorgfalt gehandhabt werden und unter ständiger Kontrolle erfolgen.

Zur *Verfüllung des Ringraumes* kommen nach DVGW W 121 /18/ folgende Materialien zur Anwendung:

- Filtersande und –kiese gemäß DIN 4924 /8/ im Bereich des Filterrohres;
- Tonformlinge bei nicht zu tiefen Ringraumabdichtungen im Bereich von Vollrohren;

- Tonmehl-Zement-Suspensionen bei tiefen Ringraumabdichtungen im Bereich von Vollrohren, ggf. mit Sperrrohrausbau.

An Ringraumverfüllungen werden folgende Anforderungen gestellt:

- homogene Ausfüllung des kompletten Ringraumes (keine Brückenbildung);
- gute Sinkgeschwindigkeit;
- gute Nachweisbarkeit;
- weitgehend setzungsfreie Lagerung;
- ökologische und hygienische Unbedenklichkeit und
- keine chemische, physikalische und biologische Beeinträchtigung der Grundwasserqualität.

Eine Verfüllung mit Bohrgut ist nicht zulässig.

Als *Filterkies bzw. –sand* ist chemisch inerter, gewaschener und ungebrochener Quarzkies bzw. –sand (kein Splitt), abgepackt in Säcken, zu verwenden. Der Massenanteil an Silicium(IV)-oxid muss mindestens 96 % SiO2 betragen /8/. Der Massenanteil an abschlämmbaren Bestandteilen darf höchstens 1% betragen /8/.

Die Körnung ist nach DIN 4924 /8/, abgestimmt auf die Korngrößenverteilungen des umgebenden Gesteins, auszuwählen.

Tabelle 7-1: Korngruppen und höchstzulässiger Massenanteil an Unter- und Überkorn gemäß DIN 4924 /8/

Korngruppe in [mm]	höchstzulässiger Massenanteil	
	Unterkorn %	Überkorn%
0,4 bis 0,8	10	10
0,71 bis 1,25		
1,0 bis 2,0		
über 2,0 bis 3,15	12	15
über 3,15 bis 5,6		
über 5,6 bis 8,0 12 15		
über 8,0 bis 16,0		
über 16,0 bis 31,5		

Die Bestimmung des Filterkieses/-sandes und der notwendigen Filterschlitzweite kann näherungsweise anhand der folgenden Grobklassifizierung (Tabelle 7-2) erfolgen:

Tabelle 7-2: Schüttkorndurchmesser und Filterschlitzweite in Abhängigkeit vom anstehenden geologischen Untergrund verändert und ergänzt nach DVGW W 120 /18/

anstehendes Gestein	Schüttkorndurchmesser [mm]	Filterschlitzweite [mm]
Feinsand, mittelsandig/schluffig	0,4 bis 0,8	0,3
Mittelsand, feinsandig	0,71 bis 1,25	0,3 bis 0,5
Mittelsand, grobsandig	1,0 bis 2,0	0,5 bis 0,75
Grobsand, bis Grobkies, Festgestein[4]	2,0 bis 3,15	1,0 bis 1,5

[4] nur in Bereichen, die nicht zum Absinken neigen

Bei der Verwendung zu kleiner Schlitzweiten können beim Reinigen bzw. Klarpumpen gelöste Feinteile nicht die Filterschlitze passieren und so den Filter von außen verstopfen.

Um die Auswirkung von Setzungen zu minimieren, sollte der Filterbereich mit mindestens 1,0 m Filterkies bzw. –sand überschüttet werden. Es ist zu beachten, dass Setzungen von ca. 10 % der Gesamtschütthöhe auftreten können.

Der Einbau von Gegenfiltern ist erforderlich, wenn über bzw. unter einem grobkörnigen Filterkies (Korndurchmesser > 2,0 mm) Ringraumabdichtungen eingebracht werden.

Der Gegenfilter wirkt dabei als Puffer, der ein Einwandern von Dichtungsmaterial in den grobporigen Filterkies verhindern soll. Die Schüttmächtigkeit des Gegenfilters sollte mindestens 1,0 m betragen.

Im **Bereich hydraulisch wirksamer Trennschichten** ist der *Ringraum mit dichtenden Materialien zu verfüllen*. Das kann sowohl durch den Einbau von Tonmehl-Zement-Suspensionen als auch durch Tonformlinge erfolgen.

a) Tonmehl-Zement-Suspensionen (Ringraumverpressung)

Zur Verhinderung von Hohlraum- und Brückenbildungen im Ringraum ist dieser bei tiefen Grundwassermessstellen, die v. a. mittels Spülbohrtechnik hergestellt wurden, oberhalb des Filterbereiches von unten nach oben mit Tonmehl-Zement-Suspension zu verpressen.

Werden bei flachen Grundwassermessstellen eine oder mehrere hydraulisch wirksame Trennschichten durchteuft, so ist auch in diesen Fällen eine Abdichtung mit Tonmehl-Zement-Suspension sinnvoll.

Tabelle 7-3: Verfahrensweise zur Einbringung von Tonmehl-Zement-Suspensionen

Einbringung:	Bei tiefen Grundwassermessstellen mittels Verpressstück oder über Verpressrohre / Zementgestänge, bei flachen Grundwassermessstellen bis ca. 10 m über Verpressrohr von unten nach oben
Abbindezeit:	gemäß Herstellerangaben (ca. 12 h)

Zwischen Filterkies und Suspension ist eine ca. 2,0 – 3,0 m mächtige Schicht aus Filtersand (0,71 – 1,25 mm Ø) einzubauen. Hiermit soll verhindert werden, dass Suspension in die Filterstrecke gelangen kann.

Bei klüftigem Festgestein (Kluft-GWL) wäre eine vollständige Verpressung der Vollrohrstrecken mit Tonmehl-Zement-Suspension mit erheblichen Risiken verbunden. Ein weitreichendes, nicht kontrollierbares Eindringen der Suspension in das Kluftsystem ist nicht auszuschließen, wodurch die hydraulischen Verhältnisse erheblich beeinflusst werden. Außerdem können Setzungen der Suspension durch Wasserabgabe und Infiltration der Suspension ins angrenzende Gebirge nicht ausgeschlossen werden. Aus diesen Gründen ist eine Verpressung der Vollrohrstecken für gut durchlässige Kluft-GWL prinzipiell nicht geeignet.

Bei Wechselbeziehung verpressbarer Abdichtungen zum Gebirge bzw. Gebirgswasser muss allgemein darauf hingewiesen werden, dass bei hoher Sulfatkonzentration (gemäß DIN 4030; 300 – 1.500 mg/l SO_4 – stark angreifend; über 1.500 mg/l SO_4 – sehr stark angreifend) unbedingt eine hoch sulfatbeständige Suspension Verwendung finden sollte, da sonst ein Zerfall des Bindemittels (Zementstein) einsetzt.

An die Herstellung der Tonmehl-Zement-Suspension und deren Einbringen werden folgende Anforderungen gestellt:

- Es sind ausschließlich Fertigmischungen und damit keine bauseitig hergestellte Eigenrezepturen zu verwenden.
- Vor dem Einbringen der Suspension sind die benötigten Mengen möglichst genau abzuschätzen (ggf. Kalibermessung mit Volumenberechnung).

Von entscheidender Bedeutung für den Einsatz von Suspensionen zur Ringraumabdichtung und Bohrlochverfüllung ist die Einhaltung des Wasser/Feststoffwertes (W/F-Wert). Der W/F-Wert sollte keinesfalls überschritten werden, da es sonst zu einem hohen Wasserabsetzen und zu verminderten Festigkeiten kommt. Ein zuverlässiges Maß für das richtige Mischungsverhältnis ist die Suspensionsdichte.

Die einzuhaltende Suspensionsdichte kann bei Fertigmischungen dem Produktdatenblatt entnommen werden.

Um eine Inhomogenität in der Suspensionssäule zu vermeiden, sind Suspensionen kontinuierlich anzumischen und einzubringen.

In /26/ sind die verschiedenen Verfahren zum Einbringen von Suspensionen zur Ringraumabdichtung an Grundwassermessstellen ausführlich beschrieben.

Als Maßnahmen zur Qualitätskontrolle für die Ringraumverpressung mittels Tonmehl-Zement-Suspensionen bieten sich an:

- Entnahme von Rückstellproben aus Vor- und Rücklauf und deren frostsichere Lagerung im Wasser- oder Bohrspülungsbad;
- wenn möglich, kontinuierliche Dokumentation von Verpressdruck, Menge, Dichte und Zeit;
- Gegenüberstellung von Soll und Ist der Abdichtungsmenge und
- Erstellung eines Abdichtungsprotokolls.

Zur abschließenden Qualitätssicherung eignen sich geophysikalische Messungen bezüglich der Lage- und Gütekontrolle der Abdichtung in Abhängigkeit von Voll- und Filterrohrstrecken bzw. des anstehenden Gebirges.

Eine weitere Möglichkeit besteht in Absenkversuchen im abgedichteten Voll- oder Sperrrohr.

Der Spülungsspiegel wird mit einer Unterwasser- oder Mammutpumpe abgesenkt. Steigt der Wasserspiegel nicht an, so ist von einem dichten System auszugehen.

Nach DVGW (2003) /19/ ergeben sich an den Einsatz von Abdichtungsmaterialien folgende Forderungen:

- Der zentrische Einbau der Ausbauverrohrung ist eine notwendige Grundlage für eine funktionssichere Abdichtung
- Vor dem Einbringen der Suspension ist die CMC-Konzentration im Bohrloch durch einen Spülungsaustausch signifikant zu reduzieren
- Die vom Hersteller angegebenen W/F- Werte sind in jedem Fall einzuhalten.
- Suspensionen sollten in geeigneten Anlagen kontinuierlich angemischt und eingebracht werden; Unterbrechungen im Verpressvorgang sind zu minimieren, um die Bildung von Inhomogenitäten in der Suspensionssäule zu vermeiden. Bei hoch viskosen Mischungen ist der nicht mehr verarbeitbare Rest im Mischer zu verdünnen und abzuschlagen. Das Einbringen dieser in die Verfüllstrecke ist unzulässig, da hydraulisch wirksame Materialdiskontinuitäten erzeugt werden
- Die Dichte der Suspension ist im Vor- und Rücklauf regelmäßig, zumindest chargenweise während des Verpressvorgangs zu messen. Abbruchkriterium für das Verpressen ist eine Angleichung der Dichte im Vor- und Rücklauf.
- Die Bestimmung der Viskosität ist in der Baustellenpraxis nicht notwendig.

b) Tonformlinge

Der Einbau von Tonformlingen ist gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 121 bei ausreichend großen und nicht zu tiefen Ringräumen (in der Regel < 100 m) im Bereich von Vollrohren beim Durchteufen von hydraulisch wirksamen Trennschichten möglich.

Zu den Tonformlingen werden Pellets, Kugeln, Granulate und Tonelemente gezählt. Stückiger Ton ist für die Abdichtung in Grundwassermessstellen nicht geeignet.

Tabelle 7-4: Übersicht zur Verwendung von Tonformlingen im Bereich von hydraulisch wirksamen Trennschichten

Mächtigkeit der Tonsperre:	mindestens Gesamtmächtigkeit der hydraulisch wirksamen Trennschicht
Material der Tonsperre:	hochquellfähige ferromagnetische Tonpellets Ausnahme: hohe Salzgehalte > 10 g/l, Öl in Phase → Ringraumabdichtung mit Suspension
Quellzeiten:	Quellbeginn nach ca. 15 min Vor dem Überschütten der Tonsperren mit Filterkies bzw. –sand sind die vom Hersteller angegebenen Quellzeiten abzuwarten

Als besonders geeignetes Schüttgut für die Ringraumhinterfüllung der Dichtstrecken wird der Einsatz von quellfähigen Tongranulaten empfohlen, da sich die Tongranulate zuverlässig der Bohrung anpassen sowie im Falle von Bewegungen im Ringraum ihre Funktion nicht verloren geht. Für die Tongranulate sind möglichst kleine Korndurchmesser (< 15 mm) zu wählen, um eine möglichst hohe Lagerungsdichte zu erreichen und außerdem die Gefahr von Brückenbildungen an Engstellen herabzusetzen. In der wasserungesättigten Bodenzone ist die Verwendung von dichtendem Schüttgut, bedingt durch unzureichende Quellvorgänge, auf Teufenbereiche mit ausreichender Bergfeuchte beschränkt.

Bei sauren Grundwässern wird der Einsatz von calcium- und magnesiumfreien Tonen empfohlen, um eine lokale Pufferung des Grundwassers zu vermeiden.

Vor der Verfüllung der Ringraumabdichtung ist das Bedarfsvolumen zu ermitteln (ggf. Kalibermessung mit Volumenberechnung). Das Material ist langsam sowie unter ständiger Volumenkontrolle (u. a. Verwendung von Schüttkübeln mit definiertem Volumen) einzubauen. Ein alleiniges Ausloten des Ringraumes zur Ermittlung der Verfüllhöhe ist nicht zulässig, da Verfüllfehler zu erheblichen Setzungen des Ringraumes führen können.

Die Auswahl der Tonformlinge richtet sich nach deren Aufgabenstellung und Einsatzbereich (z.B. oberflächennahe Abdichtung, Einsatz in geringen bis in größeren Tiefen).

Die folgende Tabelle liefert eine Einsatzempfehlung für Tonformlinge bezüglich ihrer Strukturstabilität.

Tabelle 7-5: Einsatzempfehlungen für Tonformlinge im Hinblick auf ihre Strukturstabilität (nach /26/)

Strukturstabilität	**Einsatzbereich**	**Bemerkungen**
Zerfall innerhalb von 5 min	oberflächennahe Abdichtung	auf eine entsprechende Wasser-zugabe ist zu achten
Zerfall innerhalb von 30 min	gesättigter Bereich, geringe Tiefe	
Zerfall innerhalb von 2 h	gesättigter Bereich, mittlere Tiefe	
Zerfall setzt nach 2 h ein	gesättigter Bereich, größere Tiefe	

Zur eindeutigen Nachweisbarkeit sind bevorzugt ferromagnetische Tonformlinge zu verwenden.

Die Art des *Abschlussbauwerkes* der Grundwassermessstellen (Über-/Unterflur) richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen. Die kostengünstigeren Überflurabschlüsse bestehen in der Regel aus einem verschließbaren, verzinkten (Überflur)Stahlrohr, das von einem Betonsockel (Pegelstein) bzw. von einem verfüllten Schachtring vor Beschädigung geschützt wird.

Unterflurabschlüsse werden bodengleich in den Untergrund einbetoniert. Die Ausführung richtet sich nach den örtlichen Anforderungen (Befahrbarkeit durch PKW/LKW, Tagwasserdichtheit, Platzbedarf für Anschlüsse, z.B. bei Sanierungsmaßnahmen).

In Wege- und Straßenbereichen wird die Grundwassermessstelle gewöhnlich mit einer Straßenkappe mit der Aufschrift „Messstelle“ abgedeckt, die aus Gründen des Frostschutzes entwässerbar ein muss. Um sich beide Möglichkeiten offen zu halten, ist es sinnvoll, das Aufsatzrohr etwa 0,2 m unter Gelände mit einer Muffe abzusetzen und mit Schelle und frostsicherer Betonierung zu befestigen.

Grundwassermessstellen mit Überflurabschluss auf landwirtschaftlichen Nutzflächen sind zur Sichtbarmachung im Gelände mit einer entsprechend langen Pegelfahne sowie einem Anfahrschutz mit Betonring zu versehen.

Bei artesischen Grundwasserleitern sind druckwasserdichte Messstellenabschlüsse oder spezielle Packersysteme vorzusehen.

Der Messstellenabschluss muss folgende Kriterien erfüllen:

- Frostsicherheit;
- Ableitung bzw. Fernhalten von Oberflächenwasser;
- Abschließbarkeit (z.B. Verwendung einer Seba-Kappe oder gleichwertiges);
- dauerhafte Beschriftung mit der Messstellenbezeichnung;
- Tagwasserdichtheit in Umgangsbereichen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten;
- Schutz vor mutwilligen oder unbedachten Beschädigungen und
- sicheres Auffinden der Messstelle im Gelände.

8. Klarpumpen und Entsanden von Grundwassermessstellen

Nach Abschluss des Messstellenausbaus sind Grundwassermessstellen, die im oberen GWL verfiltert sind, mit angemessener Leistung so lange abzupumpen, bis sandfreies und weitgehend feinanteilfreies Wasser gefördert wird (Restsandgehalt < 0,3 g/cm^3).

Besonders dann, wenn Spülungszusätze verwendet wurden, ist ein zeitnahes Klarpumpen anzustreben, um die Verunreinigung des GWLs möglichst schnell zu beheben.

Beim Erschließen tieferer GWL ist eine Standzeit der Grundwassermessstelle von mindestens einer Woche einzuhalten, um Erosionen von Dichtungsschichten infolge starker hydraulischer Gefälle im Ringraum auszuschließen.

Die Abpumpleistung wird von Ausbaudurchmesser, Filterstrecke, Schlitzweite und Gesteins-durchlässigkeit bestimmt.

Ist zu erwarten, dass beim Klarpumpen kontaminiertes Wasser gefördert wird, ist das belastete Grundwasser ordnungsgemäß zu entsorgen bzw. zu reinigen.

Zur Minimierung der Wassermengen kann in diesem Falle die Entwicklung/Aktivierung der Grundwassermessstelle durch das so genannte „Kolben“ bei anschließender Entsandung durch das Air-Lifting-Verfahren erfolgen.

Das Klarpumpen ist beendet, wenn physikalische, chemische und ggf. mikrobiologische (bei Gefahr erhöhter Keimzahlen) Untersuchungen belegen, dass sich die Beschaffenheit des geförderten Grundwassers nicht mehr ändert.

9. Bauaufsicht, Qualitätssicherung und Dokumentation

9.1. Einweisung des Bohrunternehmens

Die qualifizierte Einweisung des Bohrunternehmens durch die örtliche Bauüberwachung ist eine wesentliche Voraussetzung für den fachgerechten Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen.

Die Mitarbeiter der örtlichen Bauüberwachung haben sich intensiv in das Vertragswerk zwischen Auftraggeber und den beauftragten Bohrunternehmen einzuarbeiten und müssen die darin festgelegten Vertragsbedingungen beherrschen (u. a. allgemeine Vertragsbedingungen, Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis).

Die einschlägigen DIN-Vorschriften, das DVGW-Regelwerk, die DVWK-Arbeitsblätter sowie die Merkblätter zur Grundwasserbeobachtung müssen der Bauaufsicht bekannt sein.

Die örtliche Bauüberwachung hat sich vor Baubeginn beim Auftraggeber bzw. teilweise weiteren Informationsquellen (Wasserbehörde, Kartenarchive) über folgende Sachverhalte zu informieren:

- Auftrag;
- Erläuterungen zum Ziel der Baumaßnahme;
- Lageplan im Maßstab 1:10.000 mit Angabe der Eigentumsverhältnissen;
- Bohrprofile / Ausbauzeichnungen benachbarter Grundwassermessstellen bzw. Prinzipskizze mit Angaben zu Schichtenprofil, Ausbautiefe, Bohr- und Ausbaudurchmesser, Ausbaumaterial und Abstandshaltern, Sumpfrohr sowie Tonsperren/Suspensionen, Hinweise auf zu erwartende Boden- und Grundwasserkontaminationen, Entsorgungswege, Hinweise zum Arbeitsschutz, Hinweise auf besonders zu schützende Objekte, ggf. Vereinbarungen mit Dritten, vorläufige Messstellennummern, Art und Umfang der Bodenproben und ggf. Leitungspläne.

