

Messstellenbau – verständlich!

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Quante
JOHANN STOCKMANN BRUNNENFILTERBAU
+ 49 151 26828982 – s.quante@brunnenfilter.de

Zusammenfassung

Die Messung und Überwachung von Grundwasserständen, also der jeweiligen Grundwasserspiegelhöhen bezogen auf die Bezugshöhe Normal-Null ist für die Beurteilung hydrogeologischer Fragestellungen von wesentlicher Bedeutung und stellt ein wesentliches Element des vorsorgenden Grundwasserschutzes dar. Alle Messdaten der zu diesem Zweck im Netz der Bundesländer verzeichneten Grundwassermessstellen werden gesammelt, dokumentiert und jährlich im Gewässerkundlichen Jahrbuch veröffentlicht. Zusätzlich zum Grundwasserstand sollen Grundwassermessstellen i.d.R. auch Wasserprobenahmen im Rahmen der Grundwasser-Güteüberwachung ermöglichen. Um diesen durchaus hohen Erfordernissen gerecht zu werden, ist neben zahlreichen Empfehlungen in einschlägiger Literatur vor allem das Arbeitsblatt W 121 aus dem DVGW-Regelwerk zu beachten und anzuwenden. Hierin werden die Qualitätsanforderungen an den fachgerechten Bau, die Bauüberwachung und die Abnahme von Grundwassermessstellen grundlegend formuliert. Dieser Fachvortrag soll einen zusammenfassenden und kritischen Überblick über die Inhalte dieses Arbeitsblattes geben und darüber hinaus den Blick aller Beteiligten schärfen, welche Auswirkungen ein Nichtanwenden der fachlichen „Grundregeln“ zur Folge haben kann. Denn: „Verständlich kommt bekanntlich von Verstand!“

1 Messstelle – was ist das?

Als Grundwassermessstellen (GWM) bezeichnet man alle Arten von „Beobachtungsbrunnen“, die im Aquifer (bzw. nach DIN 4049-3) in der sogenannten „gesättigten Zone“ verfiltert sind und es ermöglichen, die Standardrohrspiegelhöhe bzw. das Potenzial im verfilterten Bereich dieses Aquifers einzumessen. Zu diesen Messstellen zählen u.a. auch bereits vorhandene Brunnen, Versuchsbohrungen oder Versuchsbrunnen. Gegebenenfalls sollen Grundwassermessstellen zusätzlich zur Wasserprobeentnahme im Rahmen der Grundwasser-Güteüberwachung dienen (Grundwassergütemessstelle). In der Literatur und auch in der Praxis werden zudem durchaus kuriose Begriffe wie z.B.

- Pegel
- Bohrpegel
- Messpegel
- Messstelle
- Peilrohr
- Beobachtungsbrunnen
- Beobachtungsrohr
- GW-Beprobungsmessstelle
- GW-Beprobung
- Piezometer
- Grundwasserbeschaffenheitsmessstelle (GBM)

verwendet.

Hierbei ist die häufig international verwendete Bezeichnung „Piezometer“ durchaus nachvollziehbar. Diese leitet sich nämlich vom altgriechischen Wort *piezein* ‚drücken‘ bzw. ‚pressen‘ ab. So wird doch mit Messung von Standardrohrspiegelhöhen verschiedener Messstellen innerhalb eines Grundwasserkörpers schließlich dessen imaginäre Grundwasserdruckfläche (bzw. dessen piezometrisches Niveau) dargestellt.

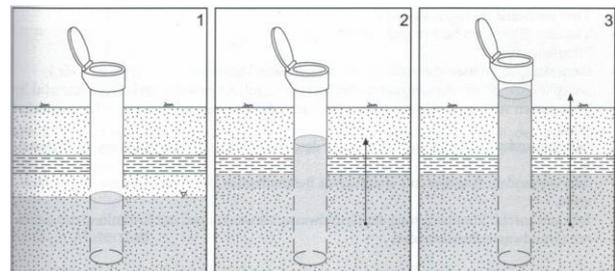


Bild 1: Grundwasserstandsmessungen (nach BRASINGTON 1988).

2 Was wird wozu gemessen?

Zum Verständnis und auch zur besseren Verständigung allen Beteiligten untereinander sollten im Vorfeld einige Begriffe aus der Hydrogeologie bekannt sein. Häufig werden Angaben zu Messungen nicht klar definiert, wodurch es durchaus zu Fehlinterpretationen bei der Auswertung dieser kommen kann. Grundsätzlich können folgende Messungen bzw. Bezugspunkte an einer Grundwassermessstelle beschrieben werden:

Grundwasserspiegel:

Als Grundwasserspiegel bezeichnet man die druckmäßig ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre.

