
Einmessung und Überprüfung von Grundwassermessstellen

Fachautoren: Dieter Höper, ehem. Harzwasserwerke G.m.b.H.
Andreas Stelle, Nieders. Landesb. f. Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
Hans Willy, Bayerisches Landesamt für Umwelt

weitere Beteiligte: DVW Arbeitskreis 4 (Ingenieurvermessung)
DVWG/DWA-Projektkreis „Grundwassermessung“
- VGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- DWA: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Beschlussfassung: Auslegung des Entwurfes am 26.04.2011

Dokumentenstatus
Entwurf

Zielsetzung

Grundwassermessstellen – ob als einzelne oder in einem Messnetz zusammengefasst – haben innerhalb der Wasserwirtschaft, des Bauwesens, der Hydro-Geologie, der Geo-Physik, der Bodenkunde und der Forst- und Landwirtschaft die unterschiedlichsten Anforderungen zu erfüllen.

Das Merkblatt soll deshalb sowohl den Betreibern großer und kleiner Grundwassermessnetze, wie Landesdiensten, großen Wasserversorgungsunternehmen, einzelnen Wasserwerken, Deponien oder Bauherren als verbindlicher Leitfaden für die Vergabe von Vermessungsarbeiten an die eigenen Vermessungsdienste oder an externe Büros als auch den die Vermessung Ausübenden als Messprogramm dienen.

Neben der Grundwasserhöhe, bezogen auf den Messkopf oder auf ein Höhensystem – also nicht auf die Geländehöhe – werden folglich am Standort der Messstelle bzw. aus dem Wasserchemismus die unterschiedlichsten Parameter ermittelt und in bestimmten Verfahren oder Systemen gesammelt, dokumentiert und archiviert.

Daher werden an den Bau und den Betrieb der Grundwassermessstellen sehr hohe, möglichst standardisierte Anforderungen gestellt, die auch die Einmessung und die Überprüfung der Grundwassermessstellen einschließen.

Auch sollte es außerhalb der Arbeitsabläufe Einmessung und Überprüfung Aufgabe des Geodäten sein, innerhalb der interdisziplinären Zusammenarbeit eine begleitende, fächerübergreifende Funktion wahrzunehmen (z.B. Kartenbeschaffung, Liegenschaftskataster, Beschaffung von Grunddienstbarkeiten zur rechtlichen Absicherung von Bau und Betrieb der Messstelle, Bereitstellung von Geoinformationssystemen zur Übernahme der ermittelten Daten), um daraus thematische Darstellungen zu entwickeln.

1 Einteilung und Aufgaben der Grundwassermessstellen**1.1 Einzelne Messstelle**

Zur Erfassung des Grundwasserstandes, eventuell auch zur Ermittlung der Wassergüte an singulären Punkten. Unter anderem als Nachweis an einer Kleinbaustelle oder zur Erfassung der Grundwasserschwankung bzw. der Wassergüteveränderungen im Beweissicherungsverfahren von Bauschäden an bestehenden Bauwerken oder Grundwasserschäden durch im Bau befindliche Bauwerke.

1.2 Objektbezogenes, lokales Messnetz aus mehreren Messstellen

Unter anderem zur Beweissicherung im Absenkungsbereich einer größeren Baustelle, oder zur Beweissicherung vor und während des Betriebes eines Wasserwerkbetriebsbrunnens.

1.3 Objektbezogenes, regionales Messnetz aus vielen Messstellen

Beispielsweise zur Planung eines Wasserentnahmegebietes mit mehrjährigem Vorlauf zur Analyse der Wasserhöffigkeit, Ermittlung des Wasserchemismus, Überprüfung während umfangreicher Pumpversuche und schlussendlich während des Betriebes, auch unter Einbeziehung der Messnetze nach 1.2.

1.4 Großräumiges, überregionales Messnetz

Zum Beispiel das landesweite Überwachungs- und Anlysemessnetz, das „**Grundwasser-Überwachungsmessnetz Niedersachsen (GÜN)**“ als weiteres Integrationsnetz in bestehende gewässerkundliche Messnetze, wie das des stehenden und fließenden Oberflächenwassers. In das GÜN werden ausgewählte Messstellen des Messnetzes nach 1.3 einbezogen.