Vor Baubeginn ist des Weiteren eine Ortsbesichtigung mit der örtlichen Bauüberwachung, dem Auftraggeber und dem beauftragten Bohrunternehmen durchzuführen. Im Rahmen der Ortsbesichtigung sind folgende Sachverhalte zu klären, wie:

- Bewertung der Wegsamkeit des Geländes;
- Festlegung des Bohransatzpunktes in Bezug auf Bebauung des Geländes, Zufahrtsmöglichkeit, Vegetation und Relief;
- Ausbau als Überflur- bzw. Unterflur-Grundwassermessstelle;
- Sicherung der Baustelle (u. a. Absperrung im Bereich von öffentlichen Flächen);
- Besonderheiten bei der Ausführung der Arbeiten (z.B. vorhandene Leitungen);
- Lagerung/Sicherung von kontaminiertem Bohrgut und
- Einleitstellen für das Abpumpwasser.

9.2. Laufende Arbeiten und Dokumentation durch die bauausführenden Firma

Durch den Geräteführer der bauausführenden Firma sind Bautagesberichte anzufertigen.

Zudem sind während des Bohrvorganges ein Schichtenverzeichnis des Bohrgeräteführers (ggf. bereits gemäß DIN EN ISO 14688-1 /1/, DIN EN ISO 14688-2 /3/, DIN EN ISO 14689-1 /4/) ein Bohrfortschrittsbericht, ein Verpressprotokoll (bei Abdichtungen und Zementationen) und beim Einsatz von Bohrspülung ein Spülungsprotokoll zu führen.

Nach Abschluss des Grundwassermessstellenbaus sind durch das Bohrunternehmen an die örtliche Bauüberwachung Bohrprofil- und Ausbauskizzen/-pläne, Klarpumpprotokolle, ggf. Pumpversuchsprotokolle und Entsandungsprotokolle (Kolben-, Intensiventsandung) zu liefern.

9.3. Ingenieurtechnische und naturwissenschaftliche Begleitung

Während der Bauzeit der Grundwassermessstellen sind laufende Kontrollen gemäß DVGW-Merkblatt 124 /19/ durchzuführen. Hierbei ergeben sich folgende Kontrollarbeiten und Abnahmen:

- ständige Aufnahme des Bohrprofils incl. Informationen über die Hydrogeologie (z.B. Klüfte) durch einen geeigneten Gutachter/Geologen;
- Ermittlung des Grundwasserstands bei Antreffen des Grundwassers;
- Messung des Wasserstands zu Beginn eines jeden Bohrtages;
- Messung des Ruhewasserspiegels und der Messstellentiefe;
- Kurzpumpversuche nach DVGW-Arbeitsblatt W 111 bzw. hydraulische Tests;
- Nachweis eines Feststoffgehaltes von < 2 ml/m^3 beim Klarpumpen und
- ggf. chemische und mikrobiologische Untersuchungen.

Falls auf Grund der hydrogeologischen Verhältnisse (z.B. Durchteufen von Grundwassergeringleitern, -nichtleitern, tiefe Grundwassermessstellen) das Erfordernis besteht, ist nach Fertigstellung der Grundwassermessstelle eine bohrlochgeophysikalische und ggf. optische Ausbaukontrolle durchzuführen. Bei den bohrlochgeophysikalischen Kontrollen kommen diejenigen Verfahren bzw. Verfahrenskomplexe zur Anwendung, die hinreichend zuverlässige Informationen zu folgenden Sachverhalten liefern:

- Lage von Abdichtungen (vertikale Ringraumabdichtungen);
- homogene Verteilung des Abdichtmaterials über den gesamten Umfang des Ringraumes (horizontale Ausbildung von Ringraumabdichtungen);
- Korrespondenz der Ringraumabdichtung mit der geologischen Schichtenfolge;
- Lage der Filterstrecken;
- Befahrbarkeit;
- Ringraumverfüllung (Brückenbildung) und
- Dichtheit der Aufsatzrohre, insbesondere der Muffenverbindungen.

Durch den Einsatz weiterer Verfahrenskomplexe sind zusätzlich folgende Aufgabenstellungen lösbar:

- Überprüfung des Zustandes der Filterstrecke;
- Überprüfung des Vorhandenseins und des Zustandes der Filterkiesschüttung (Verdichtungen, hydraulische Durchlässigkeit des filternahen Bereiches);
- Präzisierung des erbohrten lithostratigrafischen Profils bzw. Erstellung eines lithostratigrafischen Schichtenverzeichnisses;
- Überprüfung des Zuflusses im Filterbereich bzw. Erstellung einer Zuflussprofilierung der Filterstrecke;
- Überprüfung der Wasserbeschaffenheit in der Grundwassermessstelle (absolute Salinität, vertikale Schichtung);
- Überprüfung auf mögliche Rohrovalitäten/Rohrbeschädigungen sowie
- Überprüfung der Vertikalität und Exzentrizität der eingebrachten Messstellenverrohrung in der Bohrung.

Zur Lösung der einzelnen Aufgaben stehen verschiedene bohrlochgeophysikalische Messverfahren zur Verfügung. Für weitergehende Informationen wird auf das DVGW-Merkblatt W 110 verwiesen.

Die folgende Tabelle 9-1 enthält eine Zusammenstellung wesentlicher geophysikalischer Messverfahren zur Kontrolle ausgebauter Bohrlöcher.

Tabelle 9-1: Geophysikalische Messverfahren zur Kontrolle ausgebauter Bohrlöcher (nach DVGW W 110 /11/

Messverfahren / Abkürzung	Messprinzip	Messgröße [Einheit]	Einsatzzweck und –möglichkeiten bei Grundwassermesstellen
Gamma-Gamma-Dichtemessung, GG-Dichte-Log (GG)[1]	radiometrisches Verfahren mit radioaktiver Quelle	Gesteinsdichte [g/cm^3]	Filterkieskontrolle, Wanddickenunterschiede der Rohrtour, Nachweis von Inhomogenitäten in der Dichtheit von Ringraum/Gebirge
Gammamessung, Gamma-Ray-Log (GR)[1]	radiometrisches Verfahren	natürliche Gamma-strahlungsintensität [API oder cps]	Nachweis des Ton- bzw. Feinkornanteils im Ringraum und Gebirge → aber oft keine Trennung zwischen Gebirgseinfluss und dem Tonsperrenmaterial möglich Ermittlung der Lage von Tonsperren bei ausreichendem γ-Strahlungskontrast
fokussiertes Elektro-Log (FEL)	elektrisches Verfahren	spezifischer Gesteins-widerstand [Ωm]	Nachweis von Leckagen bei nichtmetallischem Ausbau, in einigen Fällen auch im Stahlausbau erfolgreich, Nachweis des Filterbereiches
Salinitäts-/Temperatur-Log (SAL/TEMP)	elektrisch- thermisches Verfahren	Temperatur [°C] und elektrische Leitfähigkeit [mS/cm] des Wassers	qualitative Bestimmung von Wasserzutritten und –abgängen aus definierten Rohrverbindungen
Induktions-Log (**IL**)	elektrisches Verfahren	spezifische Gesteinsleit-fähigkeit [µS/cm]	Nachweis von metallischen Bauteilen im Ringraum, Messung des Gesteinswiderstandes → Porositätsverfahren
Magnetic-Log/ Suszeptibilität (MAL, SUS)	magnetisches Verfahren	magnetische Suszeptibilität [API]	Tonsperrennachweis bei Verwendung von ferro-magnetischen Materialien (nur bei Kunststoffausbau)
Neutron-Neutron-Log (**NNL**)	radiometrisches Verfahren	Messung der sekundären Neutronenstrahlung [cps]	Bestimmung des Wasseranteils im Ausbau (GW-Spiegel) und im Ringraum/ Gebirge
Kamerabefahrung (**OPT**) (optional)	optisches Verfahren	-	optische Bohrloch- und Ausbaukontrolle, (Nachweis der exakten Teufenlage der Filterstrecken) Erkennen von Belägen und Ablagerungen
Packerflowmeter (**FM-P**)	Wasserverdrängung in den Filterbereich während der Messung	Flügelumdrehung [cps]	Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit des Filters und des Filterkieses

[1] Die unterschiedlichen Messfirmen bieten ihre Messverfahren unter verschiedenen Namen an. In einigen Fällen werden spezielle Weiterentwicklungen bestimmter Messverfahren (z.B. rotierendes Gamma-Gamma-Log (**RGGD**) = um 360° rotierende Gamma-Gamma-Messung; segmentiertes Gamma-Log (**SGL**) = segmentierte Gamma-Messung über den gesamten Umfang des Ringraums) angeboten.

Tabelle 9-2: Häufig verwendete Materialen zur Ringraumabdichtung und ihre Nachweisfähigkeit

Produktbeispiele	Konsistenz	Bemerkung	nachweisfähige Eigenschaft(en)	bevorzugtes geophysikalisches Nachweisverfahren
Quellon HD, Wetronit 51/10, Mikolit 300 M	Kugeln/Pellets	sehr häufig eingesetzt, ungeeignet bei Stahlrohren	ferromagnetisch, Dichte	MAL
Zement	Suspension		Dichte, Schallhärte	GG.D, CBL.WB
Quellon WP Troptogel C	Kugeln/Pellets Suspension		nat. Gammastrahlung	GR bzw. SGL
Compactonit	Kugeln/Pellets	oft auch schwach magnetisch	Dichte, Wasserstoffgehalt	RGG.D bzw. GG.D
Wetronit 50/10 Wetronit 70/10 Wetronit 100/10 Mikolit Friedländer Blauton	Kugeln/Pellets		Wasserstoffgehalt	NN bzw. DNN
alle anderen nicht markierten Tone	Kugeln/Pellets		Wasserstoffgehalt	NN bzw. DNN (GG.D, RGG.D)
Brutoplast, Troptogel B, Dämmer	Suspension		Dichte, Wasserstoffgehalt	NN, GG.D, RGG.D
Brutoplast, Troptogel B oder Dämmer mit Zirkonsand versetzt	Suspension	Wird überwiegend bei nachträglichen Abdichtungen der Ringräume eingesetzt.	nat. Gammastrahlung	SGL (GR)

9.4. Qualitätssicherung bei der Auftragsvergabe

Mit der Ausführung von Bau- und Ausbauarbeiten sind nur solche Unternehmen zu beauftragen, die über die notwendige fachliche und technische Leistungsfähigkeit verfügen. Hierzu hat der Auftraggeber entsprechende Nachweise zu verlangen.

Als Nachweis der fachlichen und technischen Leistungsfähigkeit von Unternehmen kann z.B. das DVGW-Zertifikat nach /15/ dienen.

9.5. Abnahme der technischen Leistungen

Nach Abschluss der realisierten Arbeiten zum Bau und Ausbau der Grundwassermessstellen ist durch die örtliche Bauüberwachung eine Abnahme der technischen Leistungen incl. die Erstellung eines Abnahmeprotokolls zu realisieren.

Die Abnahme umfasst im Wesentlichen folgende Tätigkeiten:

- Inspektion der Baustelle in Hinblick auf die ordnungsgemäße Wiederherrichtung;
- Kontrolle der vorgeschriebenen Maße (Prüfung des Aufmasses des Bohrunternehmens);
- Prüfung der Leichtigkeit der Verschlusskappe;
- Abdichtung des Messstellen- und Schutzrohres im Fundament;
- Beschriftung der Grundwassermessstelle;
- Tragfähigkeit der Schachtabdeckung bei Unterflurausbau;
- ordnungsgemäßer Verschluss der Messstelle nach erfolgter Abnahme sowie
- höhen- und lagemäßige Einmessung der Grundwassermessstelle.

Erst nach der Beseitigung aller festgestellten Mängel erfolgt die endgütige Abnahme der technischen Leistungen.

9.6. Höhen- und lagemäßige Vermessung

Nach Fertigstellung der Grundwassermessstelle ist diese höhen- und lagemäßig exakt zu vermessen. Für Vermessung und kartographische Darstellung sind die Koordinaten nach Gauß-Krüger-Bessel Lagestatus 110 und ETRS89/UTM, Lagestatus 489 anzugeben. Die Gelände- und Messpunkthöhe (geöffnete Verschlusskappe der Grundwassermessstelle) ist im Bezugssystem DHHN92 mit der Genauigkeit eines Zentimeters anzugeben.

Die Vermessungsleistung ist aus Gründen der Qualitätssicherung durch ein akkreditiertes Vermessungsbüro bzw. durch einen öffentlich bestellten und anerkannten Vermessungs-ingenieur auszuführen.

9.7. Dokumentation der Bohr- und Ausbauarbeiten

Nach der baulichen Fertigstellung der Grundwassermessstelle werden die Bohr- und Ausbau-daten in einem Abschlussbericht dokumentiert (Messstellenakte), der folgende Unterlagen enthalten sollte:

- Datenträger mit den in festgelegten Formaten erfassten Angaben über Stammdaten, Schichtenverzeichnisse, Pumpversuche, Korngrößenanalysen sowie Grundwasseranalysen;
- Gemarkung, Flurstück und Eigentümer;
- Lageplan im Maßstab 1:25.000;
- Detaillageplan (M.: 1:10.000 oder kleiner);
- Gauß-Krüger-Koordinaten;
- Gelände- und Messpunkthöhe (in cm-Genauigkeit – Angaben in m NHN);
- Schichtenverzeichnis incl. Kopfblatt gemäß DIN EN ISO 14688-1 /1/, DIN EN ISO 14688-2 /3/, DIN EN ISO 14689-1 /4/) Dies umfasst neben der lithologischen Beschreibung der Locker- und Festgesteine auch Angaben von sämtlichen Wasseranschnitten und Ruhewasserspiegeln, die Beschreibung von gestörten Bereichen im Festgestein, umfängliche Angaben zum Trennflächeninventar der Festgesteine (u.a. Kluftweiten, -abstände, -beläge), die Verwitterungsgrade der Festgesteine sowie die stratigrafische Einordnung der Schichteinheiten
- Ausbauzeichnung gemäß DIN 4023 /7/; - die Ausbauzeichnung hat den Ist-Zustand der Grundwassermessstelle als Bestandsplan darzustellen; Erkenntnisse aus Kontrollen und Abnahmen sollen in die Darstellung einfließen;
- ggf. Untersuchungsberichte der durchgeführten geophysikalischen Bohrlochmessungen;
- ggf. Bildbericht der Kamerabefahrung bei Abnahme der Grundwassermessstelle;
- Dokumentation der durchgeführten hydraulischen Versuche (z. B. Pumpversuche);
- Klarpumpprotokoll;
- Bewertung vorliegender Grundwasseranalysen und
- vertragsgemäßes Abnahmeprotokoll, ggf. nach VOB.

Die Dokumentation zur Grundwassermessstelle ist dauerhaft geschützt aufzubewahren und ihre Daten sind zu sichern.

Die Angaben über Stammdaten, Schichtenverzeichnisse, Pumpversuche, Korngrößenanalysen sowie Grundwasseranalysen sind mit geeigneten bzw. von den jeweiligen geologischen Landesbehörden festgelegten Erfassungsprogrammen (z.B. GEODIN, UHYDRO) zu erfassen.

Die gewonnenen und entsprechend aufbereiteten Daten zu den hydrogeologischen Neuaufschlüssen sind entsprechend des Lagerstättengesetzes der zuständigen geologischen Landesbehörde zu übergeben.

10. Arbeitsschutz

Bei Bohr- und Ausbauarbeiten zur Errichtung von Grundwassermessstellen auf kontaminierten Standorten kommt dem Arbeitsschutz eine besondere Bedeutung zu.

Die Durchführung von Bohrarbeiten und der Bau von Grundwassermessstellen in kontaminierten Bereichen sind vom Auftraggeber gemäß BGR 128 /1/ vier Wochen vor Beginn bzw. unmittelbar nach Auftragsvergabe bei seiner zuständigen Berufsgenossenschaft schriftlich anzuzeigen. Der Anzeige sind der Arbeits- und Sicherheitsplan sowie die Betriebsanweisung für die einzelnen Tätigkeiten beizufügen.

Baustelleneinrichtung:

- Der Untersuchungsbereich ist gegen das Betreten durch unbefugte Dritte abzusichern.
- Für die Lagerung und Entsorgung von verschmutzter Arbeits- und Schutzkleidung sind äquivalente Einrichtungen vorzusehen.
- Im Einzelfall kann das Vorhalten von einer persönlichen Schutzausrüstung (PSA) erforderlich sein.
- Müssen die Arbeiten messtechnisch überwacht werden, ist ein Messgerät einsatzbereit an der Untersuchungsstelle vorzuhalten.

Durchführung von Bohrungen zum Bau von Grundwassermessstellen:

- Ist mit austretenden Gasen oder Dämpfen zu rechnen, sind die Arbeiten messtechnisch zu überwachen.
- Die Lagerung und Entsorgung von anfallendem Bohrgut muss, soweit es nicht wieder ver füllt wird, vor Beginn der Arbeiten festgelegt werden.

Verhalten im Gefahrenfall:

- Werden bei Bohr- oder Sondierarbeiten Unregelmäßigkeiten, wie z.B. unvermutet austretende Gase, Dämpfe oder Stäube, Hindernisse beim Bohren, wie Metallteile oder Munition oder ähnliches festgestellt, die zu Gefahren für die Beschäftigten führen können, sind die Arbeiten unverzüglich zu unterbrechen, der Gefahrenbereich zu verlassen und der Aufsichtsführende zu verständigen.
- Der Aufsichtsführende hat festzulegen, welche Sicherheitsmaßnahmen zu treffen sind.
- Ist mit austretenden Gasen oder Dämpfen zu rechnen, so ist deren kontinuierliche messtechnische Überwachung zu veranlassen.
- Hierbei sind folgende Parameter zu überwachen bzw. die Messgeräte auf folgende Alarmwerte einzustellen:
  - UEG ≤ 20 % (entspricht ca. < 1 Vol. % CH4);
  - O2 19 Vol. % und
  - Konzentration von H2S sowie anderer flüchtiger Schadstoffe ≤ 10 % des jeweiligen MAK oder TRK.
- Die Arbeiten dürfen erst fortgesetzt werden, nachdem der Aufsichtsführende dies angeordnet und die dabei einzuhaltenden Schutzmaßnahmen, erforderlichenfalls unter Hinzuziehung eines Sachverständigen, festgelegt hat.

Persönliche Schutzmaßnahmen:

Für das Tragen von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) gilt grundsätzlich:

- Schutzkleidung und –handschuhe sind mindestens arbeitstäglich zu wechseln, bzw. spätestens dann, wenn ihre Schutzfunktion durch Durchnässung, Risse, Löcher oder dgl. nicht mehr gewährleistet ist.
- Atemschutzfilter sind grundsätzlich mindestens arbeitstäglich zu wechseln. Gasfilter zusätzlich immer auch dann, wenn der Geräteträger den Durchbruch geruchlich oder geschmacklich feststellt.
- Bei Verwendung von FFP-Filtermasken wird empfohlen, die Masken nach jeder Arbeitspause zu wechseln.

Für die Arbeiten können je nach Einzelfall verschiedene persönliche Schutzausrüstungen erforderlich sein. Sie sind gemäß Betriebsanweisung oder auf Anweisung des Sachkundigen zu tragen.

