



Quality Control

expect more...



KWR 2015.013 | April 2015

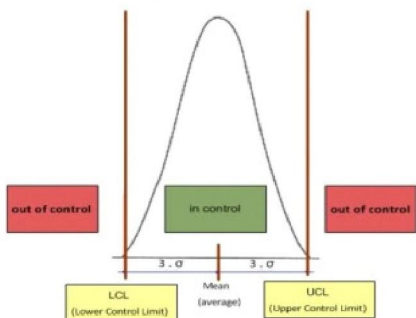
Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens

Protocol voor datakwaliteitscontrole (QC)

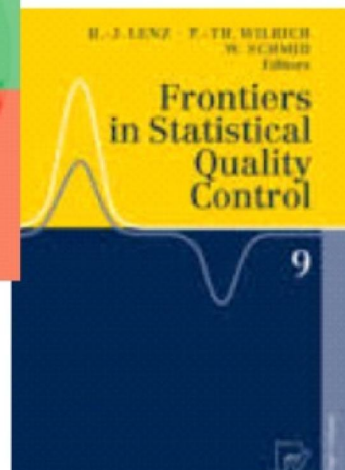
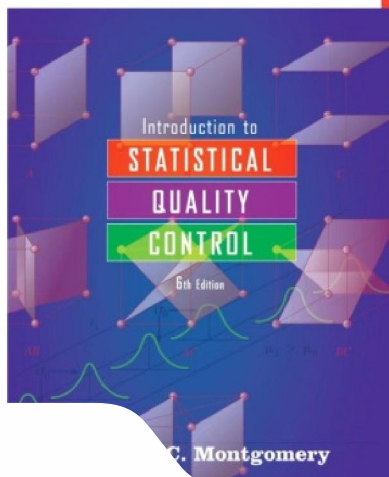
(Werkversie 1.0)



© beboy * www.ClipartOI.com/32106



detection
TING



Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens

Protocol voor datakwaliteitscontrole (QC) (werkversie 1.0)

KWR 2015.013 | April 2015

Projectmanager

Martin de Haan

Kwaliteitsborger(s)

Willem Jan Zaadnoordijk, Flip Witte

Opdrachtgever(s)

Eric Castenmiller, Henny Kempen, Jan Meijles en
Nanko de Boorder, namens de gezamenlijke
provincies

Stuur- en begeleidingsgroep

Zie bijlagen D en E

Met dank aan

De stuurgroep en het platform meetnetbeheerders
voor de vele waardevolle discussies en inbreng.

Auteur(s)

Jos von Asmuth

Jaar van publicatie
2015

Meer informatie

T 030-6069512
E jos.von.asmuth@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



KWR | April 2015 © KWR

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand,
of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën,
opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande
schriftelijke toestemming van de uitgever.

Leeswijzer

De afgelopen periode is het inzicht gegroeid dat de kwaliteit en betrouwbaarheid van grondwaterstands- en stijghoogtegegevens van wezenlijk belang zijn voor het gebruik ervan. Het is hierbij niet alleen belangrijk dat de kwaliteit van de gegevens ‘gemiddeld gezien hoog’ is. Minstens zo belangrijk is dat de kwaliteit ‘bekend en van een gegarandeerd niveau’ is, ofwel dat de kwaliteit geborgd is volgens gestandaardiseerde, eenduidige en heldere procedures en methoden. Het is wellicht vanuit die optiek dat de Kaderrichtlijn Water (KRW) het toepassen van een gestandaardiseerd protocol voor datakwaliteitscontrole verplicht stelt.

Het platform meetnetbeheerders grondwaterkwantiteit van de gezamenlijke provincies, heeft daarom het realiseren van een dergelijk protocol ter hand genomen, met KWR en TNO als samenwerkingspartners en opdrachtnemers. In het kader daarvan zijn inmiddels een drietal rapporten verschenen (Von Asmuth, J.R. en F.C. Van Geer, 2013, Leunk, I., 2014, Von Asmuth, J.R. en F.C. Van Geer, 2015). In het eerste rapport is een aanzet gegeven voor een landelijke standaard, met daarin o.a. een inventarisatie en overzicht van methoden voor geautomatiseerde controle van de plausibiliteit van meetgegevens. In het tweede rapport zijn de fouten en afwijkingen die in de praktijk optreden in grondwaterstandsgegevens, en wat de relatieve grootte en belang daarvan is, vervolgens beter in beeld gebracht. Het derde rapport bevat de technisch-inhoudelijke definities van, en toelichting op, de systematiek en methodiek voor datakwaliteitscontrole (QC) die in dit protocol gebruikt zijn.

Het onderhavige rapport vormt het eigenlijke protocol, en bevat de werkwijzen, controles en daarbij te hanteren criteria die in de praktijk door de meetnetbeheerders van de verschillende provincies (minimaal) gehanteerd zullen worden. Omdat toepassing van dit protocol in de praktijk rust op het draagvlak daarvoor, is gekozen voor een zorgvuldige sturing, begeleiding en terugkoppeling van het keuzeprocess dat nodig was om tot dit protocol te komen, binnen de provincies, maar ook daarbuiten.

Dit protocol is getiteld ‘werkversie 1.0’, wat allereerst voorziet in het feit dat toepassing ervan en ervaring ermee in de praktijk kan leiden tot aanpassing en verbetering. Grondwatermonitoring vindt daarnaast plaats in een omgeving met snelle technologische ontwikkelingen. Ook dat kan aanleiding geven tot aanpassing en/of uitbreiding van het protocol. Om deze redenen is dit protocol voorzien van versienummering en versiebeheer.

Inhoud

Leeswijzer	3
1 Inleiding	7
1.1 Ondersteunende projecten en rapporten	7
1.2 Ordening: van QC-type naar werkproces	7
1.3 Verschil in werkwijze en gebruikte hulpmiddelen	8
1.4 Verplichte en aanbevolen punten	9
2 Standaardcontroles voor nieuwe en basisgegevens	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Data-integriteit (QC 1)	11
2.3 Consistentie (QC 2)	12
2.4 Plausibiliteit (QC 3)	13
2.5 Controlemeting (QC 4)	13
2.6 Volledige hercontrole	14
3 Meten	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Luchtdruk (indien relevant)	15
3.3 Waterdruk en/of -stand	15
4 Omrekenen	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Tijdsregistratie	17
4.3 Verschilberekening	17
4.4 Luchtdruk (indien relevant)	18
4.5 Waterdruk (indien relevant)	18
4.6 Waterkolom of waterdiepte	18
5 Corrigeren en keuren	21
5.1 Inleiding	21
5.2 Tijdsregistratie	21
5.3 Luchtdruk (indien relevant)	22
5.4 Waterstand (eerste controle)	22
5.5 Waterstand (definitieve controle)	23
Literatuur	25
Bijlage A: Data-integriteitscontroles	27
Bijlage B: Consistentiecontroles	28
Bijlage C: Omrekening van luchtdrukmetingen	29
Bijlage D: Begeleidingsgroep	30
Bijlage E: Stuurgroep	31

1 Inleiding

1.1 Ondersteunende projecten en rapporten

In het kader van het verkennings- en besluitvormingsproces dat voorafgegaan is aan dit protocol is een drietal projecten uitgevoerd en bijbehorende rapporten verschenen:

- **Von Asmuth, J.R. en F. C. Van Geer (2013)** Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens: op weg naar een landelijke standaard; rapportnr. KWR 2013.027, KWR Watercycle Research Institute / TNO, Nieuwegein / Utrecht.
- **Leunk, I. (2014)** Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens: validatiepilot, analyse van bestaande data; rapportnr. KWR 2014.059, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- **Von Asmuth, J.R. en F. C. Van Geer (2015)** Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens: systematiek en methodiek voor datakwaliteitscontrole (QC); rapportnr. KWR 2015.004, KWR Watercycle Research Institute / TNO, Nieuwegein / Utrecht.