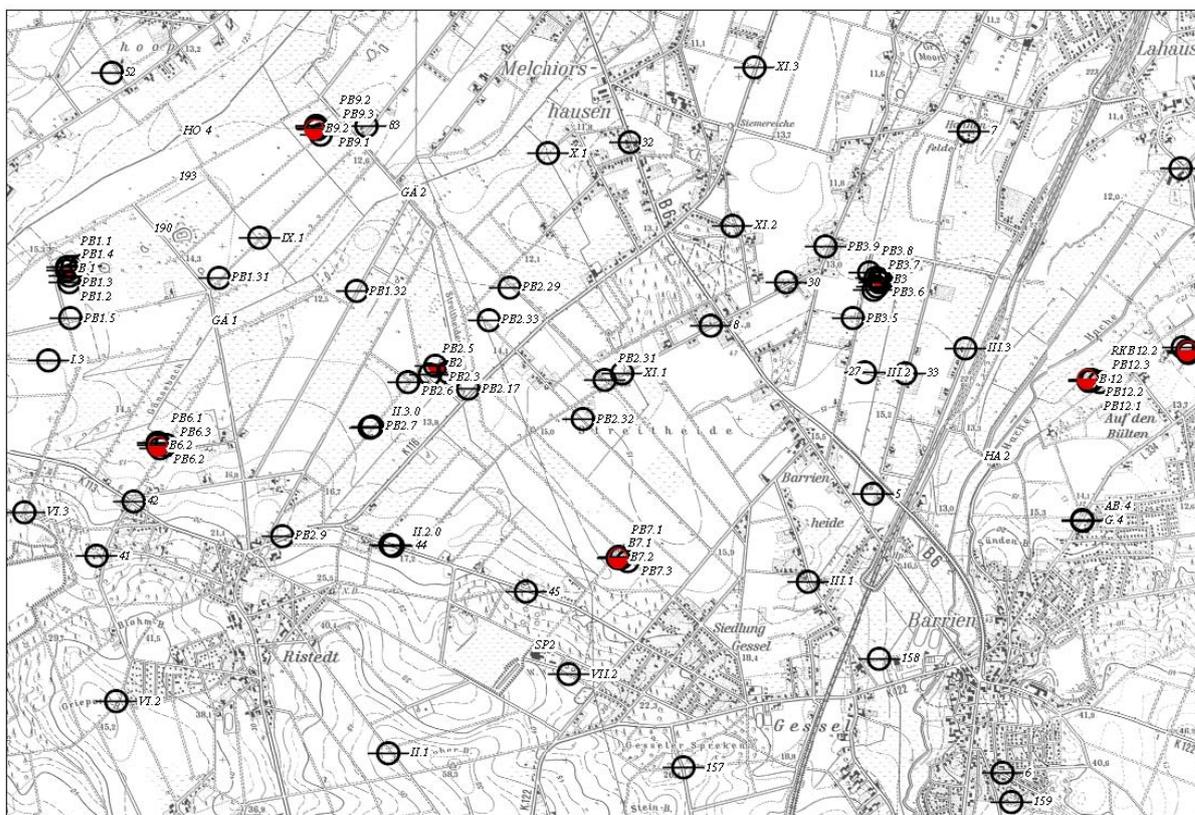


Abbildung 1: Teil des Grundwassermessnetzes nach Abschnitt 1.3 für ein Wasserwerk im Betrieb einschließlich der Messstellen nach Abschnitt 1.2 bei den gesondert kenntlich gemachten Betriebsbrunnen

2 Rechtsstatus, Konstruktion und Bau der Grundwassermessstellen

2.1 Rechtsstatus

Um den Bau und den Betrieb der Messstellen, die kontinuierlich betrieben werden, in jedem Falle der Messnetze nach 1.3 und 1.4, sicherzustellen, müssen entsprechende Gestattungsverträge mit den Eigentümern abgeschlossen werden, die auch die Messstelle in seiner Ausführung und eventuell erforderliche Sicherungspunkte sowie die Zuwegung zur Messstelle genau beschreiben. Zur eindeutigen rechtlichen Absicherung ist die Eintragung einer Grunddienstbarkeit im Grundbuch unerlässlich.

2.2 Konstruktion der Grundwassermessstellen

Die Konstruktion der Grundwassermessstellen ist hier nur zum grundsätzlichen Verständnis erläutert. Detailbeschreibungen und Hinweise finden sich unter 5.3 Merkblätter und Regelwerke.