Bei Arbeiten mit Kontakt zu kontaminiertem Grundwasser oder kontaminiertem feuchtem Bohrgut, ohne Gasentwicklung sind u. a. zu verwenden:

- Sicherheitsgummistiefel S 5;
- wasserdichte Schutzhandschuhe gegen mechanische Gefährdungen (z.B. Nitrilgetauchte Baumwollhandschuhe mit geschlossenem Handrücken);
- bei Schadstoffen in Phase: Chemikalienschutzhandschuhe mit ausreichender Barrierewirkung gegenüber den zu erwartenden Stoffen. Das tragen von Baumwollunterziehhandschuhen wird empfohlen;
- Bei Spritzwasser: Schutzbrille oder Helmvisier;
- Einwegschutzkleidung EG Kat. III, Typ 4;
- Atemschutz: Halbmaske mit Filter, Klasse P 3.
- Bei Arbeiten im Bereich von Gasentwicklung ist Atemschutz gegen Gase und Dämpfe dann zu tragen, wenn die technischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichen, die Grenzwerte zu unterschreiten; die Arbeiten so nahe am oder im Emissionsbereich auszuführen sind, dass eine Einhaltung der Grenzwerte; eine hohe Geruchsbelastung vorliegt.
- Zu tragen sind folgende persönliche Schutzausrüstungen: bei ständigem Arbeiten unter Atemschutz gebläseunterstütze Filtergeräte, mindestens Halbmaske mit Filter, Klasse ABEK2-P3, bei kurzfristigem Einsatz von Atemschutz kann auf die Gebläseunterstützung verzichtet werden; bei Spritzwasser oder sonstiger Notwendigkeit von Augenschutz: Vollmaske mit Filter, Klasse ABEK2-P3;
- Bezüglich des Hautschutzes sind vom Auftragnehmer entsprechende Hautreinigungs-, Hautschutz- und Hautpflegemittel vorzuhalten.

Entsorgung:

- Boden- und anderes Material muss, sofern es nicht wieder eingebaut wird, einer geordneten Entsorgung zugeführt werden. Die entsprechenden Festlegungen sind vor Beginn der Arbeiten mit dem Auftraggeber zu treffen. Dies betrifft auch die Entsorgung kontaminierter Einweg-Schutzausrüstungen.
- Das (Boden-)Material muss bis zur Entsorgung an einem geeigneten Platz gelagert und gegen Verwehung durch Wind bzw. Abtrag durch Wasser geschützt werden.
- Belastetes Wasser ist in Containern zwischenzulagern und geordnet zu entsorgen.

Dokumentation:

- Sämtliche Messungen mit Überschreitung von Grenzwerten, bes. Vorkommnisse, das Auftreten von Gasen und Gerüchen, veranlasste besondere Maßnahmen usw. sind in einem Bautagebuch genau festzuhalten.
- Die Betriebsanweisungen sind den Arbeitnehmern auszuhändigen und zu erläutern.
- Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.
- Die Bestätigung der arbeitsmedizinischen Versorgeuntersuchung muss dokumentiert werden.
- In die Dokumentation sind die Anzeigen beim zuständigen Gewerbeaufsichtsamt und der Berufsgenossenschaft aufzunehmen.

11. Literaturverzeichnis

/1/ HVBG (2006): Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: BG-Regeln Kontaminierte Bereiche – BGR 128 1997, aktualisierte Fassung 2006, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Carl-Heymanns Verlag, Köln.

/2/ DIN EN ISO 14688-1:2011-06: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002.

/3/ DIN EN ISO 14688-2:2011-06: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004.

/4/ DIN EN ISO 14689-1:2011-06: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003.

/5/ DIN 18130-1 (1998): Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts, Teil 1: Laborversuche. Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normierung e.V. Mai 1998.

/6/ DIN 18123: (2011-04): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung.

/7/ DIN 4023:2006-02: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen.

/8/ DIN 4924:1998-08: Sande und Kiese für den Brunnenbau - Anforderungen und Prüfungen.

/9/ DIN EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006.

/10/ DVGW (2008): Bohrungen zur Erkundung, Beobachtung und Gewinnung von Grundwasser. – Arbeitsblatt W 115. Bonn.

/11/ DVGW (2005): Geophysikalische Untersuchungen in Bohrlöchern und Brunnen zur Erschließung von Grundwasser – Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen. - Merkblatt W 110, Bonn.

/12/ DVGW (1998): Kontrollen und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen. – Merkblatt W 124. Bonn.

/13/ DVGW (1998): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen. – Merkblatt W 135. Bonn.

/14/ DVGW (1998): Verwendung von Spülungszusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser. – Merkblatt W 116. Bonn.

/15/ DVGW (2001b): Qualifikationskriterien für Bohr-, Brunnenbau- und Brunnenregenerierunternehmen. – Arbeitsblatt W 120. Bonn.

/16/ DVGW (2002a): Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen. – Arbeitsblatt W 123. Bonn.

/17/ DVGW (2002b): Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wasserschutzgebieten. – Arbeitsblatt W 108. Bonn.

/18/ DVGW (2003a): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen. – Arbeitsblatt W 121, Bonn.

/19/ DVGW (2003b): Untersuchung zur Bestimmung von Qualitätskriterien für Abdichtungsmaterialien im Brunnenbau. Abschlussbericht.

/20/ DVGW (2011): Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 129 (A), Bonn.

/21/ (DVGW (2008) DVGW-RegelwerkNews Nr. 8/08.

/22/ Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz) vom 4. Dezember 1934 (RGBl. I S. 1223) in der Fassung des BGB. III 750-1, geändert durch das Gesetz vom 02.03.1974 (BGBl. I S. 469).

/23/ Handbuch Grundwasserbeobachtung, Teil 5 Grundwasserprobennahme. Arbeitskreis Grundwasserbeobachtung, Mai 2003. www.grundwasser.sachsen.de

/24/ Handbuch Grundwasserbeobachtung, Teil 13.3 Rückbau von Grundwassermessstellen Grundwasserbeobachtung Oktober 2009. www.grundwasser.sachsen.de

/25/ Verordnung zur Ausführung des Gesetzes über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz) vom 14. Dezember 1934 (RGBl. I S. 1261) in der Fassung des BGBl. III 750-1-1.

/26/ TRÄTZL, T.: Suspensionen – Einbringverfahren und Qualitätskontrollen. – bbr Wasser, Kanal- & Rohrleitungsbau, Br. 4/2004, S. 21-25, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln.

ANLAGEN

Anlage 1 Übersicht zu Bohrverfahren zur Errichtung von Grundwassermessstellen (verändert nach DVGW (2008) /10/)

Verfahrenstyp	Spülbohrverfahren				Trockenbohrverfahren	Kombinationsbohrverfahren
Bohrverfahren	Druckspülbohren (Rotary-Bohren)	Saugbohren (u.a. Counterflush-(CF-)Verfahren)	Lufthebebohren	Hammerbohren (u. a. Imlochhammerbohren)	Trockenbohren	Seilkernbohren (SK6L)
- Lösen des Bohrgutes	drehend	drehend	drehend	schlagend / drehschlagend	drehend oder schlagend	schlagend
- Bohrgutförderung	kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit direkter Spülstromrichtung („Rechtsspülung“)	kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit indirekter Spülstromrichtung („Linksspülung“)	kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit indirekter Spülstromrichtung („Linksspülung“), durch ein meist doppelwandiges Gestänge wird Luft bis in das unterste Gestänge direkt über dem Meißel gepresst	kontinuierlicher Bohrgutaustrag mit direkter Spülstromrichtung („Rechtsspülung“)	diskontinuierlicher Bohrgutaustrag	
Spülungsmedium	Flüssigkeitsspülung	Flüssigkeitsspülung	Luft-/Flüssigkeitsspülung	Luft / Wasser / Schaum	-	Luft Wasser
Spülungsförderung	Kolben-, Kreiselpumpe	Kreiselpumpe	Verdichter	Verdichter, Kolbenpumpe		
Bohrwerkzeuge	Rollenmeißel Hartmetallkronen Diamantkronen Flügelmeißel	Ein- und Mehrstufenmeißel mit Schneidmessern für Lockergestein Flügelmeißel für Lockergestein Rollenmeißel für Festgestein	Ein- und Mehrstufenmeißel mit Schneidmessern für Lockergestein Flügelmeißel für Lockergestein Rollenmeißel für Festgestein	Hartmetallbohrköpfe mit Einfach-, Kreuz- und x-Schneiden sowie Hartmetallstifte	Schappe Ventilbüchse Kiespumpe Schnecke Krätzer Greifer Meißel Hohlbohrschnecke	Ventilbüchse Blattmeißel Backenmeißel Kreuzmeißel Erweiterungsmeißel
Sicherung der Bohrlochwand	Standrohre Sperrrohre sofern erf. Spülung	Standrohre Sperrrohre sofern erf. Spülung	Standrohre Sperrrohre sofern erf. Spülung	Standrohre Sperrrohre sofern erf.	Bohrrohre Wasserüberdruck	Bohrrohre Wasserüberdruck
Bohrstrang	Bohrgestänge mit Schraubverbindern	Bohrgestänge mit Flanschverbindern oder Schraubverbindern	Bohrgestänge mit Flanschverbindern oder Schraubverbindern	Bohrgestänge mit Schraubverbindern	Bohrgestänge mit Schnellverbinder, Stahlseil mit oder ohne Schwerstange	Stahlseil mit Schwerstange
Bohrstrangantrieb und Antrieb für Hilfsfahrzeuge	Drehtisch, Kraftdrehkopf	Drehtisch, Kraftdrehkopf	Drehtisch, Kraftdrehkopf	Bohrhammer mit pneumatischem oder hydraulischem Antrieb übertrage oder im Bohrloch	Seilwinde mit Freifalleinrichtung, Schlämmtrommel hydraulischer Verrohrungsdrehtisch mit Kraftdrehkopf	Seilwinde mit Freifalleinrichtung Schlämmtrommel
bohrbare Gesteine und Endteufen	kernfähige Locker- und Festgesteine Endteufe: > 500 m Bis mehrere 1000 m	Lockergestein bis 150 m Endteufe	Locker- und Festgestein bis max. 800 m (∅ 500 m) Endteufe	verfestigte, harte Sedimente und kristalline Gesteine (harte Festge-steine) Endteufe: einige 100 m (∅ 400 m)	Locker- und überwiegend zersetztes Festgestein	Locker- sowie zersetztes bzw. stark zerklüftetes Festgestein Lockergestein: Endteufe bis ca. 200 m Festgestein: Endteufe bis ca. 600 m
Bohrdurchmesser	100 – 450 mm Kernbohr-∅: 56 – ca. 250 mm (u. a. Doppelkernrohr)	Ca. 500 – 2000 mm (überwiegend kleinkalibrig)	200 – 2000 mm (überwiegend großkalibrig)	102 – 508 mm	108 – 2000 mm (Außendurchmesser Verrohrung)	108 – 500 mm (Außendurchmesser Verrohrung)

Verfahrenstyp	Spülbohrverfahren				Trockenbohrverfahren	Kombinationsbohrverfahren
Bohrverfahren	Druckspülbohren (Rotary-Bohren)	Saugbohren (u.a. Counterflush- (CF-)Verfahren)	Lufthebebohren	Hammerbohren (u. a. Imlochhammerbohren)	Trockenbohren	Seilkernbohren (SK6L)
Vorteile	- guter Bohrgutaustrag - an orientiert gezogenen Kernen ist die Einfallrichtung der Schichten sowie der Trennflächen bestimmbar - geeignet für akustisches Bohrlochfernsehen oder optischen Bohrlochscanner	- hoher Bohrfortschritt - Schichtengrenzen relativ gut feststellbar	- in geklüfteten Festgesteinen stetige Bohrgutförderung bis zur GOK - Bohrverfahren gestattet Durchführung von Pumpversuchen mit der Bohrgarnitur	- Kolmation der Bohrlochwand nahezu auszuschließen - Möglichkeit der tiefengerechten Zuordnung von Grundwasseranschnitten - kontinuierliche und damit tiefengerechte Bohrgutförderung - sehr hoher Bohrfortschritt - günstige Voraus-setzungen im Hinblick auf ein richtungsgenaues Bohren	- geringe Kolmation der Bohrlochwand (kein Spülungskreislauf) - Möglichkeiten der Durchführung von Pumpversuchen	- In bindigem Lockergestein (Ton, Schluff, Mergel) und im Festgestein einsetzbar - Gewinnung von Bohrkernen für die qualifizierte Schichtenansprache im Lockergestein sowie Ansprache des Festgesteins in den Kluft- und Trennflächen
Nachteile	- dicke Tonspülung verursacht Kolmation der Bohrlochwand - bei Kluft-GWL besteht die Gefahr von irreversiblen Kolmationsschäden - ungenaue GW-Spiegelbeobachtung während des Bohrprozesses - hohe Kosten bei Gewinnung Bohrkernen - wenn keine Bohrkerne gewonnen werden: Gesteinsansprache des geförderten Bohrgutes stark eingeschränkt	- keine Wasserspiegel-beobachtung während des Bohrprozesses möglich - stoff- und strukturgestörter Bohrgutaustrag - Gefahr der Kolmation an der Bohrlochwand	- keine Wasserspiegel-beobachtung während des Bohrprozesses möglich - bei auftretenden Spülverlusten besteht die Gefahr einer Kolmation an der Bohrlochwand	- nur kleinkalibrig effektiv einsetzbar - Bohrgutansprache stark beeinträchtigt (ausgeblasenes Gesteinsmehl) - Verfahren eignet sich im Wesentlichen nur für harte Festgesteine, - vereinzelt Anwendung für Lockergesteine unter Nutzung von Doppelhammer, mitgleitende Verrohrung und Exzentermeißel	- geringmächtige GW-hemmer und – stauer können teilweise überbohrt und somit nicht erkannt werden - diskontinuierlicher Bohrgutaustrag - Es bestehen erhebliche Schwierigkeiten bei der Gesteinsansprache im Festgestein	- relativ teures Bohrverfahren
Eignung	- Herstellung tiefer hydrogeologischer Aufschlüsse unter Verwendung von vorzugsweise Doppelkernrohren	- besonders für das Durchbohren von geklüfteten, wenig verfes-tigten bzw. verhärteten Festgesteinen geeignet	- besonders für das Durchbohren von geklüfteten Fest-gesteinen geeignet	- besonders für das Durchbohren von harten Festgesteinen (Plutonite, Vulkanite und Metamorphite) geeignet	- überwiegend bei flachen Bohrungen, - breite Anwendung für Bohrungen im Locker-gestein und schwach verfestigten Festgestein	- für die Erkundung des Festgesteins geeignet - Einsatz bei bindigem Festgestein möglich

Anlage 2: Spültechnik und Spülungszusätze: Bentonite, künstiche Polymere

Spülungstechnik

Die Bohrspülung hat bei Bohrarbeiten im Wesentlichen folgende Aufgaben zu erfüllen:

- die Bohrlochwände standfest und kalibergerecht zu erhalten;
- das Bohrgut auszutragen;
- die Bohrwerkzeuge zu kühlen und zu schmieren;
- eine dem Zweck der Bohrung entsprechende Bodenprobennahme zu ermöglichen und
- den Grundwasserleiter durch Abdichten der Bohrlochwände (Filterkuchen) zu schonen.

Der Einsatz einer reinen Wasserspülung ist zwar wünschenswert, es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass insbesondere beim Antreffen von bindigen Bodenschichten auf einen Einsatz von Spülungszusätzen meist nicht verzichtet werden kann.

In der Wasserspülung lösen sich die erbohrten Feinkornanteile (u.a. Tone, Lehne, Letten usw.) auf. Diese können sich nicht in Spülgruben absetzen, sondern „laden“ die Spülung auf. Die „aufgeladenen Spülungen“ dringen nachfolgend, bedingt durch den Überdruck in durchlässigere Bodenschichten, ein und setzen die meist für die Wassergewinnung notwendigen Bohrlochbereiche zu. Zur Verhinderung dieser unerwünschten Vorgänge werden in der Bohrtechnik u. a. Spülungszusätze eingesetzt.

Spülungszusätze dienen dazu:

- die Tragfähigkeit der Spülung zu erhöhen;
- erbohrte Tone am Quellen hindern und somit ihre Austragsfähigkeit zu erhöhen;
- das Bohrloch vor Ein- und Nachfall zu schützen, wobei dies in erster Linie durch den hydrostatischen Überdruck auf Grund der Spülungsspiegel – Grundwasserspiegel-Differenz gewährleistet wird;
- einen wirksamen Filterkuchen zu bilden und somit die Grundwasserleiter zu schonen und
- evtl. die Dichte der Spülung zu erhöhen, was nur für das Beherrschen von artesischen Grundwasserverhältnissen notwendig ist. Dies geschieht gezielt durch die Zugabe von Beschwerungsmittel (Kreide, Schwerspat).

Spülzusätze, wie Bentonite und künstliche Polymere [Handelsnamen: Viskopol, CMC (Carboxy-Methyl-Cellulose) und Antisol), erhöhen die Dichte der Bohrspülung nur unbedeutend. Eine nur geringfügige Dichteerhöhung wirkt sich auch günstig auf den Infiltrationsdruck aus.

Bentonite:

Bentonite sind natürliche Tonmineralgemische in hochquellfähiger Form. Sie verleihen der Spülung:

- eine bessere Austragsfähigkeit;

- ein erhöhtes Vermögen zur Filterkuchenbildung und
- bei Stillstand eine Gelierfähigkeit, die das Absinken von kleinerem Bohrguts verhindert.

Da Bentonite Poren und Klüfte dauerhaft verschließen, sollten sie bei Bohrungen zur Wassererschließung niemals allein, sondern zusammen mit Polymeren verwendet werden.
Der Einsatz von Bentonit ist bei grobkörnigen Sanden und Kiesen zur Stabilisierung des Bohrloches wichtig.

Bentonit benötigt eine Quellzeit von mindestens 1 h besser 3 h oder mehr.

Schüttdichte	0,7 – 0,8 t/m^3	
Verpackung	50 kg im Kunststoffsack	
Dosierung	Indirekte Spülbohrung Direkte Spülbohrung	gängiges Mischungsverhältnis 10 – 30 kg/m^3 Wasser 10 – 40 kg/m^3 Wasser

<u>Künstliche Polymere:</u>

(Handelsnamen: Antisol, Viskopol, CMC)

Gebräuchlich sind hier CMC-Produkte (Carboxy-Methyl-Cellulose) und evtl. PAA (Polyacrylamide). CMC, eine Art „Tapetenkleister“, verleiht der Spülung eine höhere Austragsfähigkeit und bildet einen dünnen, undurchlässigen und festen Filterkuchen. Außerdem verhindert es ein Aufquellen durchbohrter Tonschichten bzw. erbohrten Tones und fördert somit das Absetzen des Tones in der Spülgrube.

CMC kann auch als alleiniger Zusatz bei Bohrungen zur Wassergewinnung eingesetzt werden. Beim Durchbohren von tonhaltigen Schichten ist der Einsatz von CMC unerlässlich.

Wird CMC in Kombination mit Bentoniten eingesetzt, so ist darauf zu achten, dass dies erst nach ausreichender Quellzeit der Bentonitspülung erfolgt.

Also: Erst Bentonit, Quellzeit abwarten, dann CMC!

Das Einstreuen von Bentonit in eine CMC-Spülung ist unwirksam. Wenn also Spülung nachgemischt wird, muss dies in einem Extragefäß (Anmischbottich) geschehen.

Schüttdichte:	0,65 t/m^3
Verpackung:	8 kg im Kunststoffsack
Dosierung:	2-4 kg/m^3 Wasser
Handelsnamen:	Antisol FL 30.000 Viscopol Tylose, höherer Verbrauch

Bitte Angaben der Hersteller beachten!