In het eerste rapport is (analoog aan de titel) een aanzet gegeven voor een landelijke standaard, met daarin o.a. een inventarisatie en overzicht van methoden voor geautomatiseerde controle van de plausibiliteit van meetgegevens. In het tweede rapport zijn de fouten en afwijkingen die in de praktijk optreden in grondwaterstandsgegevens, en wat de relatieve grootte en belang daarvan is, vervolgens beter in beeld gebracht. Het derde rapport bevat de technisch-inhoudelijke definities van en toelichting op de systematiek en methodiek voor datakwaliteitscontrole (QC), die in het onderhavige protocol gebruikt zijn.

Voor details over de lessen en conclusies die volgden uit dit verkennings- en besluitvormingsproces verwijzen we graag naar de verschillende rapporten. Kort gezegd is uit het eerste rapport gebleken dat het realiseren van één gemeenschappelijk datacontrolesysteem voorlopig onhaalbaar en onwenselijk is. Het tweede rapport, dat een weerslag vormt van een pilot of analyse van de orde-grootte en type fouten in bestaande data, liet vervolgens duidelijk zien dat fouten geen marginaal verschijnsel zijn, maar soms zelfs in het overgrote deel van de geanalyseerde gegevens aanwezig waren (bijv. conflicten tussen verschillende kopieën van dezelfde data). Tijdens de totstandkoming van het derde rapport bleek dat de bestaande systematiek en terminologie rond datakwaliteit of QC onvoldoende onderscheidend en helder was om dit protocol op te kunnen baseren. Daarop is een eigen systematiek en terminologie ontwikkeld en beschreven, die in dit protocol gehanteerd wordt. In dat rapport is bovendien geconcludeerd dat geautomatiseerde plausibiliteitscontrole (QC3) onvoldoende ver ontwikkeld is om gestandaardiseerd en geprotocolleerd toe te passen.

1.2 Ordening: van QC-type naar werkproces

Zoals ook uit (Von Asmuth en Van Geer, 2015) naar voren kwam zitten er veel verschillende aspecten aan het begrip datakwaliteit, die niet direct eenvoudig af te bakenen of van elkaar te onderscheiden zijn. Daarnaast maakt het veel uit welk gezichtspunt men kiest: dat van de individuele meetnetbeheerder die dagelijks in de weer is om stap voor stap aanvullende meetgegevens te verzamelen of dat van de (lokale, DINO of BRO) databasebeheerder die de gegevens in bulk krijgt aangeleverd.

Mede vanwege de tot dan toe voorhanden zijnde methoden en richtlijnen over datakwaliteitscontrole, is er in voorgaande rapporten en analyses voor gekozen om het QC- of foutentype als uitgangspunt en ordenend principe te gebruiken. Dit leidt tot een

waardevolle, maar op zichzelf tamelijk technisch-inhoudelijke systematiek en terminologie, die minder goed toegankelijk is voor de individuele meetnetbeheerder voor wie dit protocol in hoofdzaak bedoeld is. We kiezen daarom hier de stappen in het werkproces van de meetnetbeheerder als uitgangspunt, met de hulpmiddelen die zij of hij daarbij gebruikt, zijnde:

- **De basisgegevens** - deze vormen de basis waar nieuw te verzamelen gegevens op komen te rusten (gegevens meetopstelling) of bij aan zullen sluiten (meetreeksen)
- **Het meten** - van waterstanden en/of water- en luchtdrukken, met als kern het bijbehorende veldwerk
- **Het omrekenen** - rekenstappen en bijbehorende parameters die nodig zijn om de ruwe gegevens om te zetten in grondwaterstands- en stijghoogtereeksen, voor zover deze niet volledig eenduidig en exact zijn
- **Het controleren, corrigeren en keuren** - als kern van dit protocol en laatste stap in het proces, alvorens de nieuwe metingen worden bijgevoegd bij de bestaande basisgegevens

Deze focus op het werkproces geeft een minder theoretisch en makkelijker toegankelijk resultaat, en in beperkte mate ook nieuwe inzichten. Het heeft als nadeel dat zogenaamde QA en QC-aspecten (zie Von Asmuth en Van Geer, 2015, paragraaf 2.2.2) daarbij in sterkere mate door elkaar heen lopen. Tegelijkertijd werkt de nauwere verwevenheid van dit QC-protocol met de QA-richtlijnen die de gemeenschappelijke provincies nog op zullen stellen mogelijk ook uit als voordeel.

1.3 Verschil in werkwijze en gebruikte hulpmiddelen

Verschillende provincies winnen hun grondwaterstands- en stijghoogtegegevens voor een deel op verschillende manieren in, en met verschillende hulpmiddelen. Zo kunnen de gebruikte typen (druk)sensoren en hun specificaties verschillen. Soms wordt telemetrie toegepast voor het automatisch en regelmatig verzenden van de nieuwe metingen, maar vaak ook niet. Daarnaast verschilt ook de software die gebruikt wordt voor de data-opslag, data-inwinning en datacontrole. Als laatste zijn niet alle meetpunten uitgerust met automatische sensoren. We lichten hieronder de belangrijkste verschillen en hun consequenties kort toe.

Hand- versus sensormetingen

Alhoewel de toepassing van sensoren bij grondwatermonitoring een grote vlucht heeft genomen over het afgelopen decennium, wordt (in sommige provincies) een deel van de meetpunten nog steeds volledig handmatig opgenomen. Het gebruik van sensoren fungeert daarbij als complicerende factor voor de verwerking en datakwaliteitscontrole (voor toelichting, zie Von Asmuth en Van Geer, 2015). Bij toepassing van dit protocol op volledig handmatig waargenomen meetreeksen vervalt onderdeel QC4, en die delen van QC1 en QC2 die uitsluitend betrekking hebben op sensoren.

Sensortype:

Druksensor is op moment van schrijven het dominante sensortype bij grondwatermonitoring, maar daarnaast bestaan bijv. ook akoestische sensoren en sensoren die gebruikmaken van radar. Bij druksensoren is er dan weer onderscheid te maken in meting van de:

1. Totale druk
2. Sensor-luchtdrukgecompenseerde waterdruk
3. Fysiek-luchtdrukgecompenseerde waterdruk

en maakt het uit of de sensor *online* uitgelezen kan worden, terwijl hij ondergedompeld is, of niet. Dit maakt dat niet elke stap relevant of mogelijk is voor elk type sensor, wat is aangegeven door de toevoeging '(indien relevant)' achter de desbetreffende stap of paragraaf.