Je nach Aufgabe und Betriebsdauer werden unterschiedlichste Konstruktionsformen verwendet. Bei den Messstellen zu 1.1 und 1.2, teilweise auch zu 1.3 wurden bisher überwiegend nur einfache 2-Zoll-

Messrohre mit direkt aufgesetztem Verschlussdeckel als Messkopf benutzt. Heute werden meistens 4-Zollrohre verwendet, um geophysikalische Untersuchungen und weitere Gütemessungen mit entsprechenden Sonden besser und exakter ausführen zu können. Bei den Messstellen zu 1.3 und 1.4 werden – auch wegen der Dauerhaftigkeit und hinsichtlich der Erfassung vieler Parameter – hochwertigere Konstruktionen bis zu einem Rohrrinnendurchmesser von 125 mm eingesetzt.

Hierbei ist zu unterscheiden, ob es sich um eine Messstelle mit oberirdischem (Überflur) oder unterirdischem (Unterflur) Messkopf handelt.

Wesentlich gegenüber der direkt aufgesetzten Verschlussklappe als Messkopf ist hierbei, dass der Messkopf unabhängig vom Messrohr im Umgebungsgelände bodengleich verankert ist und somit Setzungen oder temperaturbedingte Längungen des Messrohres außer Acht gelassen werden können. Allerdings ist der Messkopf selbst einer Setzung ausgesetzt, soweit die Verankerung nicht zuverlässig ist. Daher ist gerade hier eine regelmäßige Überprüfung erforderlich.

Zu einem Messstellenbereich können mehrere in direkter Nähe liegende Messstellen gehören (Abb.2), soweit Messungen in verschiedenen Grundwasserstockwerken nach unterschiedlichen Wasserständen sowie anderer Parametern durchgeführt werden.



Abbildung 2: Messstellenbereich mit zwei Grundwassermessstellen

2.3 Bau der Grundwassermessstellen

Der Bau der Grundwassermessstellen ist hier nur zum grundsätzlichen Verständnis erläutert. Detailbeschreibungen und Hinweise finden sich unter 5.3 Merkblätter und Regelwerke.

Bei den einfachen Messstellen zur Erfassung des überwiegend nur oberflächennahen Grundwassers wird das verschraubte Messrohr in der Regel im Spülbohrverfahren direkt heruntergebracht und, wie beschrieben, mit einem Messkopf versehen. Zur Sicherung der Messstelle ist ein rammfähiger „Dreibock“ aus beständigem Material vorzusehen.

Bei den Messstellen zur Erfassung der tieferen Grundwasserstockwerke wird überwiegend das Trockenbohrverfahren – dies zugleich auch zur Erfassung der Bodenprofile – angewendet. Das Bohrloch wird in der Regel durch eine Inclinometermessung auf Senkrechtigkeit noch vor Einbau der Filter- und Messrohrstrecke und der Einbringung der Ummantelung geprüft. Danach wird der Messkopf, wie aus Abb. 2 und Abb. 3 ersichtlich, errichtet. Der oberirdische Messkopf wird zur Sicherung ebenso mit einem „Dreibock“ umgeben.

Den einzelnen Messstellen zugehörig ist ein in Raumnähe dazu höhenmäßiger, eindeutig und dauerhaft vermarkter Bezugspunkt als Höhenkontrollpunkt zu installieren (Abb.3).



Abbildung 3: Grundwassermessstelle mit Höhenkontrollpunkt

3 Einmessung der Grundwassermessstellen

3.1 Eindeutigkeit des Geodätischen Raumbezugs

Die Eindeutigkeit des Geodätischen Raumbezugs und deren Interpretation für jederman zur Anwendung für den Nachweis der gemessenen Daten in den grundwasserorientierten Stammdaten, den daraus zu entwickelnden graphischen Nachweisen wie z.B. Grundwasserhöhengleichen (Hydroisohypsenplänen), ist für den Bau und Betrieb von Grundwassermessstellen von größter Bedeutung.

Wenngleich durch Beschlüsse der AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland) – zumindest für die BRD – Festlegungen auf ein

einheitliches Bezugssystem: ETRS 89/UTM (Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 / Universale Merkator Abbildung) für die Lage und DHHN 92 (Deutsches Haupt Höhennetz 1992) für die Höhe, gefasst worden sind, steht die Realisierung vielerorts noch aus.

Realität – im Jahr 2010 – für die Lage: Meistens Gauß-Krüger-Koordinaten, allerdings in unterschiedlichsten Genauigkeitsstufen, angegeben im sog. Lage-Status. Aber große Ortssysteme bestehen noch, zum Beispiel Soldner- Koordinaten in Bayern.