Abstich:

Als Abstich wird der Höhenunterschied zwischen Messpunkt und dem Grundwasserspiegel bezeichnet.

Flurabstand:

Der Flurabstand ist der Höhenunterschied zwischen Geländeoberfläche und Grundwasseroberfläche

Grundwasserstand:

Die Höhe des Grundwasserspiegels über oder unter einer waagerechten Bezugsebene (Geländeoberkante oder Normal-Null) stellt den Grundwasserstand dar.

Zur Verdeutlichung sind in Bild 2 diese Messpunkte und Messstrecken schematisch dargestellt.

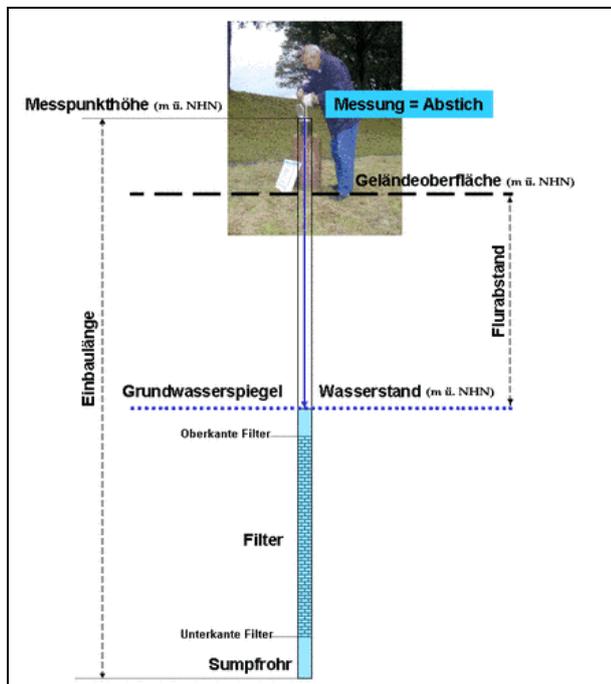


Bild 2: Schema einer Grundwassermessstelle. (Quelle: www.lanuv.nrw.de)

Durch die Zusammenfassung der Messdaten unterschiedlicher Messstellen innerhalb desselben Grundwasserstockwerkes können dann Grundwassergleichenkarten erstellt werden. In diesen sind Linien gleicher Grundwasserhöhen dargestellt. Bei sachgerechter Interpretation liefern diese eine Anzahl hydrogeologischer Informationen wie z.B. Grundwasserbewegung und -richtung. Gerade für hydrogeologische Vorarbeiten im Bereich des Brunnenbaues spielt die Festlegung der Grundwasserfließrichtung eine entscheidende Rolle.

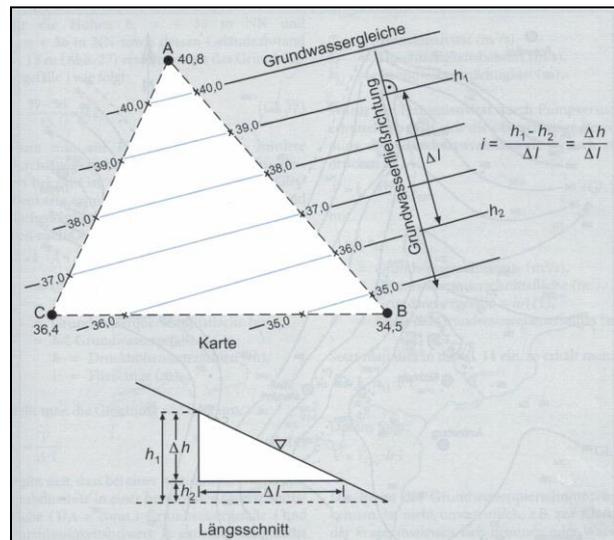


Bild 3: Hydrologisches Dreieck (nach Hölting, B. & Coldewey W.G. 2008)

2 Grundwassergütemessstellen

Hinsichtlich der qualitativen Überwachung der Eigenschaften des Grundwassers werden ebenfalls Messstellennetze erstellt. Diese werden je nach Aufgabenbereich wie folgt untergliedert in:

Basismessstellen:

