

Kwaliteit van BRO grondwatersamenstelling en grondwaterputten: logische validatieregels

Jandirk Bulens, Wies Vullings, Peter Schipper, Martin Knotters



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kwaliteit van BRO grondwatersamenstelling en grondwaterputten: logische validatieregels

Jandirk Bulens, Wies Vullings, Peter Schipper, Martin Knotters

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door Rijkswaterstaat.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, februari 2020

Gereviewd door:
Maarten Storm, Senior onderzoeker Geo-informatie

Akkoord voor publicatie:
Wies Vullings, teamleider Spatial Knowledge Systems

Rapport 2987
ISSN 1566-7197

Jandirk Bulens, Wies Vullings, Peter Schipper, Martin Knotters, 2020. *Kwaliteit van BRO grondwatersamenstelling en grondwaterputten: logische validatieregels*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2987. 42 blz.; 3 fig.; 4 tab.; 10 ref.

Rijkswaterstaat wil de grondwatersamenstellingsdata en de data over grondwaterputten die zij van opdrachtnemers krijgen eerst controleren voordat ze deze data aanleveren aan de landelijke voorziening van de Basisregistratie Ondergrond. Gezamenlijk met de experts van RWS zijn de kwaliteitscriteria en bijbehorende normen die gelden voor deze data vastgesteld. Op basis hiervan zijn tweewaardige en meerwaardige logische validatieregels opgesteld.

Rijkswaterstaat would like to check the data on groundwater composition and ground water level monitoring wells receiving from third parties before uploading to the key registration subsoil as part of the Dutch system of Base Registers (BRO: Basis Registratie Ondergrond). Together with the experts of Rijkswaterstaat the quality criteria and corresponding norms are defined. Based on this both Boolean and Fuzzy logic rules for validation are set.

Trefwoorden: Datakwaliteit, validatieregels, meerwaardige logica, BRO, grondwatersamenstelling, grondwaterputten

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/514422> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

CC licencse CC-BY 4.0

© 2020 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 2987 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

	Verantwoording	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Doelstelling en resultaat	10
2	Aanpak	11
3	Activiteiten, use cases, kwaliteitscriteria en normen	13
	3.1 Activiteiten met betrekking tot inventariseren grondwatersamenstellingsdata	13
	3.1.1 Het maken van een nieuwe grondwaterput (grondwaterstanden en/of grondwatersamenstellingsmetingen)	13
	3.1.2 Het nemen van een grondwatermonster	14
	3.1.3 Monstername	14
	3.1.4 Chemische analyse in het laboratorium	15
	3.1.5 Verwerking van de analyses	15
	3.2 Use cases	17
	3.2.1 Mogelijke aantasting van materialen in de ondergrond	18
	3.2.2 Onttrekken en lozen grondwater	18
	3.2.3 Monitoring bodemverontreinigingen	19
	3.2.4 3D-inzicht in zoutgehalten grondwater	19
	3.2.5 Bodemdaling bij landbouw, natuur en in het stedelijk gebied	19
	3.2.6 Kwel en wegzijging	19
	3.3 Specificatie van kwaliteitscriteria	20
	3.4 Specificatie van normen	22
4	Validatieregels grondwaterkwaliteit en grondwaterputten	23
	4.1 Algemene formulering van de validatieregels	23
	4.2 Specifieke formulering van de validatieregels	24
	4.3 Parametrisatie van de validatieregels	26
	4.4 Interpretatie van het validatieresultaat	27
	4.5 Automatisering	28
5	Conclusies en aanbevelingen	29
	5.1 Conclusies over logische regels	29
	5.2 Conclusies m.b.t. Fuzzy rule base	29
	5.3 Aanbevelingen	29
	Literatuur	31
	Bijlage 1 Laboratoriumonderzoek beschreven in de BRO	32
	Bijlage 2 Toetsen met tweewaardige logica of beoordelen met meerwaardige logica?	34
	Bijlage 3 Overzicht van validatieregels Grondwatersamenstelling	35
	Bijlage 4 Overzicht van validatieregels Grondwaterputten	38

Verantwoording

Rapport: 2987

Projectnummer: 5200044859

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Onderzoeker

naam: Maarten Storm

datum: 12-12-2019

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Wies Vullings

datum: 22-12-2019

Samenvatting

Data worden steeds belangrijker in de informatievoorziening van RWS. Kwaliteit van data is een van de belangrijkste aspecten waarmee de kwaliteit van de uitvoering en dienstverlening wordt bepaald. Het controleren op kwaliteit en het verbeteren van de kwaliteit van data gebeurt nu nog veelal handmatig en ad hoc. Door dit te automatiseren met een datakwaliteitssysteem op basis van een vastgesteld kwaliteitskader kunnen tijd en capaciteit bespaard worden en kwaliteit worden vergroot. De BRO (Basis Registratie Ondergrond) is dé centrale database met publieke gegevens van de Nederlandse ondergrond. De wet Basisregistratie Ondergrond zorgt ervoor dat alle publieke gegevens over de ondergrond van Nederland beschikbaar zijn in één centrale, landelijke voorziening (LV).

Een belangrijk aspect van een basisregistratie is dat geconstateerde afwijkingen of fouten door iedereen gemeld kunnen worden. Bestuursorganen of, meer algemeen, de overheid die de gegevens gebruiken, zijn zelfs verplicht een dergelijke terugmelding te doen die vervolgens onderzocht dient te worden door de bronhouder. RWS wil het verwachte aantal terugmeldingen reduceren door middel van het inzetten van een datakwaliteitssysteem. Hiermee worden gegevens automatisch getoetst aan validatieregels voordat zij geregistreerd worden in de Landelijke Voorziening van de BRO in plaats van handmatig. RWS wil op deze wijze invulling geven aan haar wettelijke plichten: dit scheelt tijd, inspanning en zorgt voor een betere kwaliteit van de data.

De realisatie van de BRO is een belangrijke prikkel om beter grip op datakwaliteit te krijgen. Veel ondergrondinformatie die binnen RWS gebruikt wordt, is direct gekoppeld aan deze basisregistratie. Voor deze opdracht is de BRO, en daarin vooral de gegevens over grondwatersamenstelling en grondwaterputten, uitgangspunt voor de te definiëren validatieregels voor het datakwaliteitssysteem van RWS.

In het project 'kwaliteit van data van grondwatersamenstelling en grondwaterputten' zijn logische regels opgesteld voor het controleren van de kwaliteit van de gegevens. Met logische regels wordt hier bedoeld de 'redenatie' in leesbare tekst die in een later stadium in een al of niet te automatiseren proces eenduidig kan worden omgezet. Deze validatieregels zullen worden geïmplementeerd in het datakwaliteitssysteem van RWS. Het is de bedoeling dat opdrachtnemers van RWS, die grondwatersamenstellingsdata hebben geïnventariseerd of nieuwe grondwaterputten hebben gerealiseerd, de data via het bronhouderportaal en het datakwaliteitssysteem gevalideerd aanleveren aan de Landelijke Voorziening BRO. Voor de registratieobjecten grondwatersamenstelling en grondwaterput in de BRO zijn bij wet de catalogus met verplichte data vastgesteld. Deze data kunnen gevalideerd worden. Data die niet zijn opgenomen in de BRO-catalogi, maar bijvoorbeeld wel in een Handboek, kunnen niet worden aangeleverd en worden gevalideerd.