Realität – im Jahr 2010 – für die Höhe: In den alten Bundesländern meistens Höhe über NN (Normal-Null), Ausgangspunkt der Amsterdamer Pegel. In den neuen Bundesländern Höhe über HN (Höhen-Normal), Ausgangspunkt der Kronstädter Pegel bei Sankt Petersburg. Differenz von NN auf HN +16 cm.

Daneben beziehen sich viele Höhenangaben auf die unterschiedlichsten Ausgangsberechnungen des sog. Quasigeoids, bzw. Genauigkeitsstufen, teils in den Nachweisen der Höhenfestpunkte mit Horizonten und wiederum mit sog. Stati bezeichnet.

Allerdings, ab Anfang 2002 sollte in allen Bundesländern das DHHN-92 gelten. Da zwischen dem Normal-Null und dem DHHN-92 Differenzen auftreten können, wird die Höhe über Normalhöhennull angegeben (Höhen über NHN).

Da nach wie vor in den Nachweisen der Festpunkte meistens die Entwicklungshierarchie nachgewiesen ist, hat diese für die Übernahme in die Stammdaten der Grundwassermessstellen insofern Bedeutung, dass auch dort die Historie nicht nur nachgewiesen werden sollte, sondern für die Umrechnung in übergeordnete Grundwassermessnetze zwingend erforderlich ist (siehe Abschnitt 3.1.3).

Für grenzübergreifende Grundwassermessnetze, wie z.B. in Bayern nach Österreich und nach Tschechien, sind einheitliche Bezugssysteme noch nicht verfügbar. Zurzeit sind jeweils Übergangsberechnungen von einem in das andere System erforderlich. Für die Anrainerstaaten der Bundesrepublik sind folgende Werte zu berücksichtigen. Abweichung von der Ausgangsebene DHHN-92: Schweiz -32cm, Frankreich -50cm, Luxemburg +1cm, Belgien -230cm, Niederlande -1cm, Dänemark -2cm, Polen +14cm, Tschechien +13cm, Österreich -34cm.

Hier wird langfristig die INSPIRE-EU-Richtlinie (INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in Europa) zum Ziel einer grenzübergreifenden einheitlichen Geodatenstruktur führen.

3.1.1 Stabilität des Geodätischen Raumbezugs

Die Erdoberfläche ist nicht stabil, sondern unterliegt Bewegungen, die tektonisch, bodenmechanisch oder anthropogen bedingt sind. Das gilt im Besonderen in Bergbau-Gebieten.

Diese Besonderheit bedarf bei der Einmessung und Überprüfung der Messstellen größter Aufmerksamkeit. Das heißt, hier gilt es, auch wenn die Festpunkte augenscheinlich und nach der topographischen Einmessung als sicher anzusehen sind, mindestens 2 Festpunkte, die nicht in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander – aber soweit erkennbar außerhalb des Senkungsgebietes – liegen, auf ihren Sollhöhenunterschied durch geeignetes Messverfahren zu untersuchen. Besteht dennoch eine Differenz gegenüber der geforderten Messgenauigkeit, ist ein weiterer Festpunkt einzubeziehen. In NRW wird in den Berbaugebieten alle 2 Jahre das sogenannte Leitnivellement durchgeführt, somit auch die Grundlage für die Überprüfung der Grundwassermessstellen.

3.1.2 Ausgangssituation und daraus resultierende Genauigkeit

In der Regel ist jede Grundwassermessstelle nach Lage und Höhe einzumessen und an ein amtliches Lage- und Höhensystem anzuschließen. Sinnvoll ist auch eine Fotodokumentation der Messstelle einschließlich des Umgebungsbildes.

Bei der Einmessung der Lage ist zumindest darauf zu achten, dass eine Darstellung im Maßstab der geforderten Dokumentation wie z.B. dem Lageplan oder den Landeskartenwerken gewährleistet ist.

Bei Grundwassermessnetzen, also ab Messstellen zu 1.3, ist grundsätzlich ein überörtlicher Bezug in Form von Koordinaten und Höhen im Landesnetz vorzunehmen.