- Erfassung natürlicher Grundwasserverhältnisse (sowohl quantitativ als auch qualitativ)
- Überwachung genutzter bzw. Beurteilung evtl. nutzbarer Grundwasservorkommen

Trendmessstellen:

- Erfassung direkter und diffuser Belastungen des Grundwassers

Vorfeldmessstellen:

- Überwachung von Trink- und Rohwasserqualität bzw. Veränderungen dieser

Emittentenmessstellen:

- Überwachung möglicher Schadstoffquellen auf oder in Anlagen (im GW-Unterstrom)
- Erfassung des Ausmaßes von GW-Verunreinigungen

Belastungs- und Sondermessstellen:

- Beurteilung und Überwachung von Schadstellen sowie dessen Sanierung
- Feststellung und Überwachung der Auswirkung von GW-Absenkungs- bzw. wasserbaulicher Maßnahmen



2 Grundlagen aus Normen und Regelwerk

Neben grundlegenden Verordnungen, Leitsätzen und Normen ist vor allem das **DVGW Arbeitsblatt W 121 (2003-07) „Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen“** von Bedeutung. Als weitere, teilweise unmittelbar geltende Normen sind weiter zu nennen:

DIN EN ISO 14688-1 (2013-12)
 „Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden“

DIN EN ISO 14689-1 (2011-06)
 „Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels“

DIN EN ISO 22475-1 (2007-01)
 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen“

DVGW Arbeitsblatt W 110 (2005-06)
 „Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen“

DVGW Arbeitsblatt W 111 (2015-03)
 „Pumpversuche bei der Wassererschließung“

DVGW Arbeitsblatt W 112 (2011-10)
 „Grundsätze der Grundwasserprobenahme aus Grundwassermessstellen“

DIN 4023 (2006-02)
 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen Aufschlüssen“

3 Das DVGW Arbeitsblatt W 121

3.1 Wasserwirtschaftliche Anforderungen

Das Arbeitsblatt beschreibt den Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen im Locker- und Festgestein, die zur qualitativen sowie quantitativen Überwachung der Eigenschaften des Grundwassers. Sie sollen zudem ein frühzeitiges Erkennen von Grundwassergefährdungen und eine langzeitige Kontrolle von Sanierungs- bzw. Vorsorgemaßnahmen ermöglichen.

Diesbezüglich müssen GWM folgendes ermöglichen:

- Ermittlung von Standrohrspiegelhöhen
- Entnahme von Wasserproben
- Durchführung von geophysikalischen Tests
- Durchführung von Pflegemaßnahmen

Grundsätzlich sollte dabei folgendes beachtet werden:

- Unterschiedliche GW-Stockwerke sind jeweils getrennt mit einer eindeutig zuordnungsbaaren Filterrohrstrecke zu erfassen
- Diese Filterstrecke ist so anzuordnen, dass an einer definierten Stelle Messungen von Wasserstand und Beschaffenheit möglich sind
- Aus diesem Grund ist die Filterrohrstrecke möglichst kurz (2 m bis max. 5 m) zu wählen
- Nachhaltige Abdichtung und Trennung von einzelnen GW-Stockwerken schaffen
- Seitens des Planers sollte Kontrolle der ordnungsgemäßen baulichen Ausführung der Dichtheit der Vollrohrverbindungen und Ringraumabdichtungen erfolgen
- Es ist ein Nachweis zu erbringen, dass durch die GWM keine quantitativen und qualitativen Veränderungen der GW-Beschaffenheit eintreten ist

3.2 Technische Anforderungen in Kürze

3.2.1 Bohrung

- Differenzierte Ansprache und aussagekräftige, möglichst teufengerechte Proben
- Günstige Bohrlochgeometrie in Bezug auf Vertikalität, Kalibergerechtigkeit, Ringraum und zentrischen Einbau der Verrohrung
- Möglichst geringe Beeinflussung der Bohrlochwand
- Ringraum muss ≥ 50 mm sein

Ausbaudurchmesser in mm		50**	65	80	100	115	125
Mindestbohrerndurchmesser in mm bei Suspensionen*	Spülbohren	187,3 (7 ^{5/8} "	193,7 (7 ^{5/8} "	222,3 (8 ^{7/8} "	244,5 (9 ^{5/8} "	244,5 (9 ^{5/8} "	279,4 (11")
	Trockenbohren	219	273	273	324	324	324
Mindestbohrerndurchmesser in mm bei Tonformlingen	Spülbohren	222,3 (8 ^{7/8} "	244,5 (9 ^{5/8} "	244,5 (9 ^{5/8} "	304,8 (12")	304,8 (12")	304,8 (12")
	Trockenbohren	219	273	273	324	324	324