Dit project is een vervolg op het project kwaliteit van geotechnische sonderingen in 2016. In dit project is – net als in het huidige project – het datakwaliteitskader dat door Wageningen Environmental Research in opdracht van RWS als ontwerp is ontwikkeld¹ als uitgangspunt genomen. Dit datakwaliteitskader beschrijft definities, uitgangspunten en onderdelen van datakwaliteitscontrole. Het volgt de werkwijze van ISO19157:2013, 'Geographic information -- Data quality' en het gebruik staat centraal. Op basis van use cases zijn de aspecten van datakwaliteit die voor die use cases van belang zijn, gespecificeerd. Daarna is vastgelegd hoe de aspecten gemeten of beoordeeld kunnen worden. Ten slotte is het van belang dat er normen afgesproken worden. Deze normen kunnen al vastgelegd zijn in de productspecificaties of deze kunnen gevraagd zijn door gebruikers. In het laatste geval kunnen er per type gebruik (use case) andere normen gevraagd worden. Vervolgens kan getoetst worden of de dataset voldoet aan de vastgestelde normen, volgens de afgesproken procedure.

¹ Intern document (Vullings et al., 2015). Dit voorgestelde ontwerp is niet integraal opgenomen in het huidige RWS kwaliteitskader.

Naast de oplevering van de set logische validatieregels is een aantal aanbevelingen gedaan. Een van de belangrijkste aanbevelingen is dat er extra informatie nodig is over de grenswaarden en transitiebreedtes om van de logische regels functionele specificaties te maken. Welke grenswaarden en transitiebreedtes precies gebruikt moeten worden, moet vastgesteld worden door RWS zelf. Een tweede belangrijke aanbeveling is dat het mogelijk gemaakt wordt dat er anders omgegaan gaat worden met goed/fout en bruikbaar/onbruikbaar. Dit kan door met behulp van meerwaardige logica een beoordeling van de kwaliteit (in de vorm van een rapportcijfer) te geven en dit op te slaan in de metadata. Bij toekomstig gebruik kan worden aangegeven welk rapportcijfer minimaal vereist is, gegeven het doel waarvoor de data worden gebruikt. De data kunnen dan uit de database geselecteerd worden op basis van dat rapportcijfer. Zo blijven alle data bewaard, maar worden data alleen gebruikt als de kwaliteit ervan voldoende is voor de toepassing.

1 Inleiding

Data worden steeds belangrijker in de informatievoorziening van RWS. Kwaliteit van de data is een van de belangrijkste aspecten waarmee de kwaliteit van de uitvoering en dienstverlening wordt bepaald. RWS werkt met een datakwaliteitssysteem (DKS). Regels uit het kwaliteitssysteem zijn geïmplementeerd in de automatische audit tool (AAT), waarmee data worden gecontroleerd bij levering aan RWS ('poortwachter'), na opslag ('data monitoring'), deels intern, deels extern, en bij doorlevering ('bijsluiter')², zoals in dit geval aan de Basisregistratie Ondergrond (BRO). In de AAT wordt de kwaliteit automatisch gecheckt en wordt aangegeven waar verbeteringen noodzakelijk zijn. Dit zorgt ervoor dat op basis van een vastgesteld kwaliteitskader tijd en capaciteit bespaard worden en de kwaliteit wordt vergroot.

De Basisregistratie Ondergrond (BRO) is dé centrale registratie met publieke gegevens van de Nederlandse ondergrond. De wet BRO maakt het mogelijk om bodem- en ondergrondgegevens via een digitaal loket op te vragen en aan te leveren. De wet Basisregistratie Ondergrond zorgt ervoor dat alle publieke gegevens over de ondergrond van Nederland beschikbaar zijn in één centrale, landelijke voorziening. Het gaat bijvoorbeeld over welke grondsoort waar voorkomt, over metingen van de grondwaterstand en over olie- en gasvoorraden in de diepe ondergrond. De BRO bouwt daarbij voort op bestaande registraties van ondergrondgegevens, zoals DINO (Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond), beheerd door TNO, Geologische Dienst Nederland (GDN) en BIS Nederland (Bodemkundig Informatie Systeem), dat wordt beheerd door Wageningen Environmental Research.

In de Basisregistratie ondergrond (BRO) worden ondergronddata van traceerbare kwaliteit beschikbaar gesteld. Traceerbaar omdat 'wat?' (de parameter), 'wie?' (het laboratorium) en 'hoe?' (het gebruikte protocol, de normen en standaarden) in de registratie zijn vastgelegd. Hierdoor kan de gebruiker bepalen of deze voor het beoogde gebruiksdoel geschikt zijn. Bij geconstateerde afwijkingen of fouten kan iedereen dit melden. Bestuursorganen die de gegevens gebruiken, zijn verplicht een dergelijke terugmelding te doen die vervolgens onderzocht dient te worden door de bronhouder. RWS wil gegevens van voldoende kwaliteit aanleveren aan de LV-BRO, maar ook het aantal verwachte terugmeldingen reduceren door middel van het inzetten van een datakwaliteitssysteem. Hiermee worden gegevens automatisch getoetst met validatieregels voordat zij geregistreerd worden in de Landelijke Voorziening van de BRO. Dat gaat tijd schelen en zorgt voor een efficiëntere doorlevering. De BRO wordt gefaseerd ingevoerd. Voor het onderdeel geotechnische sonderingen zijn in 2016 validatieregels opgesteld en is advies gegeven voor de implementatie van deze regels in het datakwaliteitssysteem (Vullings et al., 2016). Uiteindelijk zijn de validatieregels geïmplementeerd, maar niet zoals was beoogd (geen 'fuzzy rule base' toepassing oftewel meerwaardige logica). Momenteel wordt het deel van BRO betreffende waterkwaliteit geïmplementeerd en daarom vraagt RWS aan WENR de validatieregels voor de grondwaterputten en grondwatersamenstelling op te stellen. Het project uit 2016, waarin validatieregels voor geotechnische sonderingen zijn uitgevoerd, dient als uitgangspunt, maar er is extra aandacht nodig voor de implementatie in het datakwaliteitssysteem. Graag zou RWS de regels (zowel de nieuwe als die van de sonderingen) geïmplementeerd hebben zoals toen beoogd, met meerwaardige logica, maar moet achterhaald worden waarom dat toen niet kon en onder welke voorwaarden het nu wel zou kunnen worden geïmplementeerd. Gebruik van meerwaardige logica is verderop in dit document nader toegelicht.