Telemetrie:

Ook bij gebruik van telemetrie zijn handmatige controlemetingen en dus periodiek veldwerk noodzakelijk. Ondanks de verschillende manier en frequentie van aanlevering dienen met of zonder telemetrie dezelfde controles en controlestappen op de metingen plaats te vinden. Het gebruik van telemetrie leidt dan ook niet tot een verbijzondering van dit protocol, en behoeft geen speciale aandacht.

Software:

Verschillende provincies en hun waterpartners maken gebruik van verschillende programma's voor het inwinnen, controleren en beheren van grondwatergegevens. Op de totstandkoming van dit protocol dient een implementatietraject te volgen waarin de toe te passen controles en visualisaties vertaald worden in 'software requirements', en vervolgens in koppeling of uitbreiding van de bestaande programmatuur en/of functionaliteit daarvan.

1.4 Verplichte en aanbevolen punten

De keuze welk kwaliteitsniveau minimaal nodig en gemiddeld wenselijk is, is haast per definitie subjectief. De inspanning die nodig is om een bepaald kwaliteitsniveau te realiseren is eventueel wel in geld uit te drukken, de resulterende baten daarvan echter niet of nauwelijks. Om verschillende meetnetbeheerders de keuzevrijheid van een verschillend ambitieniveau te laten, en tegelijkertijd aan de noodzaak tot standaardisering en garanderen tegemoet te komen, is aan de controles en richtlijnen in dit protocol één van beide statussen toegekend:

- **Verplicht** – punten die dusdanig van belang zijn dat ze altijd gedaan of gevolgd dienen te worden
- **Aanbevolen** – punten die de datakwaliteit verbeteren, maar bijvoorbeeld vanwege de benodigde inspanning niet verplicht gesteld worden

Omdat een eenduidige kwantitatieve afweging hierbij niet mogelijk was, is het volgende principiële onderscheid tussen verschillen typen fouten gebruikt:

- **Zekere fouten** – hieronder vallen de data-integriteits- en consistentiefouten (QC1, QC2). Alle controles in deze onderdelen zijn verplicht gesteld, vanuit het principe dat gegevens die zeker fout zijn niet thuis horen in een fatsoenlijke database.
- **Systematische fouten** – deze treden op bij fouten in bijv. het sensornulpunt (QC4) en fouten in de metadata of gegevens van de meetopstelling (QC2). Omdat deze in meerdere of zelfs alle metingen tegelijk doorwerken, werken systematische fouten ook direct door in statistieken, analyses en modelberekeningen, en zijn dus van groot belang.

- **Toevallige fouten** – deze vormen een ruis op de metingen, die weliswaar het zicht op bijv. nulpuntsverschuivingen kan vertroebelen of statistieken, analyses en modelberekeningen onzekerder maakt, maar niet per definitie fout. Het opsporen daarvan valt hoofdzakelijk onder QC3.

De toepassing van een standaardprotocol is formeel pas vereist voor de vervaardiging van het eerstvolgende, derde KRW-stroomgebiedsbeheerplan in 2021. 2015 kan en zal dus gebruikt worden om het protocol en de status van de verschillende controles te evalueren, en vervolgens definitief te maken.

2 Standaardcontroles voor nieuwe en basisgegevens

2.1 Inleiding

De database van de meetnetbeheerder (of die nu extern of intern beheerd wordt) bevat de bestaande schat aan basisgegevens, zoals die over een lange periode en met de nodige inspanning en kosten verzameld is. Deze basisgegevens of basisdata vormen de basis waar nieuw te verzamelen gegevens op zullen rusten (gegevens meetopstelling) of bij aan zullen sluiten (meetreeksen). Zowel basisgegevens als nieuw ingewonnen meetgegevens dienen daarbij op een aantal standaardpunten gecontroleerd te worden.

Dit protocol onderscheidt het controleren van gegevens via of op a) data-integriteit, b) consistentie, c) plausibiliteit, d) controlemeting en e) volledige hercontrole en correctie.

2.2 Data-integriteit (QC 1)

Toelichting en definitie:

Data-integriteitscontroles toetsen de vraag of de gegevens over of van (in ons geval) de:

- Meetreeksen
- Meetopstelling

integer en integraal bewaard zijn gebleven. De desbetreffende gegevens zijn daarbij:

- Uniek (indien eenmalig)
- Volledig (indien verplicht)
- Eenduidig, qua:
 - Dataformat
 - Datadefinitie
 - Status
 - Datamodel en relaties tussen de verschillende tabellen en/of bestanden

Richtlijnen:

Data-opslag

- *(Verplicht:)* Gebruik open, eenduidig en expliciet gedefinieerde dataformats, datadefinities en datamodellen bij opslag en uitwisseling van gegevens.
- *(Verplicht:)* Voorkom verschillen tussen lokaal en centraal opgeslagen data. Sla hiertoe data waar mogelijk centraal en eenmalig op, of wissel wijzigingen in lokale en centrale systemen uit (bij voorkeur automatisch via webservices) en synchroniseer de data.

Automatische controle

- *(Verplicht:)* Controleer de desbetreffende gegevens (te vinden in bijlage A) op volledigheid en uniciteit bij invoer en opslag in een databeheersysteem.

Visuele controle

- *(Aanbevolen:)* Maak data-integriteitsproblemen zichtbaar, bijvoorbeeld door conflicterende gegevens rood te kleuren.

Afhandeling

- *(Verplicht:)* Los data-integriteitsproblemen op indien de oorzaak duidelijk is, of verwijder de conflicterende data

2.3 Consistentie (QC 2)

Toelichting en definitie:

Consistentiecontroles toetsen de vraag of de relevante gegevens in de dataopslag, ook hier zijnde de gegevens over of van de:

- Meetreeksen
- Meetopstelling

logisch in tegenspraak met elkaar of fysisch onmogelijk zijn. Inconsistenties kunnen optreden tussen verschillende gegevens van de:

- Meetreeksen zelf
- Meetopstelling zelf
- Meetreeksen en meetopstelling onderling

De eigenlijke toetsing vindt plaats op de relatie die de gegevens met elkaar hebben. Het gaat daarbij om:

- Chronologische relaties
- Ruimtelijke relaties

Naast toetsing op foutieve of elkaar tegensprekende gegevens kunnen zich ook specifieke situaties voordoen in de meetopstelling, zoals droogval van het filter of ijsvorming in de peilbuis.

Richtlijnen:

Automatische controle

- *(Verplicht:)* Controleer de desbetreffende gegevens (te vinden in bijlage B) bij invoer en opslag in een databeheersysteem (lokaal of centraal) op inconsistentie of tegenspraak met andere gegevens.
- *(Aanbevolen:)* Controleer de maaiveldhoogte op de meetlocatie op verschillen van meer dan 50 centimeter met het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland). Het AHN is niet overal even nauwkeurig, maar is wel eenvoudig inzetbaar voor het opsporen van grotere fouten.

Visuele controle

- *(Verplicht:)* Visualiseer de (beperkingen van) de meetopstelling en meetgegevens in ruimte en tijd in samenhang, controleer de logische relaties daartussen.