* Suspensionsabdichtungen werden bei Trockenbohrungen nicht empfohlen
 ** Einschränkung: Schlecht befahrbar mit technischen Geräten (z. B. Pumpen, Messsonden, Datenlogger)

Bild 4: Mindestbohrerndurchmesser in Abhängigkeit von Ausbaudurchmesser und Abdichtungsmaterial bei Trocken- und Spülbohrungen (nach DVGW-Merkblatt W 121- Juli 2003)

3.2.1 Ausbau

- Keine Beeinträchtigung der GW-Beschaffenheit durch das Material
- Verhinderung unerwünschter Zuflüsse
- Beständigkeit und gute Rückbaumöglichkeit
- Ggf. sollte Einbau einer Pumpe möglich sein
- Es sollte auf ein Sumpfrohr verzichtet werden
- Kleine Filterrohrlänge zwischen 2 m und 5 m
- Zentrierungen verwenden (Filterrohr alle 2 m, Aufsatzrohr alle 10 m)

Ausbauverrohrung

Neben den allgemein gültigen Anforderungen an die Ausbauverrohrung (vgl. für Brunnenrohre aus PVC: DIN 4925), wie z.B. ausreichende Innen- und Außendruckfestigkeit, hohe Zugfestigkeit etc. ist die Dichtigkeit der Aufsatzrohrverbindungen eine unverzichtbare Voraussetzung für unverfälschte Messergebnisse. Aufsatzrohre und deren Verbinder gelten somit als dicht, wenn bei einem Prüfdruck von $10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$ über eine Prüfdauer von 10 min kein Wasser eindringt. Bei höheren Anforderungen an die Dichtigkeit von Brunnenrohren aus PVC kommen spezielle Rohrverbindungen wie z.B. SBF Norip[®], NORESTA[®] oder ABDI zum Einsatz.



Bild 4: ABDI-Verbindung mit zwei O-Ringen (Quelle: JOHANN STOCKMANN BRUNNENFILTERBAU)

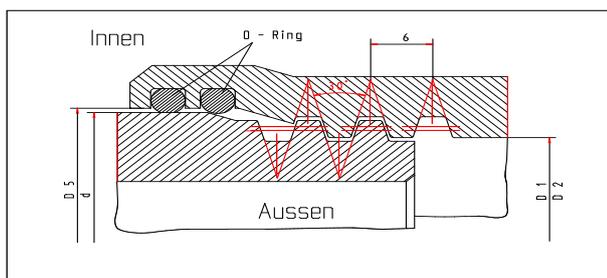


Bild 5: Schnitt durch eine ABDI-Verbindung (Quelle: JOHANN STOCKMANN BRUNNENFILTERBAU)

3.2.1 Ringraum

Die wichtigsten Stichpunkte:

- Filtersande bzw. -kiese nach DIN 4925
- Geschüttete Abdichtungstone bis ca. 100 m Teufe
- Suspensionen bei tieferen Ringraumabdichtungen

Alle Materialien sollen folgende Eigenschaften aufweisen:

- Homogene Ausfüllung des kompletten Ringraumes
- Gute Sinkeigenschaften
- Gute Nachweisbarkeit
- Weitgehend setzungsfreie Lagerung
- Ökologisch und hygienische Unbedenklichkeit
- Beständigkeit gegenüber aggressiven und kontaminierten Wässern

Suspensionen:

- Einsatz unabhängig von der Bohrtiefe
- Hohe Volumenkonstanz
- Plastizitätsbeständigkeit
- Gute Fließeigenschaften
- Sichere Anbindung an die Ausbauverrohrung (Bohrlochwand?)
- Unschädlichkeit gegenüber Ausbauverrohrung
- Verwendung von Kolloidal oder Durchlaufmischer
- Verpressgestänge mit Manometer
- Dichtmessgerät

Tonformlinge:

- Bei Bedarf wird eine orientierte Beobachtung des Zerfalls und des Quellvermögens auf der Baustelle empfohlen
- Auswahl der Tonformlinge richtet sich nach der Aufgabenstellung
- demnächst nach **DIN 4904** „Geschüttete Abdichtungstone für den Brunnenbau“

3.3 Einbauarbeiten

Allgemein gilt:

- Vor Einbau muss ein verbindlicher Einbauplan vorliegen (in Absprache zwischen AG und AN)
- Länge Standzeiten zwischen Bohrarbeiten und Ausbau vermeiden
- Überprüfung des gesamten Ausbaumaterials vor Einbau