Anlage 3: Einsatz von Filter- und Vollrohrmaterialien zum Ausbau von Grundwassermessstellen zur chemischen Untersuchung bestimmter Parameter und Parametergruppen

LEGENDE	○	Einsatz geeignet
	●	Einsatz mit Unsicherheiten behaftet
	▼	Einsatz nicht geeignet

Angaben, die durch ein zusätzliches A gekennzeichnet sind, beruhen auf Analogieschlüssen

Ausbaumaterial	Stahl		Edelstahl		Kunststoff					
Beschaffenheits-parameter	unverzinkt	verzinkt	niedriglegiert	hochlegiert	Polyvinylchlorid (PVC-U)	Polytetrafluorethylen (PTFE)	Polyethylen (PE)	Polypropylen (PP)	Polyamid (PA)	Polystyrol (PS)
korrosive Verhältnisse (reduzierende und oxidierende Bedingungen)	▼	▼	▼	●	○	○	○A	●	○A	○A
Schwermetalle	▼	▼	▼	▼	●	●	●A	●A	●A	●A
Phenole	●A	●A	●	●	●	●	●A	▼A	▼A	▼A
Aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe	●A	●A	○A	○A	▼	○A	▼	▼	▼A	▼A
Tenside	○A	○A	○A	○A	●	○	▼	▼A	▼A	●
Chlornitroverbindungen	●A	●A	●A	●A	●	○	▼	▼A	▼A	▼
Pflanzenschutzmittel	●A	●A	○A	○A	▼A	●A	▼A	▼A	▼A	▼A
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	●A	●A	○	○	○	●	▼	▼A	▼A	▼
Ketone, Ester, Aldehyde	●A	●A	○A	○A	▼	●A	▼A	▼A	▼A	▼A
Bakteriologische Parameter	●A	●A	○	○	●	○	●A	●A	▼	●A

Anlage 4: Zusammenstellung der geophysikalischen Messmethoden zur Kontrolle des Schichtenprofils im unausgebauten Bohrloch, der Bohrlochgeometrie sowie der hydraulischen und hydrogeologischen Bohrlochverhältnisse

Tabelle 1: Übersicht über bohrlochgeophysikalische Messverfahren zur Bestimmung von Gesteinseigenschaften

Messverfahren / Abkürzung	**Messprinzip**	**Messgröße [Einheit]**	**Einsatzzweck**
Borehole Acoustic Televiewer, akustischer Bohrlochfernseher (**BHTV, ABF**)	akustisches Verfahren	Schalllaufzeit, Refexionseigenschaften [µs/m und dB]	Erstellung einer kontinuierlichen, orientierten 360°-Abbildung der Bohrlochwand
Gamma-Gamma-Dichtemessung, GG-Dichte-Log (**GG**)	radiometrisches Verfahren	Gesteinsdichte [g/cm^3]	Dichte einer Schicht, Gesteinsporosität, Klüfte
Elektro-Log (**EL**)	elektrisches Verfahren	spez. Gesteinswiderstand [Ωm]	Bestimmung des Gesteinsaufbaues, Porositätsverfahren
fokussiertes Elektro-Log (**FEL**)	elektrisches Verfahren	spezifischer Gesteins-widerstand [Ωm]	Bestimmung des Gesteinsaufbaues, Feinschichtung, Porositätsverfahren
Gammamessung, Gamma-Ray-Log (**GR**)	radiometrisches Verfahren	natürliche Gammastrahlungsintensität [API oder cps]	Bestimmung des Gesteinsaufbaues, Tongehalt
Induktions-Log (**IL**)	elektrisches Verfahren	spezifische Gesteinsleitfähigkeit [µS/cm]	Bestimmung des Gesteinsaufbaues, Grundwasser-mineralisation, Porositätsverfahren
Neutron-Neutron-Log (**NN**)	radiometrisches Verfahren, Messung mit stationärer oder abschaltbarer Neutronenquelle	Strahlungsintensität sekundärer Neutronen [cps oder WE]	Bestimmung des Wassergehaltes
Self Potential Log, Eigenpotenzialmessung (**SP**)	Elektrisches Verfahren	Potenzialdifferenz [mV]	Bestimmung des Gesteinsaufbaues, Wasserführung

Tabelle 2: Übersicht über geophysikalische Messverfahren zur Bestimmung geometrischer Größen

Messverfahren / Abkürzung	**Messprinzip**	**Messgröße [Einheit]**	**Einsatzzweck**
Bohrlochabweichungs-messung (**BA**)	Pendel- und Kompasssignale, Lasersysteme oder Kreiselkompass ge-statten den Boh-rungsverlauf auch in der Stahlverrohrung zu bestimmen	Neigung und Azimut [Grad]	Bestimmung von Neigung und Azimut des Bohrungsverlaufes
Kaliber-Log, Caliperlog (**CAL**)	Abtasten der Bohrlochwand über Messarme	Durchmesser [mm]	Bestimmung von Bohrlochkaliber, Bohrlochvolumen

Tabelle 3: Messverfahren zur Bestimmung hydrogeologischer und geohydraulischer Bohrlochverhältnisse

Messverfahren / Abkürzung	**Messprinzip**	**Messgröße [Einheit]**	**Einsatzzweck**
Flowmeter-Log, Flow-metermessung (**FLOW** oder **FM**)	Messung der Umdre-hungszahl eines Messflügels	Strömungsgesch-windigkeit [U/s oder cps]	Lokalisierung und quantitative Bestimmung von Wasserzutrittsbereich en, vertikales Zufluss-Verlustprofil
Fließrichtungsmessung; die Anwendung der unterschiedlichen auf dem Markt vorhandenen Messverfahren ist von den konkreten Bedingungen im Bohrloch abhängig	auf dem Markt sind gegenwärtig zahlreiche Verfahrenskomplexe im Einsatz (Video, Salinität/Temperatur, Trübung usw.)	allen Messverfahren ist eines gemeinsam: es werden Ortsveränderung-en natürlich vorhandener Stoffe oder eingegebener Tracer gemeinsam mit dem Azimut der Lage der Messsonde registriert	Bestimmung der Grundwasser-fließrichtung und -geschwindigkeit

Messverfahren / Abkürzung	**Messprinzip**	**Messgröße [Einheit]**	**Einsatzzweck**
Induktions-Log (**IL**)	elektrisches Verfahren	spezifische Gesteins-leitfähigkeit [µS/cm]	Porositätsverfahren (Einfluss: Porosität und Gebirgswiderstand)
Neutron-Neutron-Log (**NN**)	radiometrisches Verfahren	Strahlungsinten-sität sekundärer Neutronen [cps oder WE]	Bestimmung des Wassergehalts
Salinitäts-Log (**SAL**)	elektrisches Verfahren	spez. Leitfähigkeit des Wassers [µS/cm]	qualitative Bestimmung von Wasserzutrittsbe-reichen, Wasserqualität
Self Potential Log, Eigenpotenzialmessung (**SP**)	elektrisches Verfahren	Potenzial-differenz [mV]	Bestimmung der Wasserführung
Temperatur-Log (**TEMP**)	thermischer Verfahren	Temperatur [°C]	Erkennung von Wasserzu- und -abflüssen, Wasser-qualität

Anlage 5: Bauaufsicht beim Bau von Grundwassermessstellen

Maßnahme	Bauaufsichtliche Kontrolle
A. Baustelleneinrichtung	- Mindestausrüstung gem. Arbeitsstättenverordnung - Tanks mit Diesel- und Schmierstoffgebinden in Wannen - gedichtete Flächen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen - Container für Bohrgutentsorgung, bzw. Zwischenlagerung - Arbeitsschutzeinrichtungen - bei kontaminierten Flächen: Auslegung des Bohrplanums mit Folie
B. Festlegung des Ansatzpunktes • einschl. Fertigen eines Lageplan • Vorschachten	→ **Präsenzphase** s. hierzu Kapitel 9.1 des Merkblatts (Ortsbesichtigung)
C. Bohrvorgang	→ **Stichproben** Pflicht des AN zur sofortigen Meldung von Besonderheiten an die Bauaufsicht, z.B. Meißelarbeiten, Verfüllen von Fehlbohrungen, Antreffen von außerplanmäßigen bindigen Schichten (Stauer) - Bohrdurchmesser kontrollieren - Einsatz einer Schutzverrohrung beim Durchteufen von Trennschichten auf kontaminierten Standorten zur Vermeidung von Verschleppungen - Bodenprobennahme in Abhängigkeit von der Bohrtiefe (geologischer Sachverstand zwingend erforderlich): $t \leq 15$ m: alle 1 m $15 < t \leq 50$ m: alle 2 m $t > 50$ m: alle 3 m bzw. generell bei Schichtwechsel, Auslage in Fächer- oder Kernkisten bzw. bei Spülbohrungen auf Folie oder Probengefäße, nach Abschluss der Bohrung Probenlieferung an die geologische Landesanstalt - bei Spülbohrungen auf ordnungsgemäße

	Aufstellung und Sicherung der Spülgrube achten - ordnungsgemäße Spülgutentsorgung - Tiefenlotung nach Abschluss des Bohrvorgangs
D. Geophysikalische Messungen (nur auf besondere Veranlassung des AG) Auswahl des/der Verfahren/s durch AG	→ **Präsenzphase** - rechtzeitiges Abrufen der Messfirma - ggf. sind folgende Messungen im offenen Bohrloch durchzuführen: • Kaliber-Log • Leitfähigkeits-Log • Temperatur-Log • Gamma-Log • Gamma-Gamma-Log • Bohrlochabweichungsmessung i.d.R. nur bei tiefen GWM oder auf besondere Veranlassung des AG)
E. Festlegung des Ausbaus	→ **Präsenzphase** - Festlegung des endgültigen Ausbaus unter Hinzuziehung geologischen Sachverstands (geologische Landesanstalt oder qualifiziertes Ing.-Büro), Fertigen einer Ausbauskizze vor Ort bzw. eines Vermerkes darüber
F. Ausbaumaterial anliefern	- Rohrmaterial (Aufsatzrohre, Filterrohre, Durchmesser, Wandstärken, Schlitzweiten, Rohrlängen) - Filterkies, Füllkies und Dichtungsmaterialien sind nur in Säcken anzuliefern, dabei sind Körnung, Herkunft und ange-lieferte Mengen zu kontrollieren - Abstandshalter - Materiallagerung
G. Ausbau durchführen • Säubern des Bohrlochs • Unterschütten des Bodenstücks bzw. • Sumpfrohrs (Abdichtung des Ring raumes bis OK Sumpfrohr) • Einbau der Filterstrecke	→ **Präsenzphase** - Säubern der Bohrung von Sedimenten aus dem Bohrvorgang - Einbau gemäß Ausbauskizze - Mengen registrieren

• Filterkies einbauen • Überschütten der Filterstrecke • Gegenfilter einbauen (sofern erforderlich) • Abdichten/Verpressen des Ringraums mit Tonpellets bzw. mit Tonmehl-Zement-Suspension von unten nach oben • Tonsperren einbauen • Füllkies einbauen • Klarpumpen der Messstelle von unten nach oben	- Körnung, Mengen kontrollieren - regelmäßige Kontrolllotungen - Mengen und Verpressdruck kontrollieren - Mengen kontrollieren, Quellzeiten beachten - Säubern der Messstelle, Kontrolle der abgepumpten Sand- und Bohrgutrückstände
H. Kopfausbildung	→ **Präsenzphase** - Ausführung gemäß Vorgabe und entsprechend Skizze
I. Abnahme einschließlich Fertigen eines Abnahme-protokolls	→ **Präsenzphase** - Inaugenscheinnahme der Baustelle hinsichtlich ordnungsgemäßer Wiederherrichtung - Beschädigung - vorgeschriebene Maße - Leichtgängigkeit der Verschlusskappe - Abdichtung des Messstellen- und Schutzrohres im Fundament - Messstellensicherung - Beschriftung der Messstelle - ggf. Durchführung der Geophysik (vergl. Punkt D.) - Tragfähigkeit der Schachtabdeckung (Unterflurausbau), Vorhandensein einer Drainkiesschicht und Tonsperre - Ordnungsgemäßes Verschließen nach erfolgter Abnahme - Höhen- und Lageeinmessung - terminliche Verfolgung der Beseitigung der bei der Abnahme festgestellten Mängel, danach erfolgt die endgültige Abnahme

J. Abrechnung	- Prüfung der Abrechnungsunterlagen auf Vollständigkeit, z.B. abgezeichnete Tagesberichte, Stundenlohnzettel (Originale) - Empfangsquittung abgelieferter Bodenproben - durch geologische Landesanstalt geprüftes Schichtenverzeichnis - Schichtenprofil gemäß geprüftem Schichtenverzeichnis - Abnahmeprotokoll - prüfbare Massenermittlung - Lageplan, Einmessskizze - Prüfen der eingereichten Rechnung auf rechnerische und fachliche Richtigkeit, anschließende Vorlage der Rechnung (mit vollständigen Unterlagen) zur Anweisung auf dem Dienstweg

Anlage 6: Musteraufgabenstellung zum Bau einer Grundwassermessstelle

Aufgabenstellung

zum Bau einer Grundwassermessstelle

in

in Form eines Grundwasserbeobachtungsrohres mit oberirdischem Abschluss

(Muster)

0 Veranlassung

Die betreibt im Auftrag des das gewässerkundliche Messnetz im Grundwasser. Zu diesem Zweck sind Messstellen zu warten, pflegen oder neu zu errichten.

1 Allgemeines

Die Aufgabe besteht in der Errichtung einer Grundwassermessstelle als Grundwasserbeobachtungsrohr (GWBR) mit oberirdischem Abschluss im Flurstück ,
Gemarkungsnummer der Ortschaft

Der vorläufige Bohransatzpunkt ist im 3-Grad Gauss-Krüger-Koordinatensystem mit folgenden Koordinaten eingeordnet:

Rechtswert:

Hochwert

Für alle Koordinaten gilt das amtliche Referenzsystem gemäß vom

2 Anspechpartner

Projektbegleiter (PB) der Maßnahme ist , Abteilung / Fachbereich , Tel.: E-Mail:

Als Projektbevollmächtigter des Auftraggebers wird benannt:

, Tel.: , E-Mail:

Diese Ansprechpartner nehmen die unter Punkt 6 - Leistungsgegenstand genannten Aufgaben wahr.

3 Lage der zu errichtenden Grundwassermessstelle

Die ungefähre Lage der zu errichtenden Messstelle wird aus den Abbildungen1 und 2 ersichtlich.

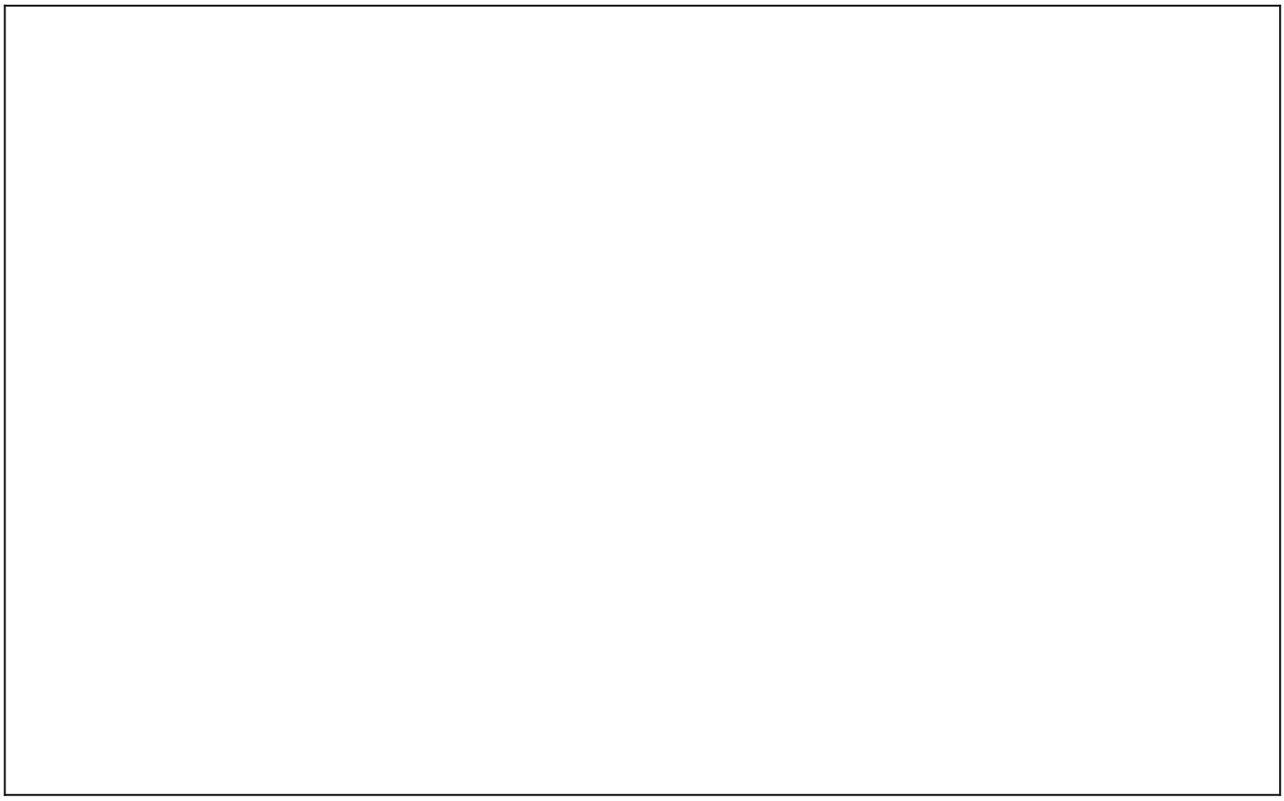


Abbildung 1:

Abbildung 2:

4 Angaben zur Geologie und Hydrogeologie des Standortes/Vorprofil

Folgendes Schichtprofil ist zu erwarten (vgl. Tabelle)

Tabelle 1: Beschreibung des zu erwartenden Schichtprofils

von [m]	bis [m]	Beschreibung
darunter		

☐ **Die Mächtigkeit der pleistozänen Sedimente unterliegt am Standort auf engem Raum starken Schwankungen, so dass deutliche Abweichungen möglich sind. Es muss mit Steinen >100 mm gerechnet werden.**

☐ **Im Bereich der Lockergesteinsbedeckung des Festgesteins ist ein oberflächennaher Porengrundwasserleiter (Talgrundwasserleiter) ausgebildet.**

☐ **Im Festgestein ist die Wasserführung auf das wasserwegsame Trennflächengefüge (Kluft- und Störungszoen) beschränkt.**

☐ **weitere Hinweise:**

…….

…….

5 Grundlagen / Technische Regeln

Die Einhaltung sämtlicher Regeln der Technik aus den einschlägigen Richtlinien zur Errichtung von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen (insbesondere die DVGW-Merkblätter W 111 und W 121, die LAWA-Richtlinie, Teil 3 von 19932, die LAWA-Empfehlungen zum „Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen von 1999“ sowie die DIN 4924) sowie des

Im Falle der Entnahme von Grundwasserproben nach der Errichtung der Messstelle ist das Merkblatt „Grundwasserprobenahme“ zu beachten.

6 Leistungsgegenstand

Folgende Planungs-, Überwachungs- und Dokumentationsleistungen sind zu erbringen:

Planungsleistungen:

- Einholung der Grundstücksbetretungserlaubnis
- Protokollarische Dokumentation des Zustandes des Geländes vor Beginn der Bohrarbeiten und nach Abschluss der Bohr- und Installationsarbeiten. Beide Protokolle sind vom Grundstückseigner oder Pächter zu unterzeichnen.
- Einholung der Schachtscheine und der Bohrgenehmigung
- Abstecken der Bohrpunkte
- Einholung von Dokumenten zur Munitionsfreiheit bzw. der Notwendigkeit einer Sondierung auf ferromagnetische Störkörper im Untergrund beim Staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienst des Freistaates Sachsen; ggf. Veranlassung der Durchführung einer Sondierung

Überwachungsleistungen:

- Durchführung der örtlichen Bauüberwachung der Bohr- und Ausbauarbeiten, Dokumentation der geologischen Schichtenfolge und Festlegung des jeweils endgültigen Messstellenausbaues,
- Durchführung der Beprobung der Bohrkerne. Siebanalysen und geochemischen Untersuchungen werden einem zertifizierten Labor durchgeführt.
- Probentransport in ein zertifiziertes Labor
- Überwachung der Kurzpumpversuche, Durchführung der Vor-Ort-Bestimmungen der Leitkennwerte (el. Leitfähigkeit, pH-Wert, O_2, Wassertemperatur) und Entnahme der Grundwasserproben.
- Grundwasseranalytik in einem zertifizierten Labor.