Bei der Einmessung der Höhen ist vorab die Genauigkeit des Verfahrens der Tiefenmessung – also der Differenz zwischen Messkopf und Grundwasserstand im Messrohr – festzustellen bzw. festzulegen, um daraus dann die Genauigkeit der Anschlussmessung zum Höhennetz bzw. Bezugspunkt abzuleiten.

Da in den Messstellen zu 1.1 und 1.2 in der Regel nur ein 2-Zoll-Rohr zur Verfügung steht, kann die Tiefenmessung nur mit einem Lichtlot/Akustiklot, oder einer Drucksonde bzw. mit einem fest installierten Schwimmlot ausgeführt werden. Die Genauigkeit liegt hierbei erfahrungsgemäß bei einer Standardabweichung von $\sigma = 1$ cm.

Bei den Messstellen zu 1.3, zumindest aber bei 1.4, steht ein innerer Durchmesser des Messrohres von bis zu 125 mm zur Verfügung. Hier ist die Genauigkeit des Lichtlotes bei größerer Tiefe eher gering. Die Längung des Lichtlotes/Akustiklotes durch Eigengewicht oder die Kürzung durch Verdrehung der Kabelmessstrecke im Messrohr haben Einfluss auf die Messgenauigkeit. Gleiches gilt auch für das Schwimmlot. Daher werden heute die wesentlich genaueren Präzisions-Drucksonden eingesetzt.

Andere Lotungsverfahren wie Echolot, Laserverfahren oder Infrarotverfahren – berührungslos oder auf schwimmenden Reflektor – haben sich bisher nicht mit entsprechender Genauigkeit bewährt, zumal diese Verfahren ein exakt in sich gerades Messrohr voraussetzen.

3.1.3 Datenstruktur der gemessenen Daten und Weitergabe an den Messstellenbetreiber

Um die Stammdaten der Messstellen auf neue, zukunftsorientierte Lage- und Höhensysteme einwandfrei beziehen bzw. umrechnen zu können, sind grundsätzlich das bei der Einmessung bzw. bei der Überprüfung benutzte System, dessen aus den amtlichen Nachweisen zu entnehmender Status und die Genauigkeitsstufe sowie die gemessenen bzw. ermittelten Daten als Gesamtergebnis an den Messstellenbetreiber zu übergeben.

3.2 Einmessung von Messstellen zu 1.1

Wenngleich eine Einmessung nach Lage und Höhe im überörtlichen, dreidimensionalen Koordinatensystem anzustreben ist, reicht der Bezug auf einen in der nahen Örtlichkeit befindlichen eindeutig standsicheren und fixierbaren Höhenbezugspunkt aus, um somit durch geeignetes Verfahren – geometrisches Nivellement – den Höhenunterschied auf den Messkopf mit $\sigma = 1$ cm Genauigkeit zu bestimmen. Die Lageeinmessung erfolgt in Bezug auf Bauwerksachsen oder der Topographie zur Darstellung in der geforderten Dokumentation. Für die Höhenangabe des Messkopfes ist die eindeutige Identifizierung anzugeben (z.B. auf Verschlusskappe oder bei geöffneter Verschlusskappe usw.).

Es ist ratsam, neben der Bestimmung des Messkopfes noch weitere feste Punkte, z.B. die Oberkante einer Ecke des Dreibockes, oder andere feste Bauwerkskanten höhenmäßig zu bestimmen, die somit zur späteren Kontrolle und Überprüfung mit herangezogen werden können.

3.3 Einmessung von Messstellen zu 1.2

Im Prinzip gilt hier die gleiche Vorgehensweise wie bei Messstellen zu 1.1. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die einzelnen Messstellen und das Bauwerk bzw. der Betriebsbrunnen einen gemeinsamen Lagebezug benötigen, um daraus z.B. den Absenktrichter bestimmen zu können. Gleiches gilt für die Höhenbestimmung, hier ist ebenso ein einwandfreies Bezugssystem durch mindestens einen, besser zwei Festpunkte zu schaffen. Wegen der Raumnähe der Messstellen zum Objekt kann bei der einzelnen Messstelle auf einen jeweils in Raumnähe dazu befindlichen Höhen-

kontrollpunkt verzichtet werden, wenn beispielsweise durch ein geometrisches Nivellement vom Bezugssystem aus schnellstens alle Messstellen überprüft werden können.