Wichtigste Stichpunkte zum Thema Schütten:

- Laufend Kontrolllotungen inkl. Protokoll durchführen
- Weitere Ringraumverfüllung erst nach kontrollierter Setzung des Filterkieses und Kontrolle der Schütthöhe



Wichtigste Stichpunkte zum Thema Verpressen:

- Ohne Unterbrechung von unten nach oben verpressen
- Verpressgestänge bis zur Basis der Abdichtung einbauen
- Verpressgestänge kann ggf. kontinuierlich mit nach oben gezogen werden, wenn das Gestänge immer unterhalb der Suspension bleibt.
- Regelmäßige Dichtemessungen im Vor- und Rücklauf durchführen
- Bilanzierung durchführen, dokumentieren und ggf. Nachverpressen
- Rückstellproben unter Wasser bzw. Bohrspülung empfohlen

3.4 Klarpumpen

- Alsbaldiges Klarpumpen anstreben (Spülmittelzusätze)
- Erfassung der geförderten Feststoffe mittel Imhoff-Trichter
- Beendigung, wenn Feststoffmenge ein Volumen von 2 ml/m³ unterschreitet
- DVGW-Merkblatt W 119 beachten

3.5 Abschluss von Grundwassermessstellen

Aufgaben:

- Schutz vor Verunreinigungen durch Oberflächenwässer bzw. oberflächennahes Grundwasser
- Schutz vor mutwilligen oder unbedachten Beschädigungen
- Aufnahme der Abschlussbauteile und evtl. Messgeräte
- Sicheres Auffinden der Messstelle im Gelände

Generelle Anforderungen:

- Rollgummidichtung zwischen Schutzrohr und Aufsatzrohr
- Sicher verschließbare Abschlusskappe
- Aufschrift GWM o.ä.

3.6 Dokumentation und Qualitätssicherung

Laufende Arbeiten / Kontrolle und Abnahmen

- Anfertigung von Bautagesberichten
- Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1 bzw. 14689-1
- Kontrollen gemäß DVGW-Merkblatt W 124 (Kontrolle und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen), u.a.:
 - Messung Ruhewasserspiegel

- Kurzpumpversuch nach DVGW-Arbeitsblatt W 111
- Nachweis eines Feststoffgehaltes < 2 ml/m³
- Ggf. chemische und mikrobiologische Untersuchung
- Ggf. bohrlochgeophysikalische Ausbaubaukontrolle (DVGW Merkblatt W 110)

Abschlussbericht der fertiggestellten Grundwassermessstelle

- Lageplan ggf. mit Koordinaten
- Angabe eingemessener Höhen
- Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1 bzw. 14689-1
- Schichtenprofil und Ausbauplan nach DIN 4023
- Ggf. Untersuchungsberichte, Bildberichte
- Dokumentation hydraulischer Versuche
- Ergebnisse des Klarpumpens
- Ggf. Ergebnisse von Wasseranalysen
- Vertragsgemäßes Abnahmeprotokoll, ggf. nach VOB

3.7 Auftragsvergabe

- Es dürfen nur Unternehmen beauftragt werden, die über die notwendige fachliche und technische Leistungsfähigkeit verfügen
- Hierzu kann z.B. das DVGW-Zertifikat nach DVGW-Arbeitsblatt W 120 dienen

Literatur

BUJA, H.-O. (1999): Handbuch der Baugrunderkundung. 1. Auflage; Düsseldorf (Werner Verlag GmbH & Co. KG)

COLDEWEY, W.G. & GÖBEL, P. (2015): Hydrogeologische Gelände- und Kartiermethoden. – 1. Auflage; Berlin, Heidelberg (Springer-Verlag)

DVGW (2003): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen. – DVGW-Regelwerk, Arbeitsblatt W 121; Bonn.

HÖLTING, H. & COLDEWEY, W.G. (2013): Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. – 8. Auflage; Berlin, Heidelberg (Springer-Verlag)

JOHANN STOCKMANN BRUNNEN-IQ, Die App für den Brunnenbau (www.brunnen-iq.de).

Tholen, M. (2012): Arbeitshilfen für den Brunnenbauer, Brunnenausbau- und Brunnenbetriebstechniken. – 2. Auflage; Bonn (wvgw mbH)

TRESKATIS, C. (2017): Bohrbrunnen. – 9. Auflage; München (Deutscher Industrieverlag GmbH)