Dokumentation / Datenerfassung:

Die hydrogeologischen Daten

- Grund- und Stammdaten
- Schicht- und Ausbaudaten einschließlich Ringraumhinterfüllung
- Korngrößenanalysen
- Pumpversuchsdaten einschließlich hydrogeologische Parameter aus Pumpversuch
- hydrochemische Daten sowie
- die Stamm- und Bewegungsdaten Grundwasser

sind nach den Erfassungsvorschriften des jeweiligen Bundeslandes zu erfassen.

Die Abschlussdokumentation soll enthalten:

- kurze Beschreibung der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse
- Lageplan
- Schichtenverzeichnisse inkl. Kopfblatt gemäß DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14688-2 , DIN EN ISO 14689-1)
  Dies umfasst neben der lithologischen Beschreibung der Locker- und Festgesteine auch Angaben von sämtlichen Wasseranschnitten und Ruhewasserspiegeln, die Beschreibung von gestörten Bereichen im Festgestein, umfängliche Angaben zum Trennflächeninventar der Festgesteine (u.a. Kluftweiten, -abstände, -beläge), die Verwitterungsgrade der Festgesteine sowie die stratigraphische Einordnung der Schichteinheiten
- Ausbauzeichnung gemäß DIN 4023; die Ausbauzeichnung hat den Ist-Zustand der Grundwassermessstelle als Bestandsplan darzustellen; Erkenntnisse aus Kontrollen und Abnahmen sollen in die Darstellung einfließen
- Protokoll über die Abdichtung der Grundwassermessstelle
- Pumpversuchsprotokoll und –auswertung
- Dokumentation der Funktionsfähigkeitsprüfung einschl. Stellungnahme zu
  - Filterteufe
  - Durchlässigkeit von Filter und Filterkies
  - Aushaltung von Tonlagen im Gebirge
  - Tonsperrennachweis
- Protokoll zum Auffüllversuch bei Abnahme der Messstelle
- Dokumentation der Untersuchungsergebnisse (Wasseranalytik, Fotodokumentation (Nahaufnahme + Messstelle mit Umfeld), Korngrößenbestimmung)

Die Dokumentation ist in 3-facher Ausfertigung zu erstellen.

Baustelleneinrichtung, Räumung und Abnahme

Vor Beginn der Feldarbeiten sind Schachtscheine bei den Versorgungsträgern einzuholen.

Die ortskonkrete Einweisung erfolgt nach Auftragserteilung vor Beginn der Feldarbeiten durch eine Befahrung und Verpflockung) des Standortes.

☐ **An dieser Befahrung nimmt der Grundstückseigentümer sowie bei Bedarf der Projektbegleiter sowie der Projektbevollmächtigte teil.**

Die Baustelle ist entsprechend den geltenden Vorschriften zu sichern. Nach Abschluss der Arbeiten ist der Standort vollständig zu räumen und der ursprüngliche Zustand des Geländes in der Umgebung der Messstelle wiederherzustellen.

Im Anschluss daran wird - wiederum im Rahmen einer eintägigen Befahrung – gemeinsam vor Ort eine Abnahme der fertig gestellten Bauwerke durchgeführt. Hierzu wird ein Protokoll mit ggf. einer Mängelauflistung erstellt, die anschließend beseitigt werden müssen.

Bohrarbeiten

-Angaben zum geologischen Teufenziel der Bohrung:

-Angaben zum Abstand der Bohrungen bei Messstellengruppen:

Die Bohrpunkte sind alle mit einem Kabelsuchgerät zu begehen und ggf. mit Hand bis 1,5 m vorzuschachten. An den Standorten, an denen aufgrund der Hinweise des Staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienstes eine Sondierung auf ferromagnetische Störkörper im Untergrund (Munitionsreste) notwendig ist, muss diese durchgeführt werden.

Zu den Bohrungen ist ein Bohrmeister-Schichtenverzeichnis zu erstellen und gemäß DIN EN ISO 14688-1 , DIN EN ISO 14688-2 , DIN EN ISO 14689-1) zu dokumentieren, das neben der lithologischen Beschreibung der Locker- und Festgesteine auch Angaben von sämtlichen Wasseranschnitten und Ruhewasserspiegeln, die Beschreibung von gestörten Bereichen im Festgestein, umfängliche Angaben zum Trennflächeninventar der Festgesteine (u.a. Kluftweiten, -abstände, -beläge), die Verwitterungsgrade der Festgesteine sowie die stratigraphische Einordnung der Schichteinheiten.

Die Bohrungen werden als Kernbohrungen mit der Möglichkeit der Gewinnung kompletter ungestörter Bohrkerne abgeteuft. Es darf nur Fremdwasser eingesetzt werden, das keinen nachhaltigen Einfluss auf die Beschaffenheit des Grundwassers vor Ort hat und Trinkwasserqualität aufweist.

-Abweichungen und Vorgaben im Einzelfall-

Das erbohrte Material ist unverfälscht in der Kornzusammensetzung vollständig in Form von Meterintervallen in Kernkisten abzulegen. Bis zur Freigabe des Bohrgutes gemäß § 5 Lagerstättengesetz durch die geologische Landesanstalt sind die Kernkisten vor Witterungseinflüssen auf der Baustelle unter Bezeichnung der genauen Entnahmetiefe zu schützen.

Der Projektbevollmächtigte ist laufend über den Fortgang der Arbeiten, insbesondere den Bohrfortschritt zu informieren. Die Entscheidung über den vor Ort festzulegenden Messstellenausbau

(Filterlage und –länge) ist nur in Abstimmung mit dem Projektbevollmächtigten zu treffen. Die im Leistungsverzeichnis aufgeführte Endteufe ist i. S. von orientierender Endteufe zu verstehen. Wird der Wasseranschnitt bereits vorher erreicht, ist der Projektbevollmächtigte darüber unverzüglich zu informieren und eine Abstimmung über den weiteren Bohrverlauf herbeizuführen.

-Bei Festgesteinsbohrungen-

☐ **Zur Präzisierung der Schichtgrenzen und insbesondere für die Ausbaufestlegung ist bei einer Festgesteinsbohrung die Durchführung geophysikalischer Bohrlochmessverfahren notwendig. Es sind geophysikalische Bohrlochuntersuchungen nach folgenden Verfahren vorzusehen:**

- **SAL-TEMP-Messungen**
- **Flowmetermessung**

Bei Abweichungen ist eine Abstimmung mit dem Projektbevollmächtigten herbeizuführen. Die dadurch entstehende und nicht für begleitende Arbeiten (z. B. Reinigung des Bohrlochs) zu nutzende Wartezeit kann in Form von Kolonnenstunden abgerechnet werden.

Stören Steinhindernisse den Bohrfortschritt, ist der AN durch das Bohrunternehmen unverzüglich zu informieren. Ist das Hindernis nach 2 Stunden nicht beseitigt, werden die Arbeiten eingestellt. Der AN unterbreitet dem Projektbevollmächtigten Vorschläge zur Beseitigung der Hindernisse und stimmt diese mit ihm ab. Die hierdurch entstandene Wartezeit kann nicht als Kolonnenstunden abgerechnet werden. Über die aufsummierten Steinstunden einer Bohrung wird bei Abschluss der Bohrung ein Protokoll geführt.

Ausbau der Grundwassermessstelle

-vorläufige Angaben zum Ausbau, insbesondere zur Filterlage und Filterlänge

Der Durchmesser des Bohrloches muss so dimensioniert sein, dass die projektierte Endteufe + 10 m sowie der problemlose Einbau von Rohrmaterial mit DN 125 gewährleistet ist.

Der Ausbau wird anhand der angetroffenen Schichtenfolge in Absprache mit dem Projektbevollmächtigten festgelegt. Dieser erscheint unverzüglich nach Benachrichtigung über das Erreichen der projektierten Endteufe vor Ort.

Über die endgültig bestimmte Teufe des Ausbaus wird vom AN ein schriftliches Protokoll angefertigt.

Die Grundwassermessstellen werden in Abhängigkeit von der Tiefenlage des angetroffenen Wasserspiegels, der Tiefe der Messstelle und der Art der angetroffenen Schichten in DN 125 mit einer Filterlänge von i. d. R. 2 Meter ausgebaut. Ausnahmen hiervon werden vor Ort angewiesen. Technische Detailangaben zum Ausbau enthält das LV. Die im LV angegebenen Massen pro Position können sich im Ergebnis der Bohrarbeiten verändern.

Es muss sichergestellt sein, dass vor Ort bei Durchführung der Bohrung Rohrmaterial vorhanden ist, das über die angegebenen Massen um 20 % hinausgeht. Das eingesetzte Material muss

druckwasserdicht sein und Doppelmuffenverbindungen aufweisen. Das Material der Filter- und Aufsatzrohre muss korrosionsbeständig sein und darf weder Stoffe an das Grundwasser abgeben noch relevante Größenordnungen von Grundwasserinhaltsstoffen adsorbieren.

Die Schlitzweite der Filterrohre ist dem Aquifersediment gemäß W 121 anzupassen.

Zur Ausbaukontrolle wird nach Errichtung der Messstellen zunächst eine Kameratiefenbefahrung und geophysikalische Vermessung (Ausbaukontrolle der Hinterfüllungen) durchgeführt. Werden hierbei Mängel der technischen Durchführung erkennbar, werden diese dem Auftraggeber der Leistung sowie den Ansprechpartnern mitgeteilt. Er muss diese dann im Rahmen der Gewährleistungsgarantie auf eigene Kosten beseitigen. Dies betrifft auch eventuell auftretende Setzungen.

Verfüllung

Im Filterbereich sind in der Regel 4 m Filterkies zu schütten (zusätzlich zum Filterbereich je 1 m Über- bzw. Unterschüttung). Hierfür wird reiner, gewaschener Quarzsand nach DIN 4924 entsprechend den angetroffenen geologischen Verhältnisse verwendet. Unmittelbar unter einer Tonsperre liegende Filterbereiche sind mit „Gegenfiltern“ mit den gleichen Qualitätsanforderungen, aber geringerer Körnung vor dem Eindringen von Tonpartikel zu schützen.

Die Körnung ist den vorgefundenen geologischen Verhältnissen nach der W 121 anzupassen. Der übrige Bereich des Grundwasserleiters muss im Ringraumbereich mit Füllsand aufgefüllt werden. Hierfür darf nicht das erbohrte Sediment des Grundwasserleiters verwendet werden (s. DVGW W 121), dieses ist komplett abzutransportieren.

Das Wiederherstellen von hydraulischen Sperrschichten (Grundwasserhemmern) ist im Ringraum zu berücksichtigen. Diese Bereiche im Ringraum mit Ton aufgefüllt und abgedichtet werden. Der verwendete Ton muss geophysikalisch nachweisbar sein.

Der obere Abschluss des Ringraumes bis 1 Meter unter Geländeoberkante ist mit einer Tonsperre zu versehen. Der verwendete Ton muss geophysikalisch nachweisbar sein.

Im Einzelfall können in den Ringraum oder zur Rückverfüllung des Bohrlochs nach Rücksprache mit den Ansprechpartnern nicht ferromagnetisch markierte Tonabdichtungen eingebracht werden.

Es muss sichergestellt sein, dass vor Ort bei Durchführung der Bohrung Schüttmengen vorhanden ist, die über die angegebenen Massen um 20 % hinausgehen.

Nach Einbau der Rohre und der Hinterfüllungsmaterialien wird die Messstelle mit geeigneten Mitteln (z. B. Druckluft) klargespült. Hierzu ist ein Protokoll zu erstellen.

Obertägiger Messstellenabschluss

Die Messstelle ist obertägig im Überflurausbau herzustellen.

☐ **Überflurausbau**

Die Messstelle ist über Flur auszubauen Die Vorgaben der Richtlinie W 121 sind einzuhalten. Der Abschluss besteht aus einem Schutzrohr (1,5 m lang), das in Beton gegründet (0,80 x 0,8 x 0,15 m) sowie einer Abschlusskappe jeweils passend für DN 65 bzw. DN 115. In die Abschlusskappe müssen die achtstelligen Messstellenkennziffern, die nach Beauftragung übergeben werden, eingeschlagen werden.
Zusätzlich muss ein in Beton gegründetes Schutzdreieck (ca. 60 cm hoch) mit Sichtstange (ca. 1 m hoch) aus verzinktem Stahlrohr zur Sicherung der Messstelle gegen Umfahren geliefert und angebracht werden.

☐ **Unterflurausbau:**

Der Unterflurausbau muss ebenfalls entsprechend der W 121, bestehend aus einer Straßenkappe nach DIN 4055 in Beton gegründet und einer SEBA-Abschlusskappe erfolgen.

Pumpversuch

Zur Ermittlung der geohydraulischen Parameter ist nach Ausbau der Messstelle ein 12-stündiger Pumpversuch mit variabler Förderleistung und anschließender Wiederanstiegsmessung bis zum Ausgangswasserspiegel vorzusehen. Der Pumpversuch ist nach DVGW Regelwerk W 111 (Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen) durchzuführen und zu dokumentieren.

Über das Klarpumpen ist ein detailliertes Pumpprotokoll (entsprechend DVGW-Richtlinie W 111), in dem allgemeine Angaben zum PV, die Fördermengen/-zeiten, die Wasserspiegelentwicklung, die Entwicklung der vor-Ort-Parameter sowie die geloteten Endteufen davor und danach festgehalten werden, zu führen.

Während der Pumpphase wird die Wasserspiegelentwicklung mittels Kabellichtlot o. ä. gemessen. Der Wiederanstieg nach Beendigung des Pumpversuchs wird mindestens eine halbe Stunde nach Abstellen der Pumpe, in jedem Fall aber bis zum Erreichen des ehemaligen Ruhewasserpiegels, dokumentiert.

Die Ableitung des geförderten Abpumpwassers hat entsprechend den örtlichen Verhältnissen und gesetzlichen Vorschriften zu erfolgen. Für den Fall, dass keine Genehmigung für die Wasserableitung vorliegt, ist ein Tankwagen vorzuhalten.

Anhand des Pumpversuches sollen hydraulische Kriterien für die künftige repräsentative Grundwasserprobenahme festgelegt werden. Daher sind die Leitkennwerte elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffkonzentration, Temperatur im zeitlichen Verlauf kontinuierlich (mindestens stündlich) zu erfassen.

Oberirdische Einmessung und Probenahme

Die Lage und die Höhe der Messstelle sind nach Punkt 1 mit der Genauigkeit eines Zentimeters durch ein Vermessungsbüro festzustellen. Eine Bestimmung mittels GPS ist nicht ausreichend. Notwendig ist das Setzen eines Festpunktes in Pegelnähe, das Hin- und Rücknivellement zwischen zwei amtlichen

Höhenfestpunkten, das jeweils über den Messpunkt als Umsetzpunkt (keine Zwischenablesung) geführt wird und die Erstellung der Vermessungsprotokolle nach den Vorgaben der LAWA Grundwasserrichtlinie 1/82.

Auf Anweisung des Projektbevollmächtigten werden pro Messstelle eine oder zwei Sedimentmischproben entnommen. Diese müssen in ein zertifiziertes Labor zur Durchführung einer Sieb- bzw. einer Sieb-/Schlämmanalyse (nur Lockergestein) zur Bestimmung des Korngerüstes und einer geochemischen Analyse auf folgende Stoffe unterzogen werden:

Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink, Thalium, Vanadium, Mangan, Schwefel, gesamt, H2O-, SiO2, TiO2, Al2O3, FeO, Fe2O3, MgO, CaO, Na2O, P2O5, K2O

Nach Durchführung des Klarpumpversuchs wird für eine Erstuntersuchung eine Grundwasserprobe zur chemischen Analytik entnommen. Diese muss gemäß den gültigen Bestimmungen zur Probennahme entnommen, protokolliert, in ein Labor transportiert und dort auf folgendes Parameterspektrum (beispielhaft) analysiert werden:

☐ **Vor-Ort-Parameter:**
Sauerstoff. LF, pH Redoxspannung, Temperatur, Säurekapazität bis pH 4,3

☐ **Hauptinhaltsstoffe**
(z.B. pH-Wert (Labor), Säurekapazität bis pH 4,3, Säurekapazität bis pH 8,2. Basenkapazität bis pH 4,3, Basenkapazität bis pH 8,2, Hydrogenkarbonat/Karbonat, Karbonathärte, Chlorid, Sulfat, Nitrat, Nitrit, Ammonium, P, gesamt, N, gesamt, anorganisch gebundener Stickstoff, spektraler Absorptionskoeffizient 254nm, spektraler Absorptionskoeffizient 436nm, gelöster organisch gebundener Kohlenstoff, adsorbierbare organisch gebundene Halogene, o-Phosphat, Silikat, Fluorid, Abdampfrückstand, TOC, Gesamthärte, Phenolindex, wasserdampffl. Phenolindex, ges.)

☐ **Metalle (gesamt/gelöst):**
(z.B. Aluminium, Calcium, Eisen, Magnesium, Kalium, Natrium, Mangan, Arsen, Blei, Kupfer, Cadmium, Quecksilber, Nickel, Chrom, Zink, Cobalt, Barium, Eisen II, Strontium, Uran, Bor, Vanadium)

☐ **LHKW, PAK, BTEX, MKW, PCB**

☐ **Triazine: Desethylatrazin, Simazin, Atrazin, Propazin, Terbutylazin, Sebutylazin, Terbutryn, Prometryn, Hexazinon, Bromacil, Metolachlor, Desethylterbutylazin, Desisopropylatrazin, Metazachlor, Cyanazin, Metribuzin**

☐ **Bakteriologie: Koloniezahl (20°C) , Koloniezahl (36°C), Koliforme**

Sonstiges

Zur Ausbaukontrolle werden nach Errichtung der Messstellen zunächst eine Kameratiefenbefahrung und eine geophysikalische Vermessung (Ausbaukontrolle der Hinterfüllungen) durchgeführt. Werden hierbei Mängel der technischen Durchführung erkennbar, werden diese dem Auftraggeber der Leistung sowie den Ansprechpartnern mitgeteilt. Er muss diese dann im Rahmen der Gewährleistungsgarantie auf eigene Kosten beseitigen. Dies betrifft auch eventuell auftretende Setzungen.

Nach Beendigung aller Feldarbeiten werden innerhalb von vier Wochen sämtliche Dokumentationen (Schichtenverzeichnisse gemäß DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14688-2, DIN EN ISO 14689-1), Ausbauzeichnungen gemäß DIN 4023, Pumpprotokolle und Aufmass) übergeben.

Die Abnahme der Leistungen erfolgt erst nach Vorliegen der Ergebnisse der Kameratiefenbefahrung und geophysikalischen Kontrollmessungen und einer Vor-Ort-Begehung. Dabei festgestellte Mängel müssen unverzüglich beseitigt werden.

Sämtliche Qualitätsanforderungen, die an ein Bohr- und Brunnenbauunternehmen zum Nachweis seiner personellen und technischen Qualifikation gestellt werden, sind dem Angebot beizulegen. Notwendig ist ein Nachweis durch eine Zertifizierung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 120 - 1 „Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik,

Brunnenbau, -regenerierung, -sanierung und -rückbau“.