Liegen in Raumnähe zum Objekt Lage- und Höhenfestpunkte im überörtlichen Landesnetz vor oder steht ein entsprechend genaues, globales Satellitennavigationssystem (GNSS) zur Verfügung, ist der Anschluss an das Landesnetz vorrangig vorzunehmen. Zulässige Standardabweichung der Übertragung der Höhe bis zum Objektfestpunkt absolut $\sigma = 1$ cm, relativ der Messstellen untereinander $\sigma = 1$ cm. Lagegenauigkeit $\sigma = 5$ cm bis $\sigma = 10$ cm, je nach Entfernung der einzelnen Messstellen voneinander.

3.4 Einmessung von Messstellen zu 1.3 und 1.4

Hier ist grundsätzlich der Anschluss an das amtliche Lage- und Höhennetz Voraussetzung. Dafür sind geeignete Mess- und Auswerteverfahren zu wählen, die die in Abschnitt 3.1.2 angegebene Genauigkeit gewährleisten.

Für jede einzelne Messstelle ist hierfür mindestens ein Höhenkontrollpunkt, wie in 2.3 näher erläutert, dauerhaft zu installieren.

Wird als entsprechend genaues Messverfahren GNSS eingesetzt, ist durch Analogverfahren örtlich eine Plausibilitätsprüfung in der Weise durchzuführen, dass 2 Punkte im Abstand von einigen Metern und im größeren Zeitabstand mit GNSS nach Koordinaten im amtlichen Lage- und Höhennetz bestimmt werden und dann deren Abstand und Höhenunterschied vor Ort durch geeignete Messverfahren – einfache Streckenmessung bzw. Geometrisches Nivellement – geprüft werden.

Im Falle, dass die Messstelle im Wald liegt oder sonst nicht direkt durch GNSS einmessbar ist, sind Hilfspunkte zu bestimmen, von denen aus mit anderen ausreichend genauen Messverfahren die Messstelle und der Höhenfestpunkt einzumessen sind.

4 Überprüfung der Messstellen

4.1 Notwendigkeit und Verfahren zur Überprüfung von Messstellen

Ähnlich wie bei Überwasserpegeln in ruhenden und fließenden Gewässern sind Grundwassermessstellen regelmässig oder bei Ereignissen zu überprüfen.

4.1.1 Regelmässige Überprüfung

Die regelmässige, höhenmässige Überprüfung bei Grundwassermessstellen nach 1.1 und 1.2 sollte aus der Betriebsnotwendigkeit heraus festgelegt werden und zwar in der Weise, dass alle zu erfassenden Messdaten während des Baues und des Betriebes als gesichert und als einwandfrei angesehen werden können. Auch Ereignisse nach 4.1.2 bestimmen dabei die entsprechende Zeitfolge.

Die regelmässige, höhenmässige Überprüfung bei von vornherein standsichereren Grundwassermessstellen nach 1.3 und 1.4 mit örtlichem Höhenkontrollpunkt nach 2.3 sollte alle zwei bis fünf Jahre erfolgen. Und zwar durch eindeutige höhenmässige Überprüfungsmessung aus der Ermittlung des Ist-Höhenunterschiedes zwischen dem örtlichen Höhenkontrollpunkt und dem Messkopf mit dazu geeignetem Messverfahren und Gegenüberstellung zum Soll-Höhenunterschied. Ergibt die Gegenüberstellung eine Abweichung grösser als die erlaubte Messgenauigkeit sind zunächst optisch die Standsicherheit des Festpunktes und der Messkopf auf Beschädigung zu untersuchen.

Soweit nur ein Höhenkontrollpunkt vorhanden ist, wird, falls eine Beschädigung nicht festgestellt wird, die Interpretation, ob Kontrollpunkt oder Messkopf sich verändert haben, problematisch. Daher ist es, wie in 3.2 angeführt, ratsam, schon bei der Einmessung weitere Punkte höhenmässig zu bestimmen.

Kann die Veränderung nicht eindeutig zugeordnet werden, ist eine neue Höhen-Einmessung nach den Verfahren zu Abschnitt 3 durchzuführen und die Ergebnisse entsprechend in den Verzeichnissen oder Stammblätern nach Abschnitt 3.1.3 zu übernehmen.