Afhandeling

- *(Verplicht:)* Los inconsistenties tussen verschillende gegevens op indien de oorzaak duidelijk is, of verwijder de conflicterende data.
- *(Aanbevolen:)* Herstel fouten in de maaiveldhoogte op de meetlocatie die aan het licht komen, of meet de maaiveldhoogte opnieuw in.

2.4 Plausibiliteit (QC 3)

Toelichting en definitie:

Plausibiliteitscontroles richten zich op de vraag hoe waarschijnlijk het is dat gegevens toe te schrijven zijn aan een:

- Daadwerkelijke gebeurtenis
- Meet- of verwerkingsfout

gezien:

- Andere metingen in de tijd
- Andere metingen in de ruimte
- Metingen van andere parameters
- Systeem- en meetnetkennis

Richtlijnen:

Automatische controle

- *(Aanbevolen:)* Gebruik automatische *outlier*-detectie als hulpmiddel voor het opsporen van grotere fouten en afwijkende meetgegevens.
- *(Aanbevolen:)* Schoon fouten in bestaande meetreeksen liefst op, en/of gebruik robuuste *outlier*-detectie methoden.
- *(Aanbevolen:)* Gebruik waar nodig methoden die rekening houden met variabele aantallen en scheef verdeelde metingen.

Visuele controle

- *(Verplicht:)* Visualiseer nieuwe metingen samen met de bestaande meetreeks en meetopstelling. Controleer aldus nieuwe invoer in een data-opslagsysteem op afwijkend en onwaarschijnlijk gedrag en waarden.
- *(Verplicht bij outlier-detectie:)* Visualiseer *outliers* in de nieuwe metingen samen met de statistische karakteristieken van de bestaande meetreeks en resultaten van de detectiemethode (histogram, gefitte verdeling, detectiegrenzen, etc.).

Afhandeling

- *(Verplicht:)* Bevestig geautomatiseerd toegekende labels handmatig, pas deze aan en/of voeg een toelichting toe.
- *(Verplicht:)* Bewaar de originele gegevens, toegekende labels en correcties.
- *(Aanbevolen:)* Ontwerp en hanteer gezamenlijk een set van eenduidig gedefinieerde plausibiliteitslabels.

2.5 Controlemeting (QC 4)

Toelichting en definitie:

Controlemetingen toetsen de vraag hoe sterk de waarde die een meetinstrument aangeeft afwijkt van de 'werkelijke' waarde of controle. Meetinstrumenten kunnen daarbij behept zijn met:

- Systematische fouten en afwijkingen
- Toevallige fouten en afwijkingen

Dergelijke instrumentfouten zijn vaak dermate klein dat ze in onvoldoende mate door de hiervoor beschreven controles gedetecteerd worden. Onder controlemeting valt in principe elke meting die een andere controleert. In de hier behandelde casus van grondwatermonitoring kunnen ze bestaan uit:

- Voor eigen luchtdrukmetingen: betrouwbare nabijgelegen luchtdrukmetingen, zoals beschikbaar via het KNMI (zie ook De Meij en Von Asmuth, 2011).
- Voor waterdruk- of waterstandsmetingen: handmatige controlemetingen van de waterstand in de peilbuis
- Voor de klok van de datalogger: de klok van het uitleesapparaat en/of een horloge

Richtlijnen:

Het doen van controlemetingen en corrigeren en keuren van meetgegevens op basis daarvan is dermate verweven met het huidige werkproces van de meetnetbeheerder, dat we de richtlijnen daarvoor onder de desbetreffende hoofdstukken 3, 4 en 5 behandelen.

2.6 Volledige hercontrole

Toelichting en definitie:

De controles op data-integriteit en consistentie (QC1, QC2) uit de vorige paragrafen zijn relatief eenvoudig te programmeren en uit te voeren, en detecteren als resultaat gegevens die zeker fout zijn. Om die reden zijn dergelijke controles verplicht gesteld.

Deze en de andere controles uit dit protocol (Q3, QC4) zijn in het verleden veelal niet of slechts in zeer beperkte mate uitgevoerd. Het is dus zeker de moeite waard om alle bestaande data eenmalig opnieuw te controleren en waar nodig te corrigeren en herkeuren. Verschillende partijen zijn inmiddels hiertoe over gegaan, of hebben dit traject al afgerond.

Richtlijnen:

- *(Aanbevolen:)* Voer alvorens op dit protocol over te stappen, eenmalig een volledige hercontrole en hercorrectie uit van de voorhanden zijnde basisdata, om waar mogelijk gemaakte fouten in het verleden alsnog op te sporen en herstellen. Hou hierbij rekening met het aanleveren van de herziene gegevens aan TNO. Daarbij dienen eerst de gegevens van de meetopstelling (technische gegevens) te worden bijgewerkt, en daarna de meetreeksen.

3 Meten

3.1 Inleiding

Onder de noemer 'meten' verstaan we hier het inwinnen van nieuwe metingen en meetreeksen van luchtdrukken, waterdrukken en/of waterstanden. Alhoewel het eigenlijke meten inmiddels grotendeels door sensoren wordt gedaan, vormt het veldwerk dat nodig is voor het uitlezen en doen van handmatige controles nog steeds de kern van dit protocol.

Dit protocol onderscheidt het meten van de a) luchtdruk (indien relevant) en b) waterdruk en/of waterstand in het veld.

3.2 Luchtdruk (indien relevant)

Toelichting en definitie:

Het gebruik van druksensoren is op moment van schrijven de dominante meettechniek bij grondwatermonitoring, maar niet de enige. Het meten van de luchtdruk verdient specifiek aandacht in dit protocol, omdat het door verschillende partijen op verschillende manieren gebeurt. De ruimtelijke variatie van de luchtdruk is minder dan die van de grondwaterstand, waardoor men in principe met een minder dicht meetnet toe kan. In de praktijk van de grondwatermonitoring werden of worden luchtdrukgegevens op de volgende manieren ingewonnen:

1. Een eigen luchtdruksensor per individuele peilbuis (relatieve Keller loggers)
2. Een of meer eigen luchtdruksensoren per deelgebied
3. Download van luchtdrukgegevens van het dichtstbijzijnde KNMI-station

Een belangrijk praktisch voordeel van de derde optie is dat daarmee het meet- en controleproces vervalt voor de grondwatermeetnetbeheerder. Aan de andere kant kost bij gebruik van relatieve Keller-loggers het afzweren van het gebruik van de eigen luchtdrukmetingen meer tijd en geld dan het voorzetten ervan (vanwege het feit dat luchtdruksensoren daar standaard zijn ingebouwd in de datalogger). We volstaan hier met een richtlijn t.a.v. de tweede optie, die inmiddels echter minder vaak toegepast wordt.

Richtlijnen:

- *(Verplicht bij gebruik van een of meer eigen luchtdruksensoren per deelgebied:)* Meet de luchtdruk op een tijdstip en frequentie die ofwel gekoppeld en gelijk is aan die van de waterdruk, ofwel op een uurlijkse frequentie, om de tijdsverschillen tussen waterdruk- en luchtdrukmetingen te beperken.