Anlage 7: Musterleistungsverzeichnis zur Errichtung einer Grundwassermessstelle (Beispiel einer Messstelle im Festgestein)

Projekt-Nr. :

Bauvorhaben :

Bauherr :

Leistungsumfang :

Ausschreibung vom :

Ausführungsfrist :
Angebotsabgabe bis :
Angebotsabgabe an:
Zuschlagsfrist:

Bieter: .....
.....
.....
.....

Angebotssumme netto : EUR

.....% MWSt : EUR

Angebotssumme brutto : EUR

(Stempel und rechtsverbindliche Unterschrift) (Datum)

OZ	Ebene		Seite	
0	1	ERGÄNZUNG DER ANGEBOTSANFORDERUNGEN		
1		Baustelleneinrichtung/-räumung		
1.1		Baustelleneinrichtung	2	Bohrarbeiten
2.1		Bohrarbeiten im Trockenbohrverfahren		
2.2		Umstellung Bohrverfahren		
2.3		Bohrarbeiten im Seilkernbohrverfahren		
2.4		Aufweiten der Bohrung		
2.5		Entsorgungsleistungen		
3		Ausbauarbeiten		
3.1		Ausbau		
3.2		Hinterfüllung		
3.3		Übertageabschluss		
3.4		Klarpumpen/Entsanden		
4		Kurzpumpversuche		
4.1		Pumpversuchsdurchführung		
5		Geophysik, TV-Befahrung		
5.1		Thermo-Flowmetermessung im offenen Bohrloch		
5.2		Geophysik als Ausbaukontrolle		
5.3		TV-Untersuchung		
6		Vermessungsarbeiten		
6.1		Markscheiderische Vermessung		
7		Regiearbeiten, Dokumentation		
7.1		Regiearbeiten		
7.2		Dokumentation		

0 ERGÄNZUNG DER ANGEBOTSANFORDERUNGEN

Automatische Sortierung

Die Verdingungsunterlagen werden automatisch sortiert. Der Bieter hat die Vollständigkeit der Unterlagen anhand der Seitenzahlen zu prüfen und fehlende Blätter bei der ausschreibenden Stelle anzufordern.

Punktfolgen

Punktfolgen in den Beschreibungen des Leistungsverzeichnisses sind vom Bieter auszufüllen.

Elektronische Angebotsbearbeitung

Nutzen Sie die Möglichkeit der elektronischen Angebotsbearbeitung durch Datenaustausch über die standardisierten GAEB-Schnittstellen der Datenart 83 (Angebotsaufforderung) und Datenart 84 (Angebotsabgabe).

Sollten Sie über kein eigenes AVA-Programm verfügen, steht Ihnen im Downloadbereich unserer Website unter das Ausfülltool " " zum kostenlosen Download bereit.

1 WEITERE BESONDERE VERTRAGSBEDINGUNGEN

Gleichwertigkeit technischer Spezifikationen

Soweit im Leistungsverzeichnis auf technische Spezifikationen (z. B. nationale Normen, mit denen europäische Normen umgesetzt werden, europäische technische Zulassungen, gemeinsame technische Spezifikationen, internationale Normen) Bezug genommen wird, werden auch ohne den ausdrücklichen Zusatz:

"oder gleichwertig", immer gleichwertige technische Spezifikationen in Bezug genommen. (DIN 18299 (VOB/C) Abschn 0 Abs.1)

B a u s t e l l e n b e s p r e c h u n g

Der Auftragnehmer hat zu den Baustellenbesprechungen, die der Auftraggeber regelmäßig durchführt, einen bevollmächtigten Vertreter zu entsenden. Die Besprechungen finden jeweils wöchentlich bzw. operativ nach Bedarf statt.

B a u f r i s t e n p l a n

Der Auftragnehmer hat einen Baufristenplan als Balkendiagramm über seine vertraglichen Leistungen zu erstellen, anhand dessen die Einhaltung der Vertragsfristen nachgewiesen u.überwacht werden kann. Die Festlegungen des Auftraggebers, z. B. zur baufachlichen oder terminlichen Koordinierung mit den übrigen Leistungsbereichen, sind zu berücksichtigen. Bei Änderungen der Vertragsfristen oder bei erheblichen Abweichungen von sonstigen Festlegungen ist der Plan unverzüglich zu überarbeiten. Der Plan ist dem Auftraggeber '12' Werktage nach Auftragserteilung, bei Überarbeitungen unverzüglich jeweils in '2' Ausfertigungen zu übergeben.

F r i s t e n - / T e r m i n ü b e r w a c h u n g

Die Termine werden anhand des übergebenen Bauzeitenplanes überwacht. Der Auftragnehmer erhält von jedem Berechnungslauf eine Terminliste. Die Terminliste ist im notwendigen Umfang, mindestens jedoch bei Abweichungen mit dem Auftraggeber und der örtlichen Bauleitung abzusprechen.

A n o r d n u n g v o n S t u n d e n l o h n a r b e i t e n

Mit der Ausführung der im Leistungsverzeichnisvorgesehenen Stunden-lohnarbeiten ist erst nach schriftlicher Anordnung desAuftraggebers zubeginnen. Der Umfang der im Einzelfall zu erbringenden Leistungen wird bei der Anordnung festgelegt. Die Stundenlohnzettel sind zeitnah, mindestens wöchentlich einzureichen.

S c h u t t b e s e i t i g u n g

Der bei den Arbeiten des Auftragnehmers anfallende Schutt (Bauschutt, Verpackungsmaterial und sonstige Abfälle) ist in Schuttbehältern des Auftragnehmers zu sammeln. Die Schuttbeseitigung wird vom Auftragnehmer je Einzelbaustelle nach Erfordernis durchgeführt.

M a t e r i a l a n l i e f e r u n g

Die Anlieferung von Material hat fracht- u. verpackungsfrei bis zur Verwendungsstelle zu erfolgen. Hilfskräfte zum Entladen der Teile werden nicht zur Verfügung gestellt. Alle Lieferungen, auch kleinsten Umfangs, sind vom Auftragnehmer auf der jeweiligen Baustelle in Empfang zu nehmen. An den Auftraggeber gesandte Lieferungen werden auf Kosten des Auftragnehmers an den Absender zurück geschickt. Dem Auftragnehmer werden unentgeltlich zur Mitbenutzung überlassen (§ 4 Abs. (4) VOB/B:
keine Bereitstellung von Medien, siehe Pkt. 4.2.3 Lager und Arbeitsplätze auf der Baustelle: begrenzt, siehe Pkt. 4.2.6 Vorhandene Zufahrtswege zur Baustelle

weitere Hinweise zu den Zufahrtswegen siehe Pkt. 4.2.1

Ü b e r g a b e v o n A u s f ü h r u n g s z e i c h n u n g e n

Ausführungszeichnungen werden in Papierform 2-fach und digital (vervielfältigungsfähig) übergeben.
- Zeichnungen und Unterlagen für technische Anlagen:
Die Aufmaßerstellung hat für jeden Messstellenstandort positionsweise zu erfolgen. Aufmaßzusammenstellungen sind allen Teil- und Schlussrechnungen beizufügen. Auf Wunsch des Auftraggebers sind Rechnungen für abgegrenzte Teilbereiche zu stellen. Die Teilbereiche werden vom Auftraggeber festgelegt. Abrechnungszeichnungen (in deutscher Sprache) sind mit Inhaltsverzeichnis geordnet 3-fach in je einem kompletten Ordner zu liefern, im Einzelnen vgl. Pkt. 4.3.6. Diese Leistung wird nicht gesondert vergütet und ist in die Einheitspreise

einzukalkulieren.
Maße und Mengenangaben:
Die in der Leistungsbeschreibung angegebenen Maße sind Richtmaße und müssen deshalb während der Baurealisierung entsprechend den Bohrergebnissen konkretisiert werden.

ENDE DER WEITEREN BESONDERENVERTRAGSBEDINGUNGEN

3 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)

Baulärm

Auf den Baustellen und dürfen nur schallgedämmte Baumaschinen eingesetzt werden.

Lage von Leitungen, Kabeln und dgl.

Der Auftragnehmer hat sich vor Ausführung der Arbeiten über die Lage von Leitungen, Kabeln, Dränen, Kanälen u. dgl. bei den für die Ver- und Entsorgungsanlagen zuständigen Trägern zu unterrichten.

Fahrzeuge

dürfen die Baustelle nur befahren, wenn dies unmittelbar für die Arbeiten notwendig ist. Sämtliche übrigen Fahrzeuge, einschließlich derjenigen der beschäftigten Arbeitnehmer, sind außerhalb der Baustelle zu parken. Eine Haftung für eventuell auftretende Schäden oder Verluste wird ausgeschlossen.

4 PROJEKTBESCHREIBUNG – ANLAGEN

4.1 Vorbemerkungen

4.1.1 Aufgabenstellung

Mit dem vorgesehenen Neubau von Grundwassermessstellen bzw. Grundwassermess- stellen-Gruppen nahe bzw. innerhalb der Ortslagen , _ und ist die Zielstellung verbunden, repräsentative Messstellen für die Beobachtung der - Grundwasserleiter (und Sedimente der) in qualitativer und quantitativer Hinsicht innerhalb des staatlichen Grundwasser-Beobachtungsnetzes zu installieren. Die in den Anlagen 1 - 3, jeweils Bl. 1 und 2, dokumentierten Standortvorschläge entsprechen den Vorschlägen des

4.1.2 Auszuführende Leistung

Die Leistung beinhaltet das Niederbringen und den Ausbau von Beschaffenheits- messstellen (und jeweils Messstellengruppe), die gleichzeitig für die hydrodynamische Kontrolle genutzt werden sollen. Die dafür zu realisierenden Einzelpositionen enthält das Leistungsverzeichnis. Verbindliche Grundlage für die Baumaßnahme ist das DVGW-Regelwerk (Arbeitsblatt W 121 - Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen einschl. Arbeitsblätter W 110 - W 120) sowie anerkannte Regeln der Technik (z. B. DIN). Ebenso sind die einschlägigen gesetzlichen Regelungen zum Arbeitsschutz und zur Unfallverhütung einzuhalten.

4.1.3 Vorhandene Unterlagen

Zu den vorgesehenen Arbeiten liegt je Bohrstandort bzw. je zu errrichtende Messstelle/Messstellengruppe eine konkrete Aufgabenstellung, erarbeitet vom , vor: - „Aufgabenstellung zum Neubau einer Grundwassermessstelle in mit oberirdischem Abschluss. – vom , unveröff.“, Diese können bei Bedarf beim AG eingesehen werden.

4.2 Angaben zur B a u s t e l l e

4.2.1 Lage der Baustelle und Zufahrtsmöglichkeiten

Die Lage der neu zu installierenden Grundwassermessstellen ist aus den topographischen Übersichtskarten und den Flurplänen aus den Anlagen 1 - 3, jeweils Bl. 1 und 2 ersichtlich. Die Zufahrten zu den Bohrstandorten nahe der Ortschaften sowie innerhalb der Ortslage sind ergänzend zu den Angaben im Punkt 2.2 aus dem jeweiligen topographischen Lageplan zu ersehen; vgl. auch Übersichtslageplan in Anlage 4. Hinsichtlich der Zufahrten sind die Bohrstellen und unproblematisch. Die Befahrbarkeit der Feld- bzw. Waldwege zum Bohrpunkt ist dagegen stark witterungsabhängig. Daher wird vorsorglich Weg- und Zufahrtsbau mit eingeplant. In und ist die Nähe zur Ortsbebauung (Lärmbelästigung) zu beachten. Eigentümer der Grundstücke sind in - und Private und in eine GmbH. Die Gestattungsverträge mit den Eigentümern werden durch den AG, geschlossen. Sie betreffen die Zustimmungseinholung für die Ausführung der technischen Arbeiten, den dauerhaften Verbleib der GW-Messstellen einschließlich deren dauerhafte kontinuierliche Nutzung für die hydrochemische und hydrodynamische Beobachtung (1 - 2mal jährlich) durch die . Die Vorinformation an die Eigentümer zur genauen Ausführungszeit und die Abstimmungen für die Zeit der Bauausführung (einschließlich Ist-Dokumentation der benutzten Flächen und Zufahrten) obliegt dem technischen Auftragnehmer.

4.2.2 Kennzeichnung der Baustelle

Jede Baustelle ist zu kennzeichnen und gegenüber Unbefugten zu sichern, siehe Punkt 4.3.4. Die Befahrbarkeit ist teilweise witterungsabhängig (Flächennutzung: Wiese und Ackerland). Entstandene Schäden, die beim Befahren/Begehen vom technischen Auftragnehmer verursacht werden, sind auf Kosten des AN zu beseitigen. Das trifft neben den Bohrstandorten ebenso auf die Zufahrten und die Lagerflächen zu.

4.2.3 Überlassen von Medien

Medien (Energie, Wasser etc.) werden keine bereitgestellt, vgl. Leistungsverzeichnis. Sie sind Sache des technischen AN (Bau- bzw. Bohrfirma). Prinzipiell ist die Nutzung von Fremdwasser aus den benachbarten stillgelegten Tiefbrunnen möglich, da diese ehemals für die Trinkwasserversorgung genutzt wurden. Für die Wasserentnahme ist die Zustimmung bei den Wasserwerken vom technischen Auftragnehmer einzuholen.

4.2.4 Geländeverhältnisse, Geologie, Hydrogeologie

Die Bohrstandorte befinden sich randlich genutzter landwirtschaftlicher Flächen. Die in den Anlagen 1 – 3 beigefügten Fotodokumente zeigen die Geländebedingungen sowie den Bebauungszustand im September 2010. Der voraussichtliche geologische Schichtaufbau der neu zu installierenden GWM ist in den Anlagen 1- 3, jeweils Bl. 3 (sowie Bl. 4 - und) enthalten. Beeinträchtigungen durch Oberflächenwasser bei Starkniederschlägen können an allen drei Bohrstandorten nicht ausgeschlossen werden.

4.2.5 Vorgaben für die Entsorgung von Materialien und Ableitung anfallenden Grundwassers

Die Entsorgung von Boden- und Gesteinsmaterial usw. hat durch den AN entsprechend den gesetzlichen Vorschriften zu erfolgen und ist gegenüber dem AG nachweispflichtig. Das bei den Bohr- und Pumpversuchsarbeiten usw. anfallende Grundwasser ist schadlos abzuleiten. Ableitungsmöglichkeiten bestehen prinzipiell und werden vor Ort zur Anlaufberatung mit aufgezeigt. Sehr stark verschmutzte Wässer sind ggf. vor Einleitung vorzureinigen (z. B. Absetzbecken o. ä.).

4.2.6 Besondere Hinweise

Die geplanten voraussichtlichen Endtiefen je Bohrstandort sind i. S. von orientierenden Endteufen zu verstehen: Die Einstellung der Bohrung erfolgt durch die Bauleitung in Abstimmung zum Bohrfortschritt mit dem . Der

Abstand der Bohrungen an den Messstellengruppen und beträgt zwischen 3 bis maximal 5 m. Die Bohrstandorte werden vor Beginn der technischen Arbeiten bei einer gemeinsamen Befahrung (AG, ,technischer AN, Bauleitung) verpflockt. Mit abweichenden Schichtgrenzen ist grundsätzlich an allen Bohrstandorten zu rechnen. Die Einstellung der Bohrungen erfolgt vom betreuenden Geologen entsprechend Bohrfortschritt in Abstimmung mit den Fachkollegen der geologischen Landesanstalt. Obwohl am Bohrstandort in den Altschichtdaten keine quartäre Bedeckung ausgehalten wurde, ist sie ggf. dennoch zu erwarten. Im geplanten Bohrbereich kann diese voraus- sichtlich als ca. 2 m mächtige (ggf. auch mächtiger) pleistozäne Solifluktionsdecke (u. a. Hanglehm, Hangschutt) angenommen werden. Die Bohrungen sind so abzuteufen, dass der geforderte Mindestbohrenddurchmesser garantiert wird. Als Spülung darf nur Wasser eingesetzt werden, das keinen nachhaltigen Einfluss auf die Beschaffenheit des Grundwassers an den Bohrstandorten hat, also Trinkwasserqualität. Daher sind die stillgelegten Tiefbrunnen (vgl. Punkt 4.2.3) geeignet. Generell ist zu beachten, dass von den technischen Gerätschaften kein Eintreten von Schmier- und Treibstoffen sowie Hydraulikölen in den Untergrund erfolgen darf. Gegebenenfalls notwendige Wartungsarbeiten und die Betankung von Geräten und Maschinen sind grundsätzlich auf geeigneten befestigten Flächen vorzunehmen Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass Belästigungen angrenzender Wohnbebauungen (insbesondere ,) durch Lärm, Staub usw. entsprechend dem Stand der Technik zu vermeiden bzw. auf ein Mindestmaß zu reduzieren sind. Der Arbeits- sowie Lagerungsraum je Bohrstandort ist auf ein Minimum zu beschränken. Alle von den Arbeiten des AN herrührenden Verunreinigungen sind durch diesen zu beseitigen.

4.2.7 Hindernisse im Bereich der Baustellen, Gleichzeitig laufende Arbeiten

Es sind keine bekannt.

4.3 Angaben zur Bauausführung und Qualitätssicherung

4.3.1 Baueröffnung, Bauablauf

Der AN hat mit Beginn der Maßnahme dem AG einen Bauzeitenplan vorzulegen sowie die verantwortliche Aufsichtsperson des AN (Teilnahme an Baueröffnung, zwischenzeitlichen Bauberatungen nach Erfordernis, Bauabnahme) zu benennen. Änderungen im Bauablauf sind anzuzeigen und mit dem AG und mit der Bauleitung abzustimmen. Alle eingesetzten Geräte haben dem Stand der Technik zu entsprechen. Die dafür vorgeschriebenen gesetzlichen Prüffristen und/bzw. Durchsichten unter Beachtung der vom jeweiligen Hersteller gegebenen Hinweise sind einzuhalten. Die Bestätigung dazu ist vom AN zur Baustelleneröffnung nachweislich zu erklären.

4.3.2 Allgemeine und methodische Hinweise

Die allgemeinen methodischen Regelungen für den Bau und Ausbau von GW-Messstellen sind im DVGW-Regelwerk, Arbeitsblatt W 121 enthalten. Ebenso sind bei den gesamten Bohr-, Ausbau- und Testarbeiten die Arbeitsblätter W 110 - 120 mit zu beachten. Die einzelnen Arbeiten sind im LV aufgezeigt. Bei Auftreten bohrtechnischer oder sonstiger Schwierigkeiten ist die örtliche Bauüberwachung und der AG umgehend zu informieren.

4.3.3 Beweissicherung

Der AN hat ein Bautagebuch (täglich) zu führen und zu den Bauberatungen dem Auftraggeber vorzulegen. Das Bautagebuch (einschließlich aller Pläne, Belege, Begleitscheine usw.) ist nach Abschluss der Maßnahme dem AG zu übergeben (spätestens 20 Tage nach Maßnahmeende). Vor Beginn der Arbeiten ist der Geländezustand der Bohr- und Lagerflächen sowie der Urzustand des Wegenetzes zu dokumentieren, z. B. durch Fotodokumente, Protokollierungen. Das gilt ebenfalls für die notwendigen Abstimmungen mit Eigentümern, Nutzern usw.

Täglich sind Tagesberichte vom AN zu erstellen, die dem Bauleiter des AG und der örtlichen Bauleitung zu übergeben sind. Die Tagesberichte müssen enthalten:

alle durchgeführten Arbeiten (u. a. Bohrfortschritt, Bohrprofil bis zur erreichten Bohrtiefe, Wasseranschnitte, Ausbau, PV etc.), ggf. festgestellte Mängel, besondere Vorkommnisse, Abstimmungen mit Bauleitung, Fotodokumentation usw. Mit zu dokumentieren sind alle eingebrachten Materialien einschl. Mengen. Unvorhergesehene bzw. baubehindernde Ereignisse sind zusätzlich zu dokumentieren (Foto, Protokoll, Zeugen usw.) und dem AG bzw. der Bauleitung vorzulegen. Die Vorortüberwachung und Prüfung der Arbeiten erfolgt durch den AG und die örtliche Bauleitung.