² Zie RWS Bedrijfsinformatie 'Beschrijving van de Rijkswaterstaat meetnetten voor natuur en Waterkwaliteit', maart 2018.

1.1 Doelstelling en resultaat

Doel is om een set logische validatieregels op te stellen voor het controleren van de kwaliteit van de gegevens met betrekking tot grondwatersamenstelling (de metingen) en grondwaterputten (de inrichting). Met logische regels wordt hier bedoeld de 'redenatie' in leesbare tekst die in een later stadium in een al of niet te automatiseren proces eenduidig kan worden omgezet. Deze validatieregels zullen worden geïmplementeerd in de AAT van het datakwaliteitssysteem (DKS) van RWS.

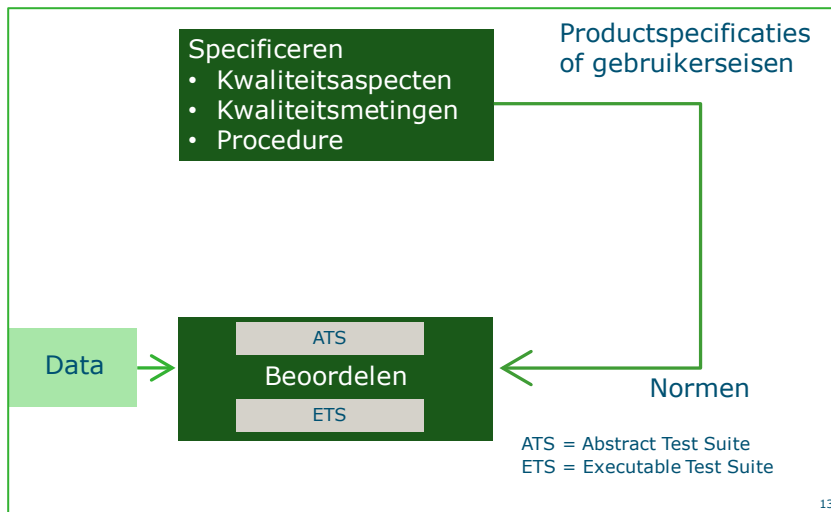
Grondwaterkwaliteitsmetingen die uitgevoerd zijn in opdracht van Rijkswaterstaat zullen na aanlevering aan het bronhouderportaal (BHP) door koppeling van dit BHP aan het datakwaliteitssysteem van RWS worden getoetst aan RWS' validatieregels. Indien de kwaliteit in orde is, worden de data doorgeleverd aan de Landelijke Voorziening-BRO (LV-BRO). De set logische validatieregels dient ertoe om minimaal te controleren of de kwaliteit van de grondwaterkwaliteitsdata voldoet aan de specificaties die aan de gegevens van grondwatersamenstelling door de BRO worden gesteld. Dit wordt uitgewerkt naar de twee acceptatie-'regimes' van de BRO: IMBRO/A (bedoeld voor de initiële aanlevering van bestaande, archief, gegevens) en IMBRO voor nieuw ingewonnen gegevens die aangeleverd dienen te worden wanneer de BRO operationeel is. Dit laatste regime is strenger en stelt meer eisen aan de data. RWS heeft als uitgangspunt alleen data met kwaliteitsregime IMBRO te accepteren.

Er wordt bepaald of de aangeboden data volgens de specificaties zijn gestructureerd (well formed), en vervolgens of de waarden vallen binnen de domeinen (codelijsten) die in de specificaties zijn benoemd (valide). Hiermee wordt minimaal voldaan aan de eisen die gelden voor de 'opname in de LV BRO'. In tweede instantie wordt bepaald of de data kwalitatief voldoende op orde zijn om te worden gebruikt. Daarbij kunnen aanvullende eisen worden geformuleerd die gebaseerd zijn op het uitgangsprincipe 'fit for use' binnen het datakwaliteitssysteem van RWS.

Als de logische validatieregels geïmplementeerd zijn in het datakwaliteitssysteem zullen inhoudelijk deskundigen (met name technisch managers) binnen RWS ontlast worden. Zodra gegevens op basis van validatieregels niet worden geaccepteerd, kunnen deze direct terug worden gezonden naar de partij die de data aangeleverd heeft met de instructie een aanpassing door te voeren. Als de gegevens eenmaal geaccepteerd zijn, zullen ze aangeboden worden aan de LV BRO. Data kunnen op een aantal kwaliteitsaspecten wel of niet geaccepteerd worden. Voor sommige kwaliteitsaspecten geldt geen strikte beoordeling in goed of fout, maar is er een geleidelijk verloop van lage naar hoge kwaliteit, die uitgedrukt wordt met een beoordeling. Deze beoordeling geeft de mate van geschiktheid voor bepaalde toepassingen aan en de noodzaak om verbeteracties te ondernemen. Het werk van de grondwaterkwaliteitsdeskundige van RWS kan daarmee beperkt worden tot het uitvoeren van steekproeven op het controleproces en daar waar nodig validatieregels aanscherpen.

2 Aanpak

Dit project gaat uit van het datakwaliteitskader dat door Wageningen Environmental Research in opdracht van RWS is ontwikkeld (Vullings et al., 2015). Dit datakwaliteitskader beschrijft hoe datakwaliteit hanteerbaar gemaakt kan worden. Net als het huidige datakwaliteitssysteem van RWS volgt dit de werkwijze van ISO19157:2013, 'Geographic information -- Data quality', en omvat de volgende elementen (zie Figuur 1): Het specificeren van de kwaliteitsaspecten, kwaliteitsmetingen en de procedure. Met het specificeren van de kwaliteitsaspecten wordt bedoeld: welke aspecten van datakwaliteit zijn van belang en hoe zijn deze aspecten gedefinieerd. Met het specificeren van de kwaliteitsmeting wordt bedoeld: hoe kan dat aspect gemeten of beoordeeld worden. Met het specificeren van de procedure wordt bedoeld: hoe gaat de beoordeling uitgevoerd worden (afspraken over wie gaat het doen, wanneer, welke frequentie etc.). Daarnaast is het van belang dat er normen afgesproken worden. Deze normen kunnen al vastgelegd zijn in de productspecificaties of deze kunnen gevraagd zijn door gebruikers; in het laatste geval kunnen er per type gebruik (use case) andere normen gevraagd worden. Vervolgens wordt beoordeeld of en in hoeverre de dataset voldoet aan de vastgestelde normen, volgens de afgesproken procedure.



Figuur 1 De elementen van het huidige kwaliteitssysteem van RWS.