3.3 Waterdruk en/of -stand

Toelichting en definitie:

Het meten van de waterstand in een peilbuis vindt per definitie lokaal en in het veld plaats. Alhoewel ter plaatse vaak meer parameters gemeten worden (bijv. temperatuur, luchtdruk), en sensoren doorlopend peilen kunnen meten en door kunnen sturen via telemetrie, staat veldwerk nog steeds centraal in het meetproces. Tijdens het veldwerk wordt de peilbuis bezocht voor het doen van een handmatige controlemeting en uitlezen van de aanwezige datalogger. Het veldwerk verloopt per peilbuis(filter) in vier of vijf stappen:

1. Lokaliseren van peilbuis en peilbuisfilter
2. (Indien mogelijk:) Actuele loggermeting
3. Handmatige controlemeting

4. Uitlezen datalogger
5. Controleren

Richtlijnen:Veldwerkfrequentie:

- (*Verplicht:*) Bezoek elke peilbuis minimaal 2 keer per jaar ter controle en handmatige controlemeting
- (*Aanbevolen:*) Bezoek elke peilbuis liefst 3 à 4 keer per jaar ter controle en handmatige controlemeting

Lokaliseren van peilbuis en peilbuisfilter:

- (*Aanbevolen:*) Gebruik GPS, (lucht)foto's en locatieschetsen om met zekerheid het juiste peilbuisfilter te lokaliseren.

Actuele loggermeting:

- (*Verplicht indien mogelijk:*) Verricht bij loggers die uitgelezen kunnen worden terwijl ze ondergedompeld zijn (bijv. de relatieve loggers van Keller of loggers met uitlezing op afstand) een actuele of zogenaamde *online* sensormeting.
- (*Alternatief:*) Zet de frequentie van de datalogger minimaal op standaard één meting per drie uur, opdat het tijdsverschil met de handmatige controlemeting nooit groter is dan dat.

Handmatige controlemeting:

- (*Verplicht:*) Maak daarvan een notitie indien de datalogger uit het water gehaald moet worden om een handmeting te doen.

Uitlezen datalogger:

- (*Aanbevolen:*) Koppel de verzamelde gegevens aan het (vooraf bekende) serienummer van de datalogger, zodat er geen peilbuis- en filterverwisselingen plaats kunnen vinden.

Controleren:

Welke controles direct in het veld en welke later op kantoor plaats kunnen vinden hangt af van de mogelijkheden van de gebruikte instrumenten en software. Het controleren van de gegevens vormt een apart, vijfde hoofdstuk van dit protocol. We volstaan hier met een verwijzing naar dat hoofdstuk.

4 Omrekenen

4.1 Inleiding

De waterstand-, waterdruk-, luchtdruk- en/of handmatige controlemetingen die tijdens het meetproces zijn ingewonnen, zijn te beschouwen als ruwe gegevens die omgezet en omgerekend moeten worden om te komen tot de definitieve grondwaterstands- en stijghoogtereeksen. Zolang deze rekenstappen eenduidig, exact en reproduceerbaar zijn beïnvloeden ze de datakwaliteit niet. Een aantal berekeningen zijn echter niet volledig eenduidig en exact, of vatbaar voor fouten. Omdat dergelijke stappen de datakwaliteit wel kunnen beïnvloeden, zijn daarvoor definities en richtlijnen opgenomen in dit protocol.

Dit protocol onderscheidt het be- of omrekenen van a) de tijdsregistratie, b) het verschil tussen metingen, c) de lokale luchtdruk, d) waterdruk naar waterkolom en e) waterkolom of waterdiepte naar stijghoogte of grondwaterstand.

4.2 Tijdsregistratie

Toelichting en definitie:

Direct of indirect dient bij iedere meting een tijdstip ingevoerd te worden of geregistreerd te zijn. Naast fouten in de tijdsbepaling die onder het hoofdstuk 'controleren en afhandelen' vallen, moet ook de gebruikte tijdseenheid (zomer- en wintertijd of alleen wintertijd) die verschillende externe databronnen hanteren (instrumenten, software, hardware, horloge) indien nodig omgerekend worden.

Richtlijnen:

- *(Aanbevolen:)* maak en hanteer een overzicht van hoe verschillende externe databronnen omgaan met zomer- en wintertijd en hoe de daarin voorkomende tijd aldus geïnterpreteerd dient te worden. Dit is met name voor verschilberekeningen van belang.
- *(Aanbevolen:)* sla meetgegevens uitsluitend op in wintertijd (Coördinated Universal Time), reken ingevoerde en ingewonnen gegevens indien nodig om..

4.3 Verschilberekening

Toelichting en definitie:

Bij verschillende stappen in het meet- en controleproces worden verschillende meetwaarden van elkaar afgetrokken om verschillen te berekenen:

1. Luchtdrukcompensatie (indien relevant)
2. Vergelijking eigen- en KNMI-luchtdruk (indien relevant)
3. Vergelijking hand- en loggermeting

Onderstaande richtlijnen gelden omdat de meetwaarden die van elkaar afgetrokken niet altijd op hetzelfde ogenblik gemeten kunnen zijn.

Richtlijnen:Luchtdrukcompensatie en -vergelijking:

- *(Verplicht:)* Doe geen verschilberekeningen tussen metingen indien het meettijdstip meer dan één uur verschilt.

Waterstanden en -drukken:

- *(Verplicht:)* Gebruik actuele, *online* sensormetingen of lineaire interpolatie voor het berekenen van het verschil tussen sensor- en handmeting.
- *(Verplicht:)* Doe geen verschilberekening indien het meettijdstip meer dan vier uur verschilt.

4.4 Luchtdruk (indien relevant)**Toelichting en definitie:**

Bij gebruik van luchtdrukgegevens van het KNMI ligt het meet- en controleproces en de verantwoordelijkheid daarvoor bij het KNMI. De luchtdruk ter plaatse van het KNMI-station is doorgaans echter niet exact gelijk aan de luchtdruk ter plaatse van de peilbuis en ter hoogte van het waterspiegel. Het KNMI publiceert haar luchtdrukgegevens standaard omgerekend naar NAP-niveau.

Richtlijnen:

- *(Aanbevelen:)* Reken KNMI-luchtdrukmetingen om van NAP-niveau naar de hoogte van de waterspiegel in de peilbuis. Gebruik hiervoor de formule uit het KNMI-handboek, zie bijlage C (KNMI, 2000).
- *(Aanbevelen:)* Schat de luchtdruk ter plaatse van de peilbuis m.b.v. de metingen van de omliggende KNMI-stations en interpolatie.

4.5 Waterdruk (indien relevant)**Toelichting en definitie:**

Bij gebruik van druksensoren dient de gemeten druk omgerekend te worden naar de waterkolom boven de sensor. In deze omrekening spelen twee parameters een rol die doorgaans niet exact zijn of niet exact bekend:

- De dichtheid van het water (boven de sensor)
- De gravitatieconstante

De fout die afwijkingen in deze parameters introduceren is afhankelijk van de hoogte van de waterkolom zelf, en beperkt in omvang (bij 5 meter waterkolom is de totale omrekenfout, typefouten uitgezonderd, bij zoet water doorgaans maximaal 1.25 cm (zie ook Von Asmuth, 2011)). Aan de andere kant zijn slordigheden en andere fouten hierbij makkelijk te voorkomen door de gebruikte parameterwaarden te bewaren.