4.3.4 Sicherungsmaßnahmen

Die Baustelle ist gegen unbefugtes Betreten zu sichern.Baugruben und Öffnungen sind ordnungsgemäß abzusperren und zu sichern.

4.3.5 Besondere Materialienanforderungen

Durch den technischen Auftragnehmer ist sicherzustellen, dass bei der Ausführung ausreichend Ausbau- und Verfüllungsmaterial vor Ort vorhanden ist.

4.3.6 Prüfverfahren

Nach Abschluss der Arbeiten ist eine gemeinsame Abnahme der Baustelle mit dem AG, der geologischen Landesanstalt, Bauleitung, den Eigentümern bzw. Nutzer und dem technischen AN durchzuführen und zu protokollieren (VOB-Abnahme). Der AN hat die Ausführung seiner Leistung nachprüfbar/nachweisbar zu dokumentieren und zur Bauabnahme folgende Dokumente zu übergeben:

- Bohr- und Ausbaudokumente
- Pumpversuchsprotokolle und –graphiken
- Vermessungsprotokolle
- TV-Bild- und –Erläuterungsberichte
- Ergebnisdokumente geophysikalische Vermessung
- Tagesberichte
- fotographische Baustellendokumentation
- Entsorgungsnachweise

- Freistellungserklärungen der Grundstückseigentümer über die ordnungsgemäße Wiederherstellung des Geländes
- Lieferscheine, Wiegekarten und Prüfzeugnisse eingebauter Materialien
- Bauabnahmeprotokoll gem. VOB.

Alle benannten Dokumente sind vom AN in vervielfältigungsfähiger Form und auf elektronischem Datenträger - CD (jeweils 3 x AG, 1 x Bauleitung) zu liefern.

4.3.7 Aufmaßverfahren

Die Abrechnung aller Leistungspositionen erfolgt prinzipiell nach Aufmaß.

Anlagen

Anlage 1GWM
Bl. 1- Lageplan, M 1 : 10 000
Bl. 2- Flurplan, M ca. 1 : 5 000
Bl. 3- Geologisches Vorprofil und vorgesehener Ausbau GWM 1
Bl. 4- Geologisches Vorprofil und vorgesehener Ausbau GWM 2
Bl. 5- Fotodokumentation

Anlage 2GWM
Bl. 1- Lageplan, M 1 : 10 000
Bl. 2- Flurplan, M ca. 1 : 5 000
Bl. 3- Geologisches Vorprofil und vorgesehener Ausbau
Bl. 4- Fotodokumentation

Anlage 3GWM
Bl. 1- Lageplan, M 1 : 10 000
Bl. 2- Flurplan, M ca. 1 : 5 000
Bl. 3- Geologisches Vorprofil und vorgesehener Ausbau GWM 1
Bl. 4- Geologisches Vorprofil und vorgesehener Ausbau GWM 2
Bl. 5- Fotodokumentation

LEISTUNGSVERZEICHNIS

1 Baustelleneinrichtung/-räumung

Die Reihenfolge der Bohr-, Ausbau- und Testarbeiten je Die Reihenfolge der Bohr-, Ausbau- und Testarbeiten je Bohr-/Baustandort obliegt dem technischen Auftragnehmer. Vor Beginn der Arbeiten ist der vorgesehene Ablauf dem Auftraggeber, SIB Zwickau und der Bauleitung mitzuteilen (siehe auch Vorbemerkungen zum LV).

1.1 Baustelleneinrichtung

1.1.1 Schacht- und Grabegenehmigung Einholen von Schacht- und Grabegenehmigungen für alle Messstellenstandorte

1.1.2 Vorrichten und Vorhalten Bohranlage

Vorrichten, Vorhalten, Ver- und Entladen und Wiedereinräumen einer kompletten, geeigneten Bohranlage mit allem Zubehör am Firmen-Standort bzw. der Baustelle

1.1.3 Antransport Gerätetechnik

Antransport aller für die Niederbringung der Bohrungen erforderlichen technischen Geräteeinheiten, Werkzeuge etc. vom Firmen-Standort zur Baustelle und zurück einschl. Kosten für Anreise des Personals

1.1.4 Einrichtung Baustelle

Einrichten der Baustelle einschl. deren Sicherung gegen den Zutritt Unbefugter, Auf- und Abbau der kompletten Geräteeinheit einschl. aller Nebenarbeiten

1.1.5 Umsetzen der Bohranlage

Umsetzen der Bohranlage und aller Hilfsmaterialien mit allen Ver- und Entladearbeiten

1.1.6 Sondierung auf Kampfmittel

Durchführung einer Sondierung auf ferromagnetische Störkörper im Untergrund nach Erfordernis durch den Staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienst (angenommen 2 Einsätze) Abrechnung erfolgt auf Nachweis Die Einholung von Dokumenten zur Munitionsfreiheit bzw. zur Notwendigkeit einer Sondierung erfolgt durch die Bauleitung im Vorfeld der technischen Arbeiten.

1.1.7 Wasserbereitstellung

Wasserbereitstellung für die GWM-Installationsarbeiten einschl. der Verbrauchskosten bzw. Stellen eines Tankfahrzeuges inkl. des Transportes des Wassers und der Verbrauchskosten

1.1.8 Energiebereitstellung

Energiebereitstellung (ggf. mittels Aggregat) für die GWM-Installationsarbeiten einschl. Verbrauchskosten

1.1.9 Vorhaltung Tankwagen

Vorhaltung Tankwagen, falls keine Genehmigung für die kostenfreie Ableitung des Pumpwassers erteilt wird

1.1.10 Weg- und Zufahrtsbau

Weg- und Zufahrtsbau (Baustraße) nach Erfordernis -Aufbau, Unterhaltung und Rückbau der Baustraße sowie Wiederherstellung entspr. des Urzustandes einschl. aller benötigten Geräte und Materialien, angenommen maximal 600 m Abrechnung erfolgt auf Nachweis

1.1.11 Beräumung Baustelle

Beräumung der Baustelle, Abbau und Abtransport der Gerätetechnik einschl. Instandsetzung der in Anspruch genommenen Gelände- und Zufahrtsflächen mit allen Nebenleistungen (z. B. Einholung der Freistellungserklärungen etc.)

1.1 Baustelleneinrichtung
Summe:

2 Bohrarbeiten
Bohrungen im verrohrten Trocken- und Bohrungen im verrohrten Trocken- und Seilkernbohrverfahren zur Errichtung von insgesamt
Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen zur Grundwasserbeobachtung und -beprobung. Niederbringen von fünf Bohrungen im auflagernden Lockergestein im verrohrten Trocken- bohrverfahren (Mindestbohrdurchmesser 325 mm) und im Festgestein im Seilkernbohrverfahren (Doppelkernrohr, Mindestkerndurchmesser 100 mm) mit anschließendem Aufweiten auf den Bohrendmindestdurchmesser von 300 mm (DVGW, W 121) in Böden der Klasse 6 - 7 einschl. aller Nebenarbeiten; voraussichtliche Teufen der Bohrungen :
m und m
: 68 m
: und m.
Als Spülung darf nur Klarwasser in Trinkwasserqualität verwendet werden. Andere Spülungszusätze sind nicht zulässig.

2.1.1 Teufe 0 - 5 m
Bohrarbeiten im verrohrten Trockenbohrverfahren im auflagerndem Lockergesteinsbereich Boden gemäß beiliegenden voraussichtlichen Bohrprofilen gemäß Anlagen 1 - 3, jeweils Bl. 3 Bodenklasse 3 - 5, DIN 18300 Mindestbohrdurchmesser 325 mm Ausführung mit durchgehender Bohrgutgewinnung Bohrrichtung vertikal Bohrarbeiten im Teufenbereich von 0 - 5 m einschl. aller Nebenarbeiten sowie Ein- und Ausbau der Hilfsverrohrung

2.1.2 Teufe 5 - 10 m
wie Pos. 2.1.1 Bohrarbeiten im Teufenbereich von 5 - 10 m

2.1.3 Probenablage
Entnahme gestörter Proben während Bohrfortschritt im 1-m-Intervall und Ablage in Kernkisten einschließlich wasserfester Beschriftung

2.1 Bohrarbeiten im Trockenbohrverfahren

Summe:

2.2 Umstellung Bohrverfahren
2.2.1 Umstellung Bohrverfahren
Umstellung des Trockenbohrverfahrens auf Seilkern-bohren bei Erreichung der Oberkante Festgestein Hinweis: Gemäß Altbohrbestand und
Umstellung Bohrverfahren erforderlich, unsicher

2.2 Umstellung Bohrverfahren

Summe:

2.3 Bohrarbeiten im Seilkernbohrverfahren
2.3.1 Teufe 0 - 10 m

Kernbohrungen im Seilkernbohrverfahren (Doppelkernrohr) zur Errichtung von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen zur Grundwasserbeobachtung und -beprobung, Mindestkerndurchmesser 100 mm Bohrrichtung vertikal Bodenklasse 6 - 7, DIN 18300 Boden gemäß beiliegenden voraussichtlichen Bohrprofilen gemäß Anlagen 1 - 3, jeweils Bl. 3 Spülung Fremdwasser in Trinkwasserqualität ohne Zugabe von Spülungszusätzen Bohrarbeiten im Teufenbereich von 0 - 10 m mit durchgehender Kerngewinnung einschl. aller Nebenarbeiten

2.3.2 Teufe 10 - 20 m
wie Pos. 2.3.1 Bohrarbeiten im Teufenbereich von 10 - 20 m

2.3.3 Teufe 20 - 30 m
wie Pos. 2.3.1 Bohrarbeiten im Teufenbereich von 20 - 30 m

2.3.4 Probenablage
Vorhalten von Kernkisten für insgesamt Bohrmeter Entnahme des Kernmaterials und Ablage in Kernkisten einschl. Vorhaltung des Kernmaterials bis Freigabe durch den AG, der geologischen Landesanstalt und Baubetreuung zur Entsorgung und/bzw. Einlagerung

2.3 Bohrarbeiten im Seilkernbohrverfahren
Summe:

2.4 Aufweiten der Bohrung
2.4.1 Aufweiten der Bohrung
Erweitern der Kernbohrung auf Mindestendbohrdurchmesser 300 mm einschl. aller Nebenarbeiten ohne Zugabe von Spülungszusätzen (nur Fremdwasser mit Trinkwasserqualität zulässig) Das Freihalten der Bohrung bis zur vorgegebenen Ausbauteufe für das Einbringen des Endausbaus ist in den Bohrmeterpreis einzukalkulieren. Bohrtiefen gemäß Pos. 2 (insgesamt Bohrmeter) Das Bohrgut geht in Eigentum des AN über und ist ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Verwertung ist mit Wägeschein und Entsorgeranlage nachzuweisen.

2.4.2 Klarspülen des Bohrlochs vor Endausbau
Klarspülen des Bohrlochs nach Erreichung der vorgegebenen Endtiefe zur vollständigen Entfernung der mit Bohrgut belasteten Spülung

2.4 Aufweiten der Bohrung
Summe:

2.5 Entsorgungsleistungen
2.5.1 Entsorgung nicht kontaminiertes Bohrgut
Entsorgung nicht kontaminiertes Bohrgut je Bohrstandort nach Freigabe durch Bauleitung und auf Nachweis

2.5.2 Entsorgung Spülung
Entsorgung der mit Bohrgut belasteten Spülung auf Nachweis

2.5 Entsorgungsleistungen
Summe:

Zusammenstellung

2.1 Bohrarbeiten im Trockenbohrverfahren

2.2 Umstellung Bohrverfahren

2.3 Bohrarbeiten im Seilkernbohrverfahren

2.4 Aufweiten der Bohrung

2.5 Entsorgungsleistungen

2 Summe

3 Ausbauarbeiten

Filter- und Vollrohre PVC, DN 125 in verschiedenen Filter- und Vollrohre PVC, DN 125 in verschiedenen Baulängen mit Gewindeverbindung liefern und lotrecht einbauen einschließlich aller Nebenarbeiten. Es sind Filterrohre in verschiedenen Schlitzweiten vorzuhalten. Das eingesetzte Material muss druckwasserdicht und korrosionsbeständig sein sowie Doppel- muffenverbindungen aufweisen. Die Filter- und Aufsatzrohre dürfen weder Stoffe an das Grundwasser abgeben noch relevante Größenordnungen von Grundwasserinhaltsstoffen adsorbieren. Vom Bieter sind das vorgesehene Ausbaumaterial (einschl. Rohreigenschaften, Wandstärke, Filterschlitzweite etc.) sowie die Hinterfüllungsmaterialien im Angebot zu benennen. Das trifft gleichermaßen für den Messstellenabschluss zu. Insbesondere ist die Korrosionsbeständigkeit des vorgesehenen Materials nachweislich zu belegen.

3.1 Ausbau

3.1.1 Sumpfrohr

Liefern und fachgerechter Einbau eines PVC-Vollrohres als Sumpfrohr DN 125 (DIN 4925, Teil 1) einschließlich Bodenkappe und Zentrierungen

3.1.2 Filterrohr

Liefern und fachgerechter Einbau von Filterrohren PVC DN 125 (DIN 4925, Teil 1) einschließlich Zentrierungen Die Schlitzweite der Filterrohre ist dem erbohrten Gestein des Grundwasserleiterbereiches gemäß DVGW, W 121 in Abstimmung mit dem Bauüberwacher (und ggf.) anzupassen.

3.1.3 Vollrohr

Liefern und fachgerechter Einbau von Vollrohren PVC DN 125 (DIN 4925, Teil 1) einschließlich Zentrierungen

3.1.4 Doppelmuffen
Liefern und fachgerechter Einbau von Doppelmuffen mit Dichtelement

3.1.5 Abstandshalter
Liefern und fachgerechtes Einbauen von Abstandshaltern
im Abstand von ca. 5 m

3.1 Ausbau
Summe:

3.2 Hinterfüllung

3.2.1 Filterkies
Vorbemerkung - gilt für alle Positionen unter 3.2 Ringraumverfüllung zwischen Bohrlochwand und Verrohrung, Bohrlochdurchmesser 325/300 mm, Ausbaudurchmesser DN 125 Die Festlegung der Korngrößen erfolgt in Abhängigkeit vom erbohrten Schichtprofil gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 121. Während des Schüttvorganges sind Kontrolllotungen mit Protokollierung durchzuführen. Erst nach kontrollierter Setzung des Filterkieses und Kontrolle der Schütthöhe ist die Ringraumverfüllung fortzusetzen. Liefern und fachgerechtes Einbauen von gewaschenem, gesiebtem und hygienisch einwandfreiem Quarzfilterkies bzw. -sand gemäß DIN 4924 und DVGW-Arbeitsblatt W 121 inkl. aller Nebenarbeiten. Die Filterstrecken werden jeweils 1 m über- und unterschüttet.

3.2.2 Gegenfilter
Liefern und Einbauen von jeweils 1 m Gegenfilter angepasst an die eingebrachte Filterkies-/-sandschüttung (gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 121 - in Abhängigkeit von Untergrundgestein und Filterschlitzweite) inkl. aller Nebenarbeiten.

3.2.3 Tonsperre

Liefern und Einbauen von jeweils 5 m hochquellfähigem Ton über dem Gegenfilter sowie zwischen - m u. GOK (vgl. Anlagen 1 - 3, Geologisches Vorprofil und vorgesehener Ausbau) zur Abdichtung des Ringraumes zwischen Bohrloch und Vollwandrohr inkl. Aller Nebenarbeiten. Gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 121 sind Tonformlinge wie Pellets, Kugeln, Granulate oder gleichwertiges Material einzubauen. Nicht erlaubt ist Stückton. Der verwendete Ton muss geophysikalisch nachweisbar sein. [1]

3.2.4 Füllsand

Liefern und fachgerechtes Einbauen von gewaschenem, gesiebtem und hygienisch einwandfreiem Füllsand gemäß DIN 4924 und DVGW-Arbeitsblatt W 121 inkl. aller Nebenarbeiten. Bohrgut darf zur Ringraumverfüllung nicht verwendet werden.

3.2 Hinterfüllung

Summe:

3.3 Übertageabschluss

3.3.1 Pegelabschluss

Pegelabschluss liefern und setzen, bestehend aus: Stahlschutzrohr 6" verzinkt, 1,80 m lang, Einbau zwischen 1,0 m u. GOK bis 0,80 m ü. GOK und SEBA-Verschlusskappe 6" Farbanstrich rot Der Betonsockel ist zwischen Stahlschutzrohr und Bohrdurchmesser zu setzen, Einbau zwischen 1,00 m u. Gel. bis GOK, frostsicher Einbau mit Foto- und Tiefennachweis (z. B. Zollstock in der

[1] Vielfach wird bei Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen aus Vorsorgegründen auf die Verwendung von strahlungsaktivierten Tonen verzichtet. Eine Entscheidung darüber sollte immer im Einzelfall und in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und den örtlichen Gegebenheiten getroffen werden.

Baugrube vor Betonverfüllung) Verfüllung mit Füllsand oder Kies möglich Die Abschlusskappe ist auf dem Schutzrohr zu installieren. Die 8-stellige Messstellenkennzahl ist innerhalb der Abschlusskappe anzubringen.

3.3.2 Anfahrschutz
Liefern und Setzen eines ca. 0,60 m hohen Schutzdreieckes aus verzinktem Stahlrohr zur Sicherung der Messstelle. Das Schutzdreieck ist je Messstellenstandort zusätzlich mit einer 2 m hohen Pegelfahne (bzw. Sichtstange) zu versehen.

3.3 Übertageabschluss
Summe:

3.4 Klarpumpen/Entsanden

3.4.1 Klarpumpen
Klarpumpen mit Mammutpumpe zum Entsanden der Messstelle inkl. Ein- und Ausbau der Pumpe, Entfernung des Feinkornes nach erfolgtem Ausbau/Hinterfüllung bis zur Klarheit und Sandfreiheit des geförderten Grundwassers gemäß DVGW, W 121 und W 119

3.4 Klarpumpen/Entsanden
Summe:

Zusammenstellung

3.1 Ausbau

3.2 Hinterfüllung

3.3 Übertageabschluss

3.4 Klarpumpen/Entsanden

3 Summe

4 Kurzpumpversuche

Durchführung der Pumpversuche gemäß DVGW, Arbeitsblatt Durchführung der Pumpversuche gemäß DVGW, Arbeitsblatt W 111 zum Zweck der Feststellung der Wasserbeschaffenheit und Wassermenge Dauer jeweils 12 h mit variabler Förderleistung (Steigerung von geringer zu höherer Pumpmenge nach Erreichen quasistationärer Zustand, nicht umgekehrt) Wiederanstiegsmessung bis Erreichen Ruhewasserspiegel, maximal 5 h Die Pumpversuche werden versetzt durchgeführt, da die vorgesehenen Wiederanstiegsstunden an den Doppelmessstellen für die Einstellung des natürlichen hydraulischen Ausgangszustandes voraussichtlich nicht ausreichen. Das heißt, dass die durchzuführenden PV jeweils als Einzelpumpversuch auszuführen sind. An den Gruppenmessstellen ist der Wasserstand der in Ruhe befindlichen Messstelle kontinuierlich mit zu überwachen und die Wasserstände zu dokumentieren. Das trifft gleichermaßen jeweils für die benachbarten stillgelegten Tiefbrunnen zu. Die Reihenfolge der PV wird vom Baubetreuer operativ in Abstimmung mit dem technischen AN festgelegt.