4.1.2 Überprüfung bei Ereignissen

Ereignisse sind:

- sichtbare Beschädigung des Messkopfs oder des Höhenkontrollpunkts
- erhebliche Grundwasserschwankungen oder Niederschlagsschwankungen abhängig vom Bodentiefenprofil z.B. schluffige Böden oder Moorböden. Hierdurch kann der verankerte Messkopf mitsamt des Umgebungsbodens, mitunter sogar großflächig sacken oder sich heben
- Setzungen in Bergbausenktungsgebieten: die Überprüfungsichte ist abhängig von der Senkungsgeschwindigkeit
- Grundsätzliches Ereignis sollte eine generelle Überprüfung der Messtellen nach zehn Jahren sein, dies auch hinsichtlich der geodätischen Zugangsdaten, wie Netz- und Statusänderungen

Die Feststellung der Ereignisse bzw. die Kenntnis darüber muss im Geschäfts- und Arbeitsablauf des Grundwasserbeobachtungsdienstes des Messstellenbetreibers aufgenommen und daraus Regelungen getroffen werden, die auch eine Meldepflicht an den Vermessungsdienst des Messstellenbetreibers beinhalten und diesen dadurch automatisch mit der Überprüfung beauftragen.

Bei sichtbaren Beschädigungen ist das Kontrollverfahren nach 4.1.1 anzuwenden.

Bei erheblichen Grundwasserschwankungen und sichtbaren Bodensenkungen oder Bodenhebungen ist großräumig eine neue Höhenbestimmung von außerhalb der Störzonen liegenden Höhenfestpunkten des Messkopfes und des Höhenkontrollpunktes sowie der bei der Erstmessung bestimmten weiteren Punkte nach den vorgenannten Verfahren zu 3. in der dort vorgegebenen Genauigkeit vorzunehmen.

Die Ergebnisse sind nach den vorgegebenen Kriterien nach den Abschnitten 3.1 bis 3.1.3 in die Verzeichnisse oder Stammbücher zu übernehmen. Nur so ist die spätere, eindeutige Überführung der geodätischen Daten in neue, zukunftsorientierte Lage- und Höhensysteme einwandfrei gewährleistet.

5 Literatur und andere Merkblätter bzw. Regelwerke

Hinsichtlich der für die Einmessung und Überprüfung der Grundwassermessstellen erforderlichen Voraussetzungen, wie dem eindeutigen geodätischen Raumbezug nach Lage und Höhe, die erforderliche Datenstruktur usw. wird in AdV 2004 und 2005, in Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2001 und 2007, sowie in Riecken 2010 Bezug genommen. Ausführliche Beschreibungen und weitere Hinweise zur Planung, zum Bau und zum Betrieb von Grundwassermessstellen befinden sich in den Merkblättern und Regelwerken, wie in 5.2 angegeben, sowie bei LAWA 2001 in 5.1. Der Aufbau eines großräumigen Grundwassermessnetzes ist in Höper 1991 behandelt.

5.1 Literatur

AdV-Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland: AdV-Beschluss 2004, Wismar: *Strategie für den einheitlichen Raumbezug des amtliche Vermessungswese in der Bundesrepublik Deutschland*; AdV-Beschluss 2005, Bonn: *Erneuerung des DHHN*

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Geschäftsstelle GDI-DE(2007): *Worum geht es bei INSPIRE*, <http://www.ec-gis.org/inspire/> bzw.: www.gdi-de.org

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2001): *Nationale Referenzpegel*: <http://www.bkg.bund.de/nn>

Höper, D. (1991): *Das landesweite Grundwasserüberwachungsnetz in Niedersachsen*, Konrad Wittwer Verlag, Vermessungswesen bei Konrad Wittwer, Band 23, 1991, S. 287-301

LAWA-Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) 2001: *Grundwasser-Empfehlungen zur Konfiguration von Messnetzen sowie zu Bau und Betrieb von Grundwassermessstellen (qualitativ)*

Riecken, J. (2010) : *Geodätischer Raumbezug 2015 in Nordrhein-Westfalen*, in zfv (Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement) Wißner-Verlag GmbH, Augsburg, Heft 4/2010, S. 219-225.

5.2 Merkblätter und Regelwerke

DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) – Regelwerke:

W 108(2003): Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten

W 112(A) (Entwurf 2010): Grundsätze der Grundwasserprobennahme

W 121(2003): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen

DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) - Arbeitsblatt:

DWA-A 908 (Entwurf 2010): Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen

Impressum

Herausgeber

Deutscher Verein für Vermessungswesen (DVW) e.V.
Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

Geschäftsstelle

D-79235 Vogtsburg-Oberrotweil
Telefon: +49 7662/949287
Fax: +49 7662 / 949288
E-Mail: christiane.salbach@dvw.de