In de 'Abstract Test Suite' (ATS) wordt vastgelegd wat op meer conceptueel niveau volgens de specificaties beoordeeld moet worden. In de 'Executable Test Suite' (ETS) wordt dit op gedetailleerd niveau uitgewerkt en als uitvoerbare (al of niet geautomatiseerde) beoordelingen opgenomen. In het datakwaliteitskader wordt een aantal kwaliteitsaspecten, inclusief kwaliteitsmetingen, al beschreven. Voor Rijkswaterstaat zijn vier hoofdbegrippen van belang: betrouwbaar, bruikbaar, begrijpelijk en beschikbaar. Om deze begrippen toetsbaar te maken, is een aantal toetsbegrippen geselecteerd die de hoofdbegrippen onderbouwen.

Tabel 1 Begrippenkader.

RWS	Betrouwbaar	Bruikbaar	Begrijpelijk	Beschikbaar
Toets- begrippen	<ul style="list-style-type: none">• Nauwkeurigheid	<ul style="list-style-type: none">• Tijdigheid	<ul style="list-style-type: none">• Interpreteer-baarheid	<ul style="list-style-type: none">• Toegankelijkheid
	<ul style="list-style-type: none">• Actualiteit	<ul style="list-style-type: none">• Relevantie	<ul style="list-style-type: none">• Consistentie	<ul style="list-style-type: none">• Vindbaar
	<ul style="list-style-type: none">• Objectiviteit	<ul style="list-style-type: none">• Compleetheid	<ul style="list-style-type: none">• Syntax/structuur	
	<ul style="list-style-type: none">• Geloofwaardigheid/ reputatie/ transparantie/ traceerbaarheid		<ul style="list-style-type: none">• Eenduidigheid	
	<ul style="list-style-type: none">• Integriteit			

Samen met RWS is een aantal use cases benoemd voor de data van de grondwatersamenstelling en de grondwaterputten. Daarvoor zijn er kwaliteitscriteria voor deze data geïnventariseerd. In de eerste workshop met experts van RWS op het gebied van grondwatersamenstelling en grondwaterputten zijn de use cases doorgesproken en is nagegaan of dit de relevante use cases zijn. Daarnaast is gekeken welke kwaliteitscriteria voor de verschillende use cases van belang zijn. De relevante vraag voor de experts is daarbij: als je een rapport met data van derden ontvangt, hoe controleer je of de data goed genoeg zijn voor RWS? Wat zijn de criteria die je daarvoor (misschien wel intuïtief) gebruikt? Hoe vertaalt zich dat naar kwaliteitscriteria? In de tweede workshop is nagegaan wat de bijbehorende normen zijn voor de kwaliteitscriteria. Een voorbeeld van een kwaliteitscriterium is: Wat is het percentage commissie (objecten die wel in het bestand zitten, maar er niet in horen) t.o.v. het totaal aantal objecten? Met de norm bedoelen we in dit geval de grens aangeven waar het nog goed is, dus in dit geval 5%.

Na de workshops zijn de geselecteerde kwaliteitscriteria en bijbehorende normen vertaald naar logische validatieregels. Een aantal van deze zal door RWS geautomatiseerd kunnen worden. Verder is nagegaan of en wanneer een 'fuzzy rule base'-toepassing (zoals bij de controle van de grondwaterstanden bij Vallei en Eem (Walvoort et al., 2013) i.s.m. Eijkelkamp Soil & Water) bij de validatieregels meerwaarde heeft.

3 Activiteiten, use cases, kwaliteitscriteria en normen

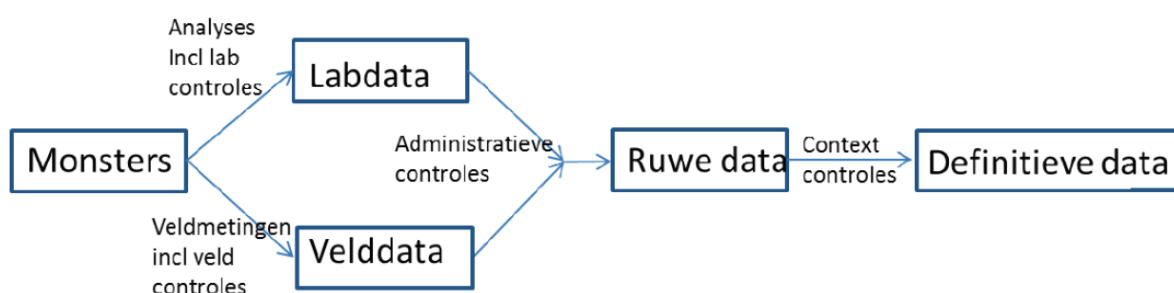
Aansluitend op de aanpak, beschreven in hoofdstuk 2, volgen in dit hoofdstuk de specificaties van de use cases, de kwaliteitscriteria en de normen. Om tot goede use cases te komen, is begonnen met een inventarisatie van de activiteiten met betrekking tot inventariseren grondwatersamenstellingsdata.

3.1 Activiteiten met betrekking tot inventariseren grondwatersamenstellingsdata

In deze paragraaf worden de verschillende activiteiten beschreven (die gepaard gaan met het inventariseren van grondwatersamenstellingsdata) als resultaat van een workshop met de inhoudelijk deskundigen van RWS.

Een grondwatersamenstellingsonderzoek richt zich op het onderzoeken van de samenstelling of chemische kwaliteit van een grondwatermonster uit een bepaald meetpunt op basis van een opdracht door een bronhouder. Een deel van het onderzoek wordt in het veld verricht en het overige deel in één of meerdere laboratoria. Het resultaat van zo'n onderzoek wordt opgenomen (geregistreerd) in de BRO.

Bij het verzamelen van grondwaterkwaliteitsgegevens worden verschillende stappen doorlopen. Figuur 2 geeft schematisch een overzicht van de stappen die genomen worden om te komen tot definitieve grondwaterkwaliteitsgegevens.



Figuur 2 Schematisatie van de verschillende stappen om te komen tot definitieve grondwaterkwaliteitsgegevens (bron: Baumann e.a., 2018, overgenomen uit rapport Asmuth, 2018).

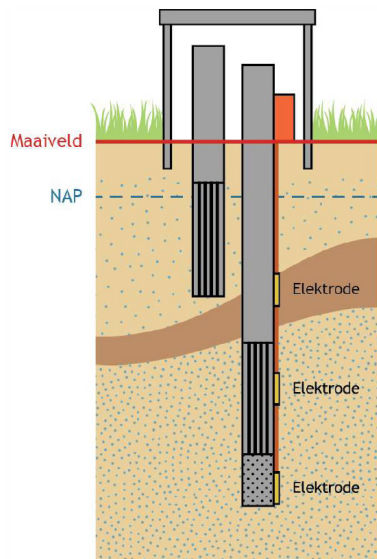
Wanneer onderzoek wordt uitgevoerd om de grondwatersamenstelling te meten, worden in principe de volgende activiteiten uitgevoerd:

3.1.1 Het maken van een nieuwe grondwaterput (grondwaterstanden en/of grondwatersamenstellingsmetingen)

Uitvoeren boring:

- Beschrijven van het geologische bodemprofiel (een geologisch booronderzoek; toekomstig ook aan de BRO te leveren).
- In het boorgat een peilbuis plaatsen. Bij diepe boringen worden vaak meerdere peilbuisfilters of minifilters in het boorgat geïnstalleerd, zodat de grondwaterkwaliteit daar op meerdere diepten bemeten kan worden.
- Afdichten slecht doorlatende bodemlagen in het boorgat indien aanwezig (kleikorrels, bentoniet), zandvang, drukdop of andere bovenafdichting en eventueel inbrengen geo-ohm kabels.
- Inmeten van de peilbuis (coördinaten, hoogte bovenkant buis, bovenkant en onderkant van de peilbuisfilter(s) (aanlevering aan de BRO).