4.1 Pumpversuchsdurchführung

4.1.1 Pumpversuchsanlage

An- und Abtransport der Pumpversuchsanlage mit notwendigem Zubehör und Personal einschl. aller Nebenarbeiten Lotung und Protokollierung der Endtiefe der GWM vor Beginn und nach Beendigung PV

St

4.1.2 Einrichten Pumpversuch

Ein- und Ausbau der Pumpanlage in verschiedenen Tiefen (ca. 2 - 3 m über Oberkante Filter, max. bis 70 m u. Gel.) mit allen Armaturen und sonstigem Zubehör sowie Steig- und Ablaufleitung und Gestellen einer geeigneten Messeinrichtung; Ablaufleitung - Verlegung jeweils ca. 100 m unterhalb der Messstelle

St

4.1.3 Kurz-Pumpversuch

Durchführung Kurz-Pumpversuch über jeweils 12 h gemäß DVGW, W 111, einschl. Überwachung und Protokollierung Wassermenge, Absenkung, mindestens stündliche Messung hydrochemischer Vor-Ort-Parameter - pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoff

St

4.1.4 Beobachtungsbrunnen/-messstellen

Messen der Wasserstände in den jeweils benachbarten WW-Brunnen sowie in der jeweils in Ruhe befindlichen Messstelle während Kurz-PV und Wiederanstieg gemäß Vorgabe Bauleitung Die Zustimmungseinholung für die zeitweilige Beobachtung der stillgelegten erfolgt im Vorfeld der technischen Arbeiten durch die Bauleitung.

St

4.1.5 Wasserprobenahme

Entnahme von Wasserproben für die hydrochemische Laboranalytik bei bauseitiger Gestellung der Probeflaschen - Probenahme jeweils vor Abstellen des Kurz-Pumpversuchs

St

4.1.6 Wiederanstiegsmessung
Messung und Aufzeichnung der Wasserstände nach Beendigung des jeweiligen Kurz-Pumpversuches - manuelle Wiederanstiegsmessung bis zum Ruhe-wasserspiegel bzw. je Bohrstandort maximal 5 h

h

4.1.7 WA-Messung mittels Datenlogger
Einbau Datenlogger nach manueller Messung des Wiederanstieges bei stark verzögertem Ansteigen desWasserspiegels in Abstimmung mit AG und Bauleitung einschl. Auslesen der Messwerte und Protokollierung
angenommen: Einsatz an drei Standorten

St

4.1.8 Entsorgung Pumpwasser
Entsorgung des geförderten Wassers aus Kurzpumpversuch, falls keine kostenfreie Ableitung zur Verfügung steht, auf Nachweis (angenommen ca. 5 m^3/h pro Standort)

m^3

4.1 Pumpversuchsdurchführung

Zusammenstellung

4 Summe

5 Geophysik im offenen Bohrloch, Ausbaukontrolle
Die Ausbaukontrolle erfolgt nach Endausbau und/bzw. Kurzpumpversuch mittels geophysikalischer Vermessung und TV-Untersuchung.

5.1 Geophysik im offenen Bohrloch

- GR-Log
- CAL-Log
- NN-Log
- GG-Log
- FEL
- SAL/Temp
- FLOWMETER (evtl.)

5.2 Geophysik als Ausbaukontrolle

5.2.1 An- und Abreise

An- und Abreise des Messtrupps je Messstellenstandort bzw. je Messstellengruppe

St

5.2.2 Geophysikalische Vermessung

Durchführung der geophysikalischen Vermessung als Ausbaukontrolle und dem Nachweis der ordnungsgemäßen Hinterfüllung Messung
Zur Ausbaukontrolle kommen zur Anwendung:

- GR-Log Gammastrahlung
- CAL-Log
- GG-Log Gamma-Gamma- Dichtemessung
- NN-Log
- FEL fokussiertes Elektro-Log
- SAL/Temp

St

5.1.3 Beihilfe

Beihilfe für durchzuführende geophysikalische Arbeiten

pauschal

5.1.4 Datenprocessing

Datenprocessing, Auswertung, Interpretation, Dokumentation, Übergabe Ergebnisdokumentation in jeweils 2-facher Ausfertigung, analog und digital

pauschal

5.1 Summe:

5.2 TV-Untersuchung

5.3.1 Brunnenkamerabefahrung

Durchführen einer Messstellenabnahme mittels Farbfernsehkamera einschl. An- und Abfahrt des Wagens sowie Lieferung des Farbbildberichtes mit Beschreibung des GWM-Zustandes und Aufzeichnung der Fernsehuntersuchung auf Datenträger jeweils in 2-facher Ausfertigung

St

5.2 TV-Untersuchung
Summe:

Zusammenstellung

5.1 Geophysik als Ausbaukontrolle

5.2 TV-Untersuchung

5 Summe

6 Vermessungsarbeiten

6.1 Markscheiderische Vermessung

6.1.1 Lage- und höhenmäßige Einmessung

Einmessung der GWM nach Lage und Höhe durch ein autorisiertes Vermessungsbüro. Für die markscheiderische Einmessung gilt das amtliche Referenzsystem vom -RD 83, DHN 92: Höhe ± 1 cm, Lage ± 10 cm. Die Lage und die Höhe der Rohroberkante der Messstellen sind bei geöffneter Abschlusskappe zu ermitteln.

St

Zusammenstellung

6.1 Markscheiderische Vermessung

6 Summe

7 Regiearbeiten, Dokumentation

7.1 Regiearbeiten

7.1.1 Bohrmeister

Für nicht im Leistungsverzeichnis erfasste und von der Bauleitung angeordnete Arbeiten werden einschl. Auslöse und aller Zuschläge für einen Bohrmeister berechnet

h

7.1.2 Facharbeiter
wie Pos. 7.1.1 für einen Facharbeiter

h

7.1.3 Gerätebetrieb
wie Pos. 7.1.1 für den Gerätebetrieb

h

7.1.4 Gerätestillstand
wie Pos. 7.1.1 für Gerätestillstand

h

7.1.5 Kompressorbetrieb
wie Pos. 7.1.1 für Kompressorbetrieb

h

7.1 Regiearbeiten
Summe:

7.2.1 Abschlussdokumentation
Erstellen einer Messstellendokumentation mit: Bohrmeisterschichtenverzeichnis, graphische Darstellung des Schichtprofils (Schichtenverzeichnis inkl. Kopfblatt gemäß DIN EN ISO 14688-1 , DIN EN ISO 14688-2 , DIN EN ISO 14689-1) und Ausbauzeichnung gemäß DIN 4023 fotographische Baustellendokumentation der durchgeführten Arbeiten, PV-Protokoll und -darstellung einschl. hydrochemischer Leitkennwerte, Übergabe Tagesberichte, VOB-Abnahmeprotokoll, Lieferscheine, Entsorgungsnachweise, Freistellungserklärungen, Materialnachweise etc. Abschlussdokumente gem.

Projektbeschreibung Punkt 4.3.6 in vervielfältigungsfähiger Form und auf Datenträger (3 x AG; 1 x Bauleitung)

pauschal

7.2 Dokumentation
Summe:

Zusammenstellung

7.1 Regiearbeiten

7.2 Dokumentation

7 Summe

Zusammenstellung

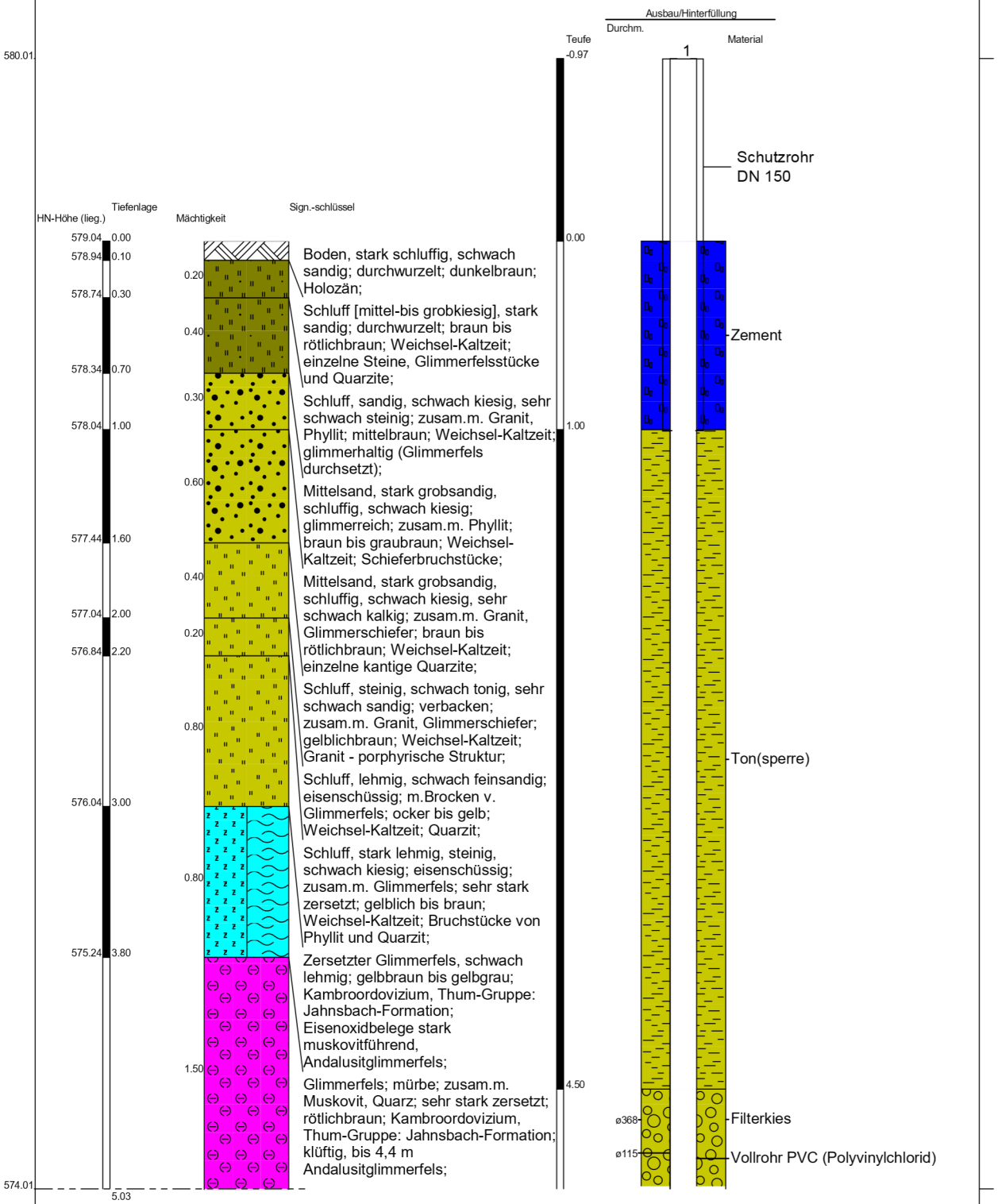
1	Baustelleneinrichtung/-räumung
2	Bohrarbeiten
3	Ausbauarbeiten
4	Kurzpumpversuche
5	Geophysik, TV-Befahrung
6	Vermessungsarbeiten
7	Regiearbeiten, Dokumentation
	Summe
	+ 19 % MwSt.
	Bruttosumme

Anlage 8: Schichtenverzeichnis und Ausbauplan (Beispiel)

Aufschlussprofil

Fachbereich	HY
Meßtischblatt	5442
Aufschluß	B....1....011

Rechtswert	4548612.30
Hochwert	5599756.90
HN-Höhe (Ans.)	579.04
HN-Höhe (Ende)	564.04
Aufschlußlänge	15.00

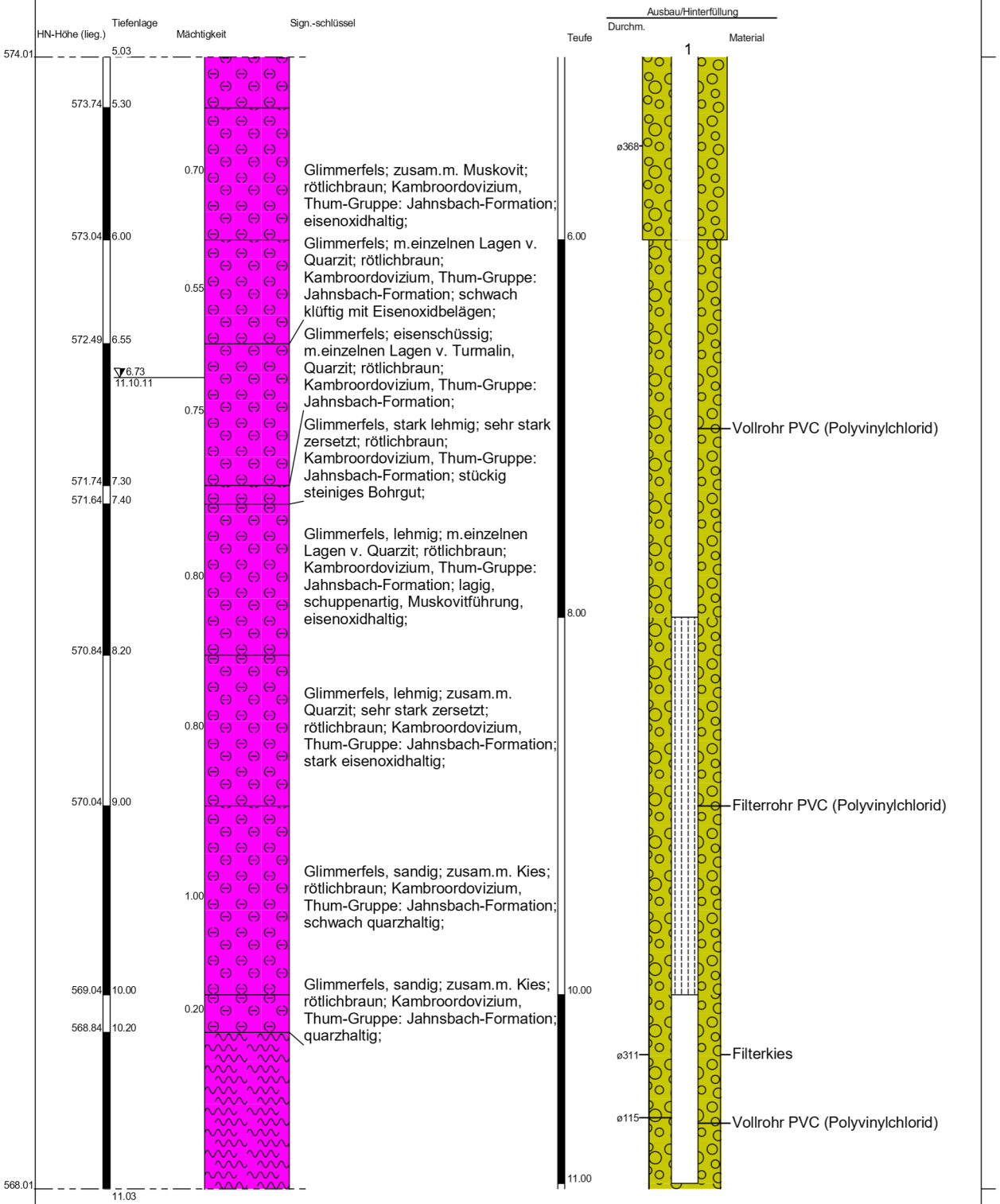


Maßstab 1:30

Aufschlussprofil

Fachbereich	HY
Meßtischblatt	5442
Aufschluß	B....1....011

Rechtswert	4548612.30
Hochwert	5599756.90
HN-Höhe (Ans.)	579.04
HN-Höhe (Ende)	564.04
Aufschlußlänge	15.00

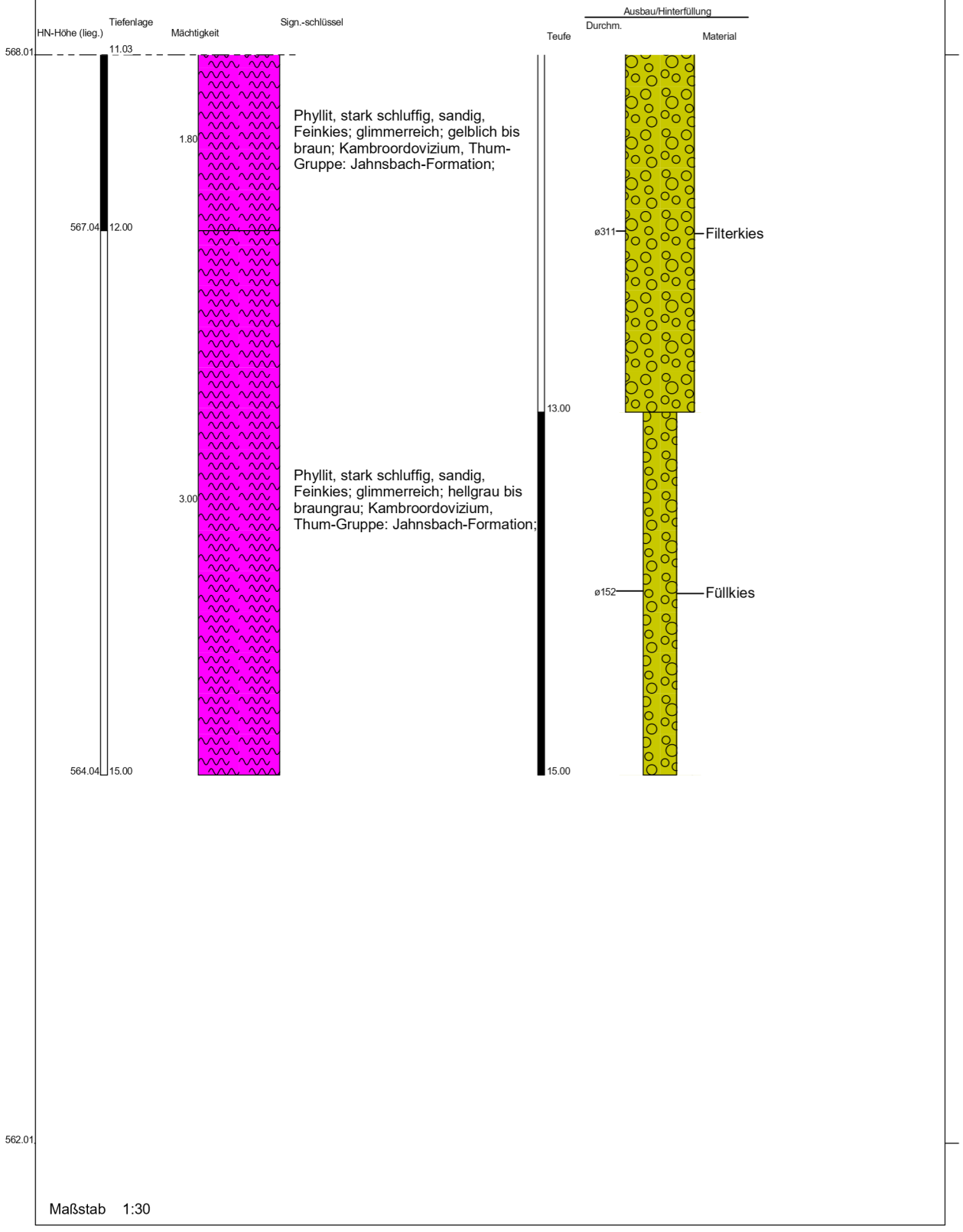


Maßstab 1:30

Aufschlussprofil

Fachbereich	HY
Meßtischblatt	5442
Aufschluß	B....1....011

Rechtswert	4548612.30
Hochwert	5599756.90
HN-Höhe (Ans.)	579.04
HN-Höhe (Ende)	564.04
Aufschlußlänge	15.00



Maßstab 1:30