Richtlijnen:

- *(Verplicht:)* Bewaar alle relevante originele gegevens, incl. omrekenparameters.

4.6 Waterkolom of waterdiepte**Toelichting en definitie:**

Als laatste stap dient de hoogte van de waterkolom boven de sensor (of afstand van de sensor tot de waterspiegel bij akoestische meetinstrumenten) omgerekend te worden naar de uiteindelijke stijghoogte of grondwaterstand. Om dat te kunnen doen dient bekend te zijn

(naast meer eenduidige parameters als de hoogte van het meetpunt of bovenkant van de peilbuis:)

- De inhangdiepte of hoogte van de sensor
- De dichtheid van het water (boven het filter)

De waterdichtheid is hier vooral van belang bij monitoring van brak of zout grondwater, o.a. i.v.m. verschillen tussen de waterdichtheid in de peilbuis en die in zijn directe omgeving. Dit punt valt buiten de eigenlijke datacontrole c.q. buiten dit protocol, en noemen we hier pro memorie (zie echter ook Post en Von Asmuth, 2013).

Richtlijnen:

- *(Verplicht:)* Controleer de inhangdiepte na plaatsing in de buis aan de hand van minimaal twee handmatige controlemetingen over een periode van minimaal één jaar, en corrigeer de afwijking wanneer deze groter is dan 1 cm H₂O.
- *(Aanbeveling:)* Sla direct meetbare, fysische eigenschappen zoals de kabellengte apart op, naast de afwijking van het nulpunt van de sensor.

5 Controleren, corrigeren en keuren

5.1 Inleiding

Het corrigeren en keuren van de nieuw ingewonnen en omgerekende meetreeksen, op basis van voorgeschreven controles, vormt logischerwijze kern en sluitstuk van dit protocol. Naast de inhoudelijke aspecten (wat controleer en corrigeer je hoe, wat zijn de criteria bij keuring) is hier ook de procesmatige kant van belang (wie doet wat waar en wanneer). Voor het laatste is van belang dat de oorzaak en ontwikkeling van verschillen tussen de sensor- en controlemetingen pas goed na verloop van tijd, en op basis van meerdere verschillen beoordeeld kan worden.

Dit protocol onderscheidt het controleren, corrigeren en keuren van a) de tijdsregistratie, b) de luchtdruk (indien relevant), c) de waterstand (voorlopig), d) de waterstand (definitief)

Voor alle controles, correcties en keurmerken geldt:

Richtlijnen:

- *(Verplicht:)* Bewaar de originele gegevens, samen met de uitgevoerde correcties en (af)keurmerken

5.2 Tijdsregistratie

Toelichting en definitie:

Direct of indirect dient bij iedere meting een tijdstip ingevoerd te worden of geregistreerd te zijn. Naast verschillen in de gebruikte tijdseenheid (zomer- en wintertijd of alleen wintertijd) die onder het hoofdstuk 'omrekenen' vallen, kunnen er ook fouten in de tijdsbepaling of klok optreden. Hierop wordt in het veld gecontroleerd.

Richtlijnen:

Controle:

- *(Verplicht:)* Vergelijk de interne klok van de datalogger in het veld met die van de veldcomputer of het uitleesapparaat. Controleer bij verschillen van meer dan 15 minuten beide aan de hand van een horloge.

Correctie:

- *(Verplicht:)* Corrigeer afwijkingen in de loggerklok in het instrument zelf en/of in de ingewonnen data.
- *(Aanbevolen:)* Bewaar de opgetreden tijdsverschillen en toegepaste correcties.

Keuring:

- *(Verplicht:)* Keur de meetreeks af wanneer het tijdsverschil met meer dan 1 uur is toegenomen over de laatste uitleesperiode, en lineaire correctie niet verantwoord is.
- *(Verplicht:)* Keur de datalogger af wanneer de klok anderszins hapert of defect is.

5.3 Luchtdruk (indien relevant)

Toelichting en definitie:

Zoals ook in paragraaf 3.2 aan de orde is gekomen worden luchtdrukgegevens door verschillende partijen op verschillende manieren ingewonnen (en soms in het geheel niet). Controle, correctie en keuring van luchtdrukgegevens is slechts relevant indien deze met eigen sensoren worden ingewonnen. Controle kan dan plaatsvinden aan de hand van de luchtdrukmetingen van het dichtstbijzijnde KNMI-station.

Richtlijnen:

Controle:

- *(Aanbevolen:)* Vergelijk de lokale luchtdrukmetingen met die van het dichtstbijzijnde KNMI-station.

Correctie:

- *(Aanbevolen:)* Corrigeer systematische afwijkingen in het nulpunt met behulp van een lopend mediaanfilter.

Keuring:

- *(Aanbevolen:)* Keur metingen af waarvan het verschil in luchtdruk met de omringende KNMI-stations groter is dan 7 cm H₂O.
- *(Aanbevolen:)* Keur de sensor (!) af indien er een nulpuntsverschuiving is opgetreden van meer dan 5 cm H₂O over de laatste uitleesperiode.
- *(Aanbevolen:)* Keur de sensor (!) af indien deze anderszins hapert of defect is.
- *(Aanbevolen:)* Controleer de nieuw ingewonnen meetreeks op afwijkend en onwaarschijnlijk gedrag en waarden (plausibiliteit).

5.4 Waterstand (eerste controle)

Toelichting en definitie:

Zoals ook in paragraaf 3.2 aan de orde is gekomen hangt het van de mogelijkheden van de gebruikte instrumenten en software af welke controles direct in het veld en welke later op kantoor plaats kunnen vinden. Het belangrijkste instrument bij de controle, correctie en keuring is de handmatige controlemeting, naast plausibiliteits- en consistentiecontroles die daar ondersteunend aan zijn.

Richtlijnen:

Controle:

- *(Verplicht:)* Voer onderstaande controles uiterlijk binnen één werkweek na het veldwerk uit, maar liefst direct in het veld.
- *(Verplicht:)* Controleer de nieuwe meetreeks op consistentie (QC 2, paragraaf 2.3).
- *(Aanbevolen:)* Controleer de nieuwe meetreeks op plausibiliteit (QC 3, paragraaf 2.4).
- *(Verplicht:)* Controleer het verschil tussen hand- en loggermeting (QC 4, paragraaf 2.5).

Correctie:

- *(Aanbevelen:)* Voer een voorlopige, lineaire correctie uit van de drift of een toenemende verschuiving van het nulpunt van de sensor wanneer deze groter is dan 1 cm H₂O

Keuring:

- *(Verplicht:)* Vervang de logger indien het verschil met de controlemetingen met meer dan 5 cm H₂O is toegenomen over de laatste uitleesperiode (van maximaal een half jaar).
- *(Verplicht:)* Vervang de logger indien deze anderszins hapert of defect is.
- *(Verplicht:)* Label metingen of delen van de meetreeks waarbij droogval van de sensor is opgetreden als zodanig.
- *(Verplicht:)* Label metingen of delen van de meetreeks waarbij peilen boven de bovenkant van de buis zijn opgetreden als zodanig, indien de buis niet artesisch is en onmogelijk kan inunderen.