Figuur 3 geeft schematisch een weergave van een grondwatermonitoringput.



Figuur 3 Schematische weergave van een grondwatermonitoringput met twee monitoringbuizen; de verticaal gearceerde delen zijn de filters (bron: TNO 2017).

3.1.2 Het nemen van een grondwatermonster

Bij de voorbereiding grondwaterbemonstering in het veld:

- Voorpompen van de te bemonsteren peilbuisfilter (ook wel aangeduid als afpompen);
- Peilen grondwaterstand;
- Kalibratie veldmeetapparatuur (pH, EC-meter e.a. meetapparatuur die tijdens bemonstering wordt ingezet);
- Reinigen slangen;
- Voorspoelen monsterflessen.

Vervolgens het nemen van het grondwatermonster:

- Blanco bemonstering per meetronde;
- Uitvoering van enkele veldanalyses ter plekke.

Hierbij wordt een klein aantal parameters meteen gemeten, veelal de geleidbaarheid, temperatuur, zuurgraad, zuurstof, soms ook de redoxpotentiaal, alkaliteit (bicarbonaat) en troebelheid. Deze gegevens zijn van belang voor de verdere analyse en controle van de metingen die erna met de monsters in een laboratorium worden genomen.

3.1.3 Monstername

Monstername en – indien nodig (afhankelijk van de te analyseren parameters) – filtratie van het grondwatermonster. Vaak worden meerdere soorten flessen met het grondwater gevuld, omdat verschillende analyses in een laboratorium zullen worden uitgevoerd. Deze vragen om verschillende behandeling van het grondwatermonster. Het water moet bijvoorbeeld al dan niet eerst gefilterd worden, wel/niet gekoeld, het glas moet dan wel van kunststof of glas zijn en een bepaalde (minimale) hoeveelheid bevatten.

Verdere acties monstername:

- Registratie van alle veldgegevens, inclusief meta-informatie (bijzonderheden);
- Monster conservering (koelboxen);
- Aflevering van de grondwatermonsters bij een laboratorium.

3.1.4 Chemische analyse in het laboratorium

De deelmonsters worden naar een of meer laboratoria verstuurd of gebracht, alwaar de laboratoriumanalyses (fysische en chemische parameters) worden uitgevoerd. Hoewel dit door de BRO niet is gespecificeerd zijn alle laboratoria die onderzoeken voor RWS uitvoeren, die binnen de scope van de BRO vallen, geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie. Deze komen voor als erkende instellingen op de 'Bodem+'-lijst³. Vereist is onder andere het volgen van (inter)nationale standaarden (NEN- en/of ISO-normen). Laboratoria werken volgens strikte interne kwaliteitssystemen die zijn vastgelegd in handboeken. Daarnaast zijn geaccrediteerde laboratoria verplicht om deel te nemen aan ringonderzoeken: onderzoeken waarbij de testresultaten van verschillende laboratoria worden vergeleken. De accreditatie legt op de parameter(groep)niveau vast welke analysemethoden en bijhorende procedures gehanteerd worden door het geaccrediteerde lab. Details omtrent stoffen en analysemethoden waarvoor een laboratorium geaccrediteerd is, zijn publiek beschikbaar en worden niet opgenomen in de BRO. Er zijn ook parameters die niet onder accreditatie vallen. In de BRO wordt wel expliciet informatie vastgelegd over normen, analysemethoden en procedures in de bepalingstechniek en procedure.

3.1.5 Verwerking van de analyses

Op basis van de analyseresultaten worden afgeleide berekeningen uitgevoerd die kunnen dienen ter controle van de resultaten. Sommige afgeleide berekeningen worden (automatisch) door het laboratorium uitgevoerd, zoals de CO₂-spanning en/of geleidbaarheid.

Voor het maken van een nieuwe grondwaterput (peilbuis of monitoringsbuis) wordt verwezen naar de catalogus⁴ die voor registratie van grondwatermonitoringputten in de BRO (juni 2017) is opgesteld.

Voor het maken van een nieuwe grondwaterput (peilbuis of monitoringsbuis en het nemen van een grondwatermonster zijn door Rijkswaterstaat normen en eisen opgesteld voor grondwatermonitoring (Van Manen, 2018). Hierin wordt uitgegaan van de volgende SIKB-protocollen en bijbehorende normen en richtlijnen:

- BRL SIKB 2000 – protocol 2001: plaatsen van handboring peilbuizen, maken van (geologische) boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen;
- BRL SIKB 2000 – protocol 2002: het nemen van grondwatermonsters;
- SIKB protocol 2101 in geval van mechanische boringen;
- NEN 5706 Richtlijnen voor de beschrijving van zintuiglijke waarnemingen tijdens de uitvoering van milieukundig bodemonderzoek;
- NPR 5741 Richtlijn voor de keuze en toepassing van boorsystemen en monsternemingstoestellen voor grond, sediment en grondwater;
- NEN 5742 Monsterneming van grond en sediment ten behoeve van de bepaling van metalen, anorganische verbindingen, matig-vluchtige organische verbindingen en fysisch chemische bodemkenmerken;
- NEN 5743 Monsterneming van grond en sediment ten behoeve van de bepaling van vluchtige verbindingen;
- NEN 5766 Plaatsing van peilbuizen ten behoeve van milieukundig bodemonderzoek;
- NEN 5861 Procedures voor de monsteroverdracht;
- NEN 5744 Monsterneming van grondwater;
- NEN-EN-ISO 5667-3 Monsterneming - Deel 3: Richtlijn voor de conservering en behandeling van watermonsters.

Hiermee wordt dus voorgeschreven hoe een monitoringslocatie wordt uitgevoerd en hoe hieruit monsters voor bepaling van de grondwaterkwaliteit worden genomen. Hierbij is ook aangegeven dat er locatie-specifieke eisen kunnen gelden, aanvullend op normen, beoordelingsrichtlijnen en protocollen, waardoor aanvullende eisen voor de uitvraag gesteld kunnen worden.