5.5 Waterstand (definitieve controle)

Toelichting en definitie:

De oorzaak en ontwikkeling van verschillen tussen de sensor- en controlemetingen kan pas goed na verloop van tijd, en op basis van meerdere verschillen beoordeeld worden. Een incidenteel, groter verschil kan verschillende oorzaken hebben (toevallige hapering, tijdsverschil, fout in de controlemeting, etc.). Analoog aan de standaardwerkwijze van bijv. Rijkswaterstaat bij de kwaliteitscontrole van rivierpeil- en andere meetgegevens in Waterbase gaat dit protocol uit van een tweede, definitieve controle na een periode van één jaar.

Richtlijnen:

Controle:

- *(Verplicht:)* Controleer de ontwikkeling van de verschillen tussen hand- en loggermetingen na een periode van één jaar.
- *(Verplicht:)* Controleer de meetreeks op consistentie (QC 2, paragraaf 2.3).
- *(Verplicht:)* Controleer de meetreeks op plausibiliteit (QC 3, paragraaf 2.4).

Correctie

- *(Verplicht:)* Corrigeer drift of een toenemende verschuiving van het nulpunt van de sensor lineair, wanneer deze groter is dan 1 cm H₂O.

Keuring:

- *(Verplicht:)* Label metingen of delen van de meetreeks, wanneer de drift of nulpuntsverschuiving met meer dan 5 cm H₂O is toegenomen over een van de uitleesperiodes, als onbetrouwbaar.
- *(Verplicht:)* Label metingen of delen van de meetreeks waarbij anderszins haperingen of defecten van de logger zijn opgetreden als zodanig.

- *(Verplicht:)* Label metingen of delen van de meetreeks waarbij droogval van de sensor is opgetreden als zodanig.
- *(Verplicht:)* Label metingen of delen van de meetreeks waarbij peilen boven de bovenkant van de buis zijn opgetreden als zodanig, indien de buis niet artesisch is en onmogelijk kan inunderen.

Literatuur

De Meij, T. en J. R. Von Asmuth (2011) Correctie van eigen luchtdrukmetingen is noodzakelijk; in: H2O, jrg 4, pag 29-32.

KNMI (2000) Handboek Waarnemingen; Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.

Leunk, I. (2014) Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens. Validatiepilot; analyse van bestaande data. Rapportnr. KWR 2014.059, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Post, V.E.A. en J.R. Von Asmuth (2013) Hydraulic head measurements: New technologies, classic pitfalls; in: Hydrogeology journal, jrg DOI 10.1007/s10040-013-0969-0,

Von Asmuth, J.R. (2011) Over de kwaliteit, frequentie en validatie van druksensorreeksen. Rapportnr. KWR 2010.001, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Von Asmuth, J.R. en F. C. Van Geer (2013) Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens: op weg naar een landelijke standaard. Rapportnr. KWR 2013.027, KWR Watercycle Research Institute / TNO, Nieuwegein / Utrecht.

Von Asmuth, J.R. en F. C. Van Geer (2015) Kwaliteitsborging grondwaterstands- en stijghoogtegegevens: systematiek en methodiek voor datakwaliteits- controle (QC). Rapportnr. KWR 2015.004, KWR Watercycle Research Institute / TNO, Nieuwegein / Utrecht.

World Meteorological Organization (1954) Reduction of Atmospheric Pressure; WMO-No. 36. TP. 12, Technical Note 7, WMO, Genève.

World Meteorological Organization (1996) Guide to meteorological instruments and methods of observation; WMO-No. 8, 6th edition, WMO, Geneve.

Bijlage A: Data-integriteitscontroles

Klasse	Attribuut	BRO-term	Data-integriteit		
			Format	Verplicht	Uniek
Peilbuiscluster		Grondwatermonitoringput			
(Administratie)	BRO-ID	BRO-ID	numeriek	v	v
	NITG-code	(naar keuze:) Historische naam	tekst	v	v
			geldig kaartblad		
	OLGA-code	(naar keuze:) Historische naam	tekst		v
	Bronhouder-code	Object-ID bronhouder	tekst	v	
	Naam bronhouder	Bronhouder	tekst	v	
	Doelstelling / beleidskader	Kader aanlevering	vaste opties	v	
	Afwerking	Beschermconstructie	vaste opties	v	
(Historie)	Startdatum	Datum ingericht	datum+tijdstip	v	
	Einddatum	Datum opgeruimd	datum+tijdstip	v	
(Processen)	Inundatie	-	boolean		
	Bodemdaling	-	boolean		
	Overige	-	tekst		
Peilbuis		Monitoringbuis			
(Administratie)	Filternummer	Buisnummer	integer	v	
	Plaatsing door (persoon)	-	tekst		
	Plaatsing door (instantie)	-	tekst		
(Historie)	Startdatum	<<dynamisch>>	datum+tijdstip	v	
	Einddatum	<<dynamisch>>	datum+tijdstip	v	
(Coördinaten)	XY-coördinaat	Locatie	numeriek	v	i.c.m. filter
	Maaiveldshoogte	Positie maaiveld	numeriek	v	
	Bovenkant buis	Stijgbuis: positie bovenkant	numeriek	v	
	Bovenkant filter	Filter: positie bovenkant	numeriek	v	i.c.m. XY
	Onderkant filter	Filter: positie onderkant	numeriek	v	i.c.m. XY
	Onderkant buis (Zandvang)	Zandvang: positie onderkant	numeriek	v	
(Constructie)	Drukdop / Artesisch (ja /nee)	Drukdop	boolean	v	
	Diameter buis	Interne diameter	numeriek		
	Materiaal buis	Materiaal	tekst		
	Afdichting boorgat	-	tekst		
	Omstorting	-	tekst		
Logger / sensor		?			
	Logger-ID / Serienummer	?	afh. van fabrikant	v	i.c.m. datum
	Startdatum (inhangen)	?	datum+tijdstip	v	
	Einddatum (verwijderen)	?	datum+tijdstip	v	
	Inhangdiepte logger	?	numeriek	v	
	Instrument type	?	vaste opties	v	
	Batterijstatus	?	numeriek		
	Fabricagedatum	?	datum		
	Fabrikant	?	tekst	v	
Loggermeting		?			
	Uitgelezen door (persoon)	?	tekst		
	Uitgelezen door (instantie)	?	tekst		
	Loggermeting waarde	?	numeriek	v	
	Loggermeting tijd	?	datum+tijdstip	v	v
	Compensatiestatus	?	boolean	v	
	Eigen luchtdrukreeks	?	tijdreeks	v, tenzij KNMI reeks	
	KNMI luchtdrukstation	?	vaste opties	v, tenzij eigen reeks	
	Waterdichtheid	?	numeriek	v	
	Gravitiatieconstante	?	numeriek	v	
Handmeting		?			
(al dan niet ter controle)	Meting door (persoon)	?	tekst	v	
	Meting door (instantie)	?	tekst	v	
	Meetinstrument	?	vaste opties	v	
	Handmeting waarde	?	numeriek	v	
	Handmeting tijd	?	datum+tijdstip	v	v
Dataverwerking		?			
	Persoon	?	tekst	v	
	Instantie	?	tekst	v	
	QC methodiek	?	vaste opties	v	
	Aantal controles		54	39	12
	Totaal aantal controles		105	(Niet allemaal uniek)	