³ <https://www.bodemplus.nl/aanvragen/erkenningen/zoekmenu/?results=instelling&normdocument=2000&form=instelling>

⁴ <https://basisregistratieondergrond.nl/inhoud-bro/registratieobjecten/grondwatermonitoring/grondwatermonitoringput-gmw/>

Voor het nemen van een grondwatermonster worden resultaten geregistreerd vanaf het oppompen van grondwater tot de aanlevering van de genomen grondwatermonsters bij een laboratorium.

Te onderscheiden kwaliteitsaspecten die worden geregistreerd bij deze activiteit zijn:

- Details over het oppompen van het grondwater (volume, pompsnelheid, bijzonderheden zoals geur, kleur, troebelheid);
- Gebruikte bemonsteringsapparatuur (pomp, type slangen, flessen);
- Methodes (reinigen flessen en slangen, voorspoelen, filtreren);
- Kalibratieveldmetingen (Ph, EC, uitvoering blanco watermonster e.a.);
- In het veld gemeten parameters: elektrisch geleidingsvermogen, zuurgraad, temperatuur, zuurgraad, zuurstofgehalte, troebelheid, alkaliteit (bicarbonaat).

Voor het meten van de diffuse grondwaterkwaliteit is de Nederlands Technische Afspraak 8017 (NTA, 2017⁵) opgesteld. Deze NTA legt de werkwijze van bemonsteren door Provincies en het RIVM vast. Hierdoor zijn de resultaten van deze activiteiten vergelijkbaar en uitwisselbaar. De NTA regelt de monstername van tijdelijke en permanente peilbuizen. Het betreft monstername voor de bepaling van metalen, anorganische verbindingen, matig-vluchtige organische verbindingen en fysisch-chemische eigenschappen alsmede aanvullende eisen voor de monstername van bestrijdingsmiddelen en vluchtige verbindingen. Gegevens die geregistreerd⁶ dienen te worden, staan in Tabel 2.

Tabel 2 *Uitvoeringsgegevens.*

Uitvoering	Genoemd in:	
Algemeen		
Datum veldonderzoek	Datum uitvoering	BRO
Bemonsteringsprocedure		BRO
Uitvoerder	Organisatie die verantwoordelijk is voor uitvoering van het veldonderzoek	BRO
Bijzonderheid	In het veld geconstateerde bijzonderheden die relevant zijn voor beoordeling van het resultaat	BRO
Rapportagedatum veldonderzoek	Datum rapportage aan opdrachtgever	BRO
Afpompen		
Type pomp tijdens bemonstering		BRO
Type slang (materiaal)		Handboek ⁷
Slang hergebruikt		BRO
Hoogte pompt t.o.v. filter		Handboek
Afgepompt water voldoende ver van peilbuis geloosd?		Handboek
Debiet, tijdsduur en volume genoteerd?		Handboek
Grondwaterstand peilen		
Is de grondwaterstand gepeild?		Handboek
Is referentiepunt duidelijk beschreven (bovenkant peilbuis, maaiveld)?		Handboek
Blanco bemonstering		
Blanco bemonstering uitgevoerd tijdens de meetronde?		Handboek
Hygiëne		
Handschoen?		Handboek
Voorkomen contact slangen met bodem, uitlaatgassen, parfum, deet e.d.		Handboek

⁵ <https://www.nen.nl/NEN-Shop/Norm/NTA-80172016-nl.htm>

⁶ *In toenemende mate worden ook sensoren in grondwaterputten geïnstalleerd waarmee in situ en continu in de tijd een of enkele kenmerken van de grondwatersamenstelling worden bemeten.*

⁷ Handboek Platform Meetnetbeheerders Monitoring Bodem- en Grondwaterkwaliteit, deel 1 Handboek Monitoring Grondwaterkwaliteit KRW, Provincies en RIVM" (vastgesteld door Platform Meetnetbeheerders 06/04/2017).

Uitvoering	Genoemd in:
Kalibratie	
Kalibratiemethode vastgelegd (werkvoorschrift)?	Handboek
Tijdstip geregistreerd?	Handboek
Resultaten geregistreerd?	Handboek
Controlekaart aanwezig en goed bijgehouden?	Handboek
Reinigen slangen	
Welke slangen gebruikt (nieuw of hergebruikt)	Handboek
Bij hergebruik: reinigingsmethode in een werkvoorschrift vastgelegd?	Handboek
Is reiniging adequaat uitgevoerd?	Handboek
	Handboek

Kwaliteitseisen die hieraan gesteld kunnen worden, zijn met name of e.e.a. gecontroleerd is (ja/nee) en een waardeoordeel voor diverse uitvoeringsaspecten zoals die ook zijn opgenomen in het handboek monitoring (in orde, aandachtspunt, niet in orde).

Kwaliteitsaspecten laboratoriumonderzoek

In een laboratorium worden fysische en chemische parameters van het grondwater bepaald.

Fysische parameters zijn o.a.:

- elektrisch geleidingsvermogen
- zuurgraad
- temperatuur
- redox potentiaal
- troebelheid

Chemische parameters zijn o.a.:

- concentraties van opgeloste stoffen (elementen, ionen) en zwevend stofdeeltjes
- concentraties van isotopen
- som-parameters (bijv. N-kjeldahl, totaal anorganisch koolstof)

Ook worden door laboratoria diverse fysische en chemische parameters berekend, zoals:

- elektrisch geleidingsvermogen
- redox potentiaal
- chemische eigenschappen (bijv. tijdelijke hardheid, alkaliniteit, biologisch zuurstof gebruik)

In Bijlage 1 staat de tekst zoals deze in de gegevenscatalogus van de BRO (versie 0.99, 15 november 2019) over het laboratoriumonderzoek te vinden is.

3.2 Use cases

Samen met de experts is een zestal use cases geselecteerd voor grondwatersamenstellingsdata:

1. Mogelijke aantasting van materialen in de ondergrond;
2. Onttrekken en lozen grondwater;
3. Monitoring bodemverontreinigingen;⁸
4. 3D-inzicht in zoutgehaltes grondwater;
5. Bodemdaling bij landbouw, natuur en in het stedelijk gebied;
6. Kwel en wegzijging.

⁸ Is meer use case m.b.t. besluit bodemkwaliteit, is (nog) niet binnen de scope van de BRO en is voor de volledigheid hier opgenomen.

In de volgende paragrafen worden deze zes use cases toegelicht.

3.2.1 Mogelijke aantasting van materialen in de ondergrond

Bouwmateriaal dat langdurig in contact komt met grondwater, zoals:

- Beton; aantasting/betonrot kunstwerken.
- Injectiemateriaal (voornamelijk in gebruik voor semi-tijdelijke situaties (gedurende bouwtrajecten)); injectievloeistof kan worden ontworpen op aanwezige chemie; er zijn twee of drie injectiepartijen in Nederland die deze stoffen leveren.
- Staal (bijvoorbeeld ankers, damwanden); mogelijk kan een staaladviseur vanuit de afdeling Bruggen en Viaducten of Tunnels en Natte Kunstwerken hierbij helpen.
- Hout (bijvoorbeeld palen, damwanden); mogelijk is hiervoor ook een productspecialist bij de afdeling Bruggen en Viaducten of Tunnels en Natte Kunstwerken.
- Folie-constructies (voornamelijk in gebruik voor permanente situaties); ook voor dit product bestaan relatief een beperkt aantal leveranciers. Samenstelling grondwater onder is relevant, want bij aanwezigheid sommige chemische stoffen kan de folie langzaam oplossen.
- Polystyreen (piepschuim); lost op bij diesel/benzine.
- Kunststof damwanden (PE, PP, gerecycled kunststof).

Bij de risico's van aantasting van bouwmateriaal door grondwater ligt de focus op zuurgraad, chloridegehalte, gehalte aan sulfaat/sulfides en de redox-potentiaal.

3.2.2 Onttrekken en lozen grondwater

Onttrekking en lozing/retourbemaling van grondwater door bemalingen in de bouw- en gebruiksfase.

Met name is hierbij aandacht voor onder andere zwevend stof en ijzer en het inbrengen van zuurstofrijk(er) water. Omdat de retourbemaling schoongespoeld moet worden, moet er ook spoelwater geloosd worden en dat moet conform de vergunning aan kwaliteitseisen voldoen betreffende gehalten koper, zink, een hele reeks zware metalen, opgeloste stoffen etc. Bij ontluchting of ontgassing verandert de chemische samenstelling als koolzuurspanning in het grondwater afneemt door drukverlaging.

Er is een lozingsvergunning nodig van de gemeente, omgevingsdienst en/of het waterschap.⁹ De focus ligt op de zuurstofvraag van het te lozen grondwater, meestal vooral bepaald door gereduceerd ijzer. De minimale parameters die bemeten moeten worden, staan in de vergunningseisen. Bij bronbemalingen worden eisen gesteld aan de kwaliteit van het te lozen grondwater op het oppervlaktewater, namelijk: hoeveelheid opgeloste zwevende stof, ijzer en geen verkleuring van het oppervlaktewater. Zie <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/activiteiten/grondwater-ander/grondwater/>.

Bij bodemsaneringen en het lozen van verontreinigd grondwater worden strenge eisen gesteld aan de kwaliteit van het te lozen grondwater (op oppervlaktewater of bodem). Parameters: zware metalen, organische microverontreinigingen (OMIVE), etc. Zie <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/activiteiten/grondwater-ander/bodemsanering/>.

Waarschijnlijk zullen de set zware metalen én een globale screening op de aanwezigheid van microverontreinigingen en Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS), PFOA (perfluorooctaan-11-zuur), PFAS (poly- en perfluoralkylstoffen) etc. in de toekomst vaker problemen opleveren.

⁹ Voor lozingen op de riolering (indirecte lozing) zijn gemeenten het bevoegd gezag. Voor lozingen die bij particulieren of projecten (woningbouw, riolering) plaatsvinden, is het Besluit 'Lozen buiten inrichtingen' van toepassing. Soortgelijke lozingen kunnen ook bij een bedrijf of instelling plaatsvinden. Dan is het Activiteitenbesluit van toepassing. Zowel in het Activiteitenbesluit als in het Besluit 'Lozen buiten inrichtingen' zijn (standaard) voorschriften opgenomen waaraan lozingen moeten voldoen. Voor het lozen van grondwater geldt een voorkeursvolgorde. Schoon (grond)water moet zo veel mogelijk geloosd worden op het oppervlaktewater of terug de bodem in worden gevoerd. Alleen wanneer dit niet kan worden toegepast, kan lozing op het vuilwaterriool worden overwogen. Dit om de riolwaterzuiveringsinstallatie en het rioleringsstelsel niet onnodig te belasten. Op lozingen in het oppervlaktewater is de Waterwet van toepassing. Het waterschap is dan het bevoegd gezag.

3.2.3 Monitoring bodemverontreinigingen

Het gaat hier om nazorg bij saneringen/depots, toepassen IBC-bouwstoffen, secundaire bouwstoffen, thermisch gereinigde grond (TGG) (→ bijv. grootschalige bodemtoepassing met maximaal klasse industriegrond onder de Regeling Bodemkwaliteit (RBK)).

- Verontreinigingen. Bijvoorbeeld voor de waterverontreinigingslocaties Olasfa en Edelchemie gelden eisen met betrekking tot de stoffen die verwerkt werden. Bij Olasfa vooral organisch, bij Edelchemie vooral zware metalen.
- Saneringen (mogelijk met nazorg).
- Effecten slibdepots, bijvoorbeeld IJsselooog in het Ketelmeer.
- Thermisch Gereinigde Grond (TGG), bijvoorbeeld Perkpolder.
- Bouwstoffen voor isolatie-, beheers- en controle- (IBC) maatregelen, onder andere AEC bodemas; (Afval Energie Centrales), circa 30 locaties.
- Activiteitenbesluit:
 - a. Zoutdepots;
 - b. Opslag stoffen in tanks.

De focus ligt op gehalten microverontreinigingen en op de redox-condities, ofwel zuurstof, opgelost ijzer, sulfide. Dit i.v.m. condities voor natuurlijke afbraak. Welk pakket van analyses nodig is, wordt bepaald en wordt vastgelegd in de plannen voor de nazorg bij saneringen (bijv. het 'NEN-pakket').

3.2.4 3D-inzicht in zoutgehalten grondwater

Dit wordt verkregen door regionale chloridemetingen ten behoeve van bijvoorbeeld zoute kwel en kalibratie van grondwatermodellen. Hoge chloridegehalten maken het water zwaarder. De stijghoogte in de watervoerende pakketten, gemeten in een peilbuis, wordt op basis van chloridegehalte vertaald naar een zoetwaterstijghoogte. In plaats van chloride kan ook EGV (elektrisch geleidingsvermogen) worden gemeten, uitgaande van een lineaire correlatie tussen EGV en Cl-gehalte.

3.2.5 Bodemdaling bij landbouw, natuur en in het stedelijk gebied

Bodemdaling wordt een steeds belangrijker thema in relatie tot hoogwaterbescherming. Grondwater heeft een directe invloed op bodemdaling, omdat bij dalende grondwaterstanden organisch rijke bodemlagen blootgesteld worden in die zin dat zuurstof kan indringen en oxidatieprocessen van de bodem versneld optreden.

Door oxidatie en samenpersen van de bodem verandert de grondwatersamenstelling door afbraak van organische stof en door redoxprocessen. Hierdoor neemt in de regel de hardheid toe, verandert de zuurgraad en verschuiven de chemische evenwichten in het grondwater, waarbij met name de opgeloste metalen (vooral ijzer) en fosfaat kunnen neerslaan.

3.2.6 Kwel en wegzijging

Activiteiten waarbij grondwatersamenstelling gemeten wordt, zijn:

- Hydraulische weerstand waterbodems;
- Bemalingen (bouwput, verdiepte ligging wegen);
- Verondiepen diepe plassen.