Bijlage B: Consistentiecontroles

Klasse	Attribuut	BRO-term	Consistentie			
			<	<=	>=	>
Peilbuiscluster		Grondwatermonitoringput				
(Administratie)	BRO-ID	BRO-ID				
	NITG-code	(naar keuze:) Historische naam				
	OLGA-code	(naar keuze:) Historische naam				
	Bronhouder-code	Object-ID bronhouder				
	Naam bronhouder	Bronhouder				
	Doelstelling / beleidskader	Kader aanlevering				
	Afwerking	Beschermconstructie				
(Historie)	Startdatum	Datum ingericht				
	Einddatum	Datum opgeruimd				
(Processen)	Inundatie	-				
	Bodemdaling	-				
	Overige	-				
Peilbuis		Monitoringbuis				
(Administratie)	Filternummer	Buisnummer			1	
	Plaatsing door (persoon)	-				
	Plaatsing door (instantie)	-				
(Historie)	Startdatum	<<dynamisch>>			Vorige startdatum	
	Einddatum	<<dynamisch>>		Volgende startdatum		
(Coördinaten)	XY-coördinaat	Locatie	max (XY) Nederland Vorige XY + X meter AHN2 + 50 cm			min(XY) Nederland Vorige XY - X meter AHN2 - 50 cm
	Maaiveldshoogte	Positie maaiveld				Onderkant filter
	Bovenkant buis	Stijgbuis: positie bovenkant				Bovenkant filter
	Bovenkant filter	Filter: positie bovenkant	Bovenkant buis Vorige BF+ X cm			Onderkant filter
	Onderkant filter	Filter: positie onderkant	Bovenkant filter		Onderkant buis	Vorige BF - X cm
	Onderkant buis (Zandvang)	Zandvang: positie onderkant		Onderkant filter		
(Constructie)	Drukdp / Artesisch (ja/nee)	Drukdp				0
	Diameter buis	Interne diameter				
	Materiaal buis	Materiaal				
	Afdichting boorgat	-				
	Omstorting	-				
Logger / sensor		?				
	Logger-ID / Serienummer	?				
	Startdatum (inhangen)	?	Einddatum buis		Startdatum buis	Einddatum logger elders
	Einddatum (verwijderen)	?		Startdatum logger elders		
	Inhangdiepte logger	?	Bovenkant buis			Onderkant buis
	Instrument type	?				
	Batterijstatus	?				0
	Fabricsagedatum	?	Startdatum			
	Fabrikant	?				
Loggermeting		?				
	Uitgelezen door (persoon)	?				
	Uitgelezen door (instantie)	?				
	Loggermeting waarde	?		Bovenkant buis (tenzij drukdp of inundatie)	Inhangdiepte logger	
	Loggermeting tijd	?		Verwijderdatum logger	Inhangdatum logger	
	Compensatiestatus	?				
	Eigen luchtdrukreeks	?				
	KNMI luchtdrukstation	?				
	Waterdichtheid	?		Minimum	Maximum	
	Gravitatieconstante	?		Minimum	Maximum	
Handmeting		?				
(al dan niet ter controle)	Meting door (persoon)	?				
	Meting door (instantie)	?				
	Meetinstrument	?				
	Handmeting waarde	?		Bovenkant buis (tenzij drukdp of inundatie)	Onderkant filter	
	Handmeting tijd	?		Einddatum	Startdatum	
Dataverwerking		?				
	Persoon	?				
	Instantie	?				
	QC methodiek	?				
	Aantal controles		9	9	11	10
	Totaal aantal controles		39	(niet allemaal uniek)		

Bijlage C: Omrekening van luchtdrukmetingen

De volgende tekst over het omrekenen van luchtdrukmetingen is overgenomen uit het 'Handboek Waarnemingen' van het KNMI (2000), waarbij voor de formule weer wordt verwezen naar (World Meteorological Organization, 1954):

'Conform de WMO richtlijnen kan voor de land- en zeestations van Nederland voor de herleiding van de luchtdruk op een niveau 1 in verticale richting naar een niveau 2 de volgende herleidingsformule worden gebruikt:

$$p(h_2) - p(h_1) = -\left(\frac{p(h_1)}{29,27} * \frac{h_2 - h_1}{T_v}\right) \quad (1)$$

waarbij

$p(h)$	= waarde van de luchtdruk p op hoogte h [m]	[hPA]
T_v	= de 'virtuele' temperatuur op locatie 1	[K]
29,27	= een constante die bepaald wordt door de dichtheid van lucht volgens de gaswet voor droge lucht	[m/K]

N.B.: de zogenaamde virtuele temperatuur van lucht (zoals bemeten, incl. waterdamp) is gelijk aan de temperatuur van droge lucht (dus zonder waterdamp) met dezelfde druk en dezelfde dichtheid als de lucht met waterdamp bij de huidige temperatuur T (World Meteorological Organization, 1996).'

Verderop staat bovendien vermeld:

'De virtuele temperatuur zoals benodigd in de herleidingsformules, kan goed benaderd worden door de gemiddelde luchttemperatuur van de afgelopen 12 uur. Hiertoe wordt in principe genomen het gemiddelde van de actuele luchttemperatuur en de luchttemperatuur van 12 uur geleden.'

Bijlage D: Begeleidingsgroep

Dit protocol is tot stand gekomen onder begeleiding van het platform meetnetbeheerders van de gezamenlijke provincies (onderdeel grondwaterkwantiteit), waarin zitting hebben:

- Jan Meijles (Provincie Zuid-Holland)
- Henny Kempen (Provincie Gelderland)
- Janco van Gelderen (Provincie Utrecht)
- Jolanda Bauwens (Provincie Brabant)
- Marja Segers (Provincie Brabant)
- Jean Hacking (Provincie Limburg)
- Lester Reiniers (Provincie Noord-Holland)
- Nanko de Boorder (Provincie Noord-Holland)
- Johan Wortelboer (Provincie Noord-Holland)
- Geert Jan Steenbergen (Provincie Groningen)
- Bert Luinge (Provincie Drenthe)
- Anne Venema (Provincie Friesland)
- Thomas de Meij (Provincie Overijssel)
- Ronnie Hollebrandse (Provincie Zeeland)
- Bart Hamer (OFGV Flevoland)
- Jack van Velthuisen (OMWB Noord Brabant)
- Erik Simmelink (TNO)
- Ton Ebbing (Vitens)

Dank gaat uit naar TNO (in de personen van Frans van Geer, Erik Simmelink en Henco Kuiphof) voor hun rol en waardevolle inbreng bij dit protocol in het algemeen, en de afstemming met DINO en de BRO in het bijzonder.

Bijlage E: Stuurgroep

De volgende personen uit de begeleidingsgroep hadden eveneens zitting in de stuurgroep:

- Henny Kempen (Provincie Gelderland)
- Janco van Gelderen (Provincie Utrecht)
- Jan Meijles (Provincie Zuid-Holland)
- Marja Segers (Provincie Brabant)
- Nanko de Boorder (Provincie Noord-Holland)