De verandering van de fluxen van het grondwater (als gevolg van een ingreep van RWS) in grootte en/of richting, kan de grondwatersamenstelling wijzigen. Dit kan invloed hebben op het beoogde gebruik, bijvoorbeeld kalkrijke natuur (blauwgraslanden), en het risico van het introduceren van verontreinigingen die door (extra) wegzijging de (strategische) watervoorraden kunnen bedreigen. Deze veranderingen van de grondwatersamenstelling kunnen door monitoring van de grondwatersamenstelling in beeld worden gebracht.

3.3 Specificatie van kwaliteitscriteria

In de eerste workshop is op basis van een algemene lijst met mogelijke kwaliteitscriteria uit het algemeen datakwaliteitskader een lijst opgesteld die specifiek is voor de zes use cases van grondwatersamenstellingsdata. Het toepassen van kwaliteitscontroles op data voordat ze aan- of doorgeleverd worden aan de BRO zorgt ervoor dat data waar nog wat aan ontbreekt al eerder teruggestuurd wordt naar de aanleverende partij. Dat lijkt dubbelop, immers de data worden twee keer gecontroleerd, echter zorgt dit wel voor een efficiëntere werking binnen RWS. Aanvullend kunnen dan ook nog extra RWS-kwaliteitscriteria meegenomen worden.

Het resultaat is een lijst met 16 kwaliteitscriteria, met name voor grondwatersamenstelling; deze zijn per use case bekeken in Tabel 3.

Tabel 3 Kwaliteitscriteria grondwatersamenstelling.

#	Toetsvraag ¹⁰	Eenheid	Use case					
			Aantasting materialen in de ondergrond	Onttrekken en lozen grondwater	Monitoring verontreinigingen	3D-inzicht in zoutgehalten	Bodemdaling	Bodemdaling
	Betrouwbaar		1	2	3	4	5	6
1	Is de parameter goed ingevuld? Valt uiteen in 3 deelvragen: 1) moet op de aquolijst staan	ja-nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
2	Is de parameter goed ingevuld? Valt uiteen in 3 deelvragen: 2) moet een waarde hebben	ja-nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
3	Is de parameter goed ingevuld? Valt uiteen in 3 deelvragen: 3) als een eenheid gebruikt wordt, moet die aanwezig zijn	ja-nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
4	Trendanalyse in ruimte: vergelijking met punten in de ruimte	ja-nee	nee	nee	Soms (ja)	ja	ja	ja
5	Trendanalyse in tijd: vergelijking met eerdere metingen op zelfde tijd	ja-nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
6	Volgens welke normen en standaarden is gemeten?	ja-nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
7	Erkend bedrijf	ja-nee	nee	ja	ja	nee	nee	nee
8	Datumcheck: monsternamen eerder dan lab	ja-nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
9	In hoeverre moeten de metadata van monsters ingevuld zijn (bijv. minimaal een aantal cruciale velden die ingevuld moeten zijn, zoals meetlocatie, datum, filterdiepte e.d.)?	ja-nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
10	Welk percentage van de attributen is juist?	%	100	100	100	100	100	100
	Bruikbaar							
11	Is het beoogde gebruik van de dataset beschreven?	Ja-Nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
12	Zijn wijzigingen in de data binnen de vastgestelde periode doorgevoerd?	Ja-Nee	?	?	?	?	?	?
13	Wat is het percentage commissie (objecten die wel in het bestand zitten, maar er niet in horen) t.o.v. het totaal aantal objecten?	%	?	?	?	?	?	?

¹⁰ Indien RWS een expliciet onderscheid wil maken in de toetsvragen, dan is het noodzakelijk om bij de aanlevering hier al rekening mee te houden. Dit kan door in de catalogus keuzemogelijkheden te vragen bij Kaderinwinning. Dit kan worden ingebracht via de domein BRO-begeleidingsgroep grondwater bij BZK.

#	Toetsvraag ¹⁰	Eenheid	Use case					
			Aantasting materialen in de ondergrond	Onttrekken en lozen grondwater	Monitoring verontreinigingen	3D-inzicht in zoutgehalten	Bodemdaling	Bodemdaling
14	Wat is het percentage omissie (objecten die er wel in horen, maar er niet in zitten) t.o.v. het totaal aantal objecten?	%	0	0	0	0	0	0
15	Hebben alle verplichte attributen een waarde?	Ja-Nee	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Begrijpelijk								
16	Welke percentage van de data mag afwijken van de datadefinitie (bijvoorbeeld voorgeschreven waarden van attributen)?	%	0	0	0	0	0	0
Beschikbaar								
- <i>toetsvragen niet relevant omdat data in de BRO worden gepubliceerd volgens criteria ook vastgelegd in wettelijk traject</i>								

Voor de grondwatermonitoringputten werden door RWS al eerder criteria met validatieregels in concept opgesteld; deze zijn aangescherpt en opgenomen in Tabel 4.

Tabel 4 *Kwaliteitscriteria grondwatermonitoringputten.*

	Toetsvraag	Eenheid	Norm
Betrouwbaar			
1	Welk percentage van de attributen is juist?	%	100
2	Is verticale positie buis ingemeten met waterpassing of RTK?	Ja-Nee	Ja
3	Is de horizontale positie buis ingemeten met RTK_GPS_0_2cm, RTK_GPS_2_5cm, RTK_GPS_5_10cm, of tachymetrie_0_10cm	Ja-Nee	Ja
4	Is de put ingericht volgens de vereiste kwaliteitsnorminrichting RWSgwmom?	Ja-Nee	Ja
5	Is kousmateriaal aanwezig indien de grondsoort niet gelijk is aan gerijpte klei?	Ja-Nee	Ja
6	Is juiste buismateriaal en lijm gebruikt bij buis voor metingen aan de grondwatersamenstelling?	Ja-Nee	Ja
7	Wijkt de buishoogte niet te veel af (valt buiten 0,5-1, 5m) van de maaiveldhoogte?	Nee – Ja	nee
8	Verschillen (bij meerdere filters) de buishoogten meer dan 2 cm, en geeft buishoogte de relatieve diepte van het filter aan (hoe hoger, hoe ondieper)?	Ja-Nee	?
Bruikbaar			
9	Is het beoogde gebruik van de dataset beschreven?	Ja-Nee	Ja
10	Zijn wijzigingen in de data binnen de vastgestelde periode doorgevoerd?	Ja-Nee	Ja
11	Wat is het percentage commissie (objecten die wel in het bestand zitten, maar er niet in horen) t.o.v. het totaal aantal objecten?	%	?
12	Wat is het percentage omissie (objecten die er wel in horen, maar er niet in zitten) t.o.v. het totaal aantal objecten?	%	0
13	Hebben alle verplichte attributen een waarde?	Ja-Nee	Ja
Begrijpelijk			
15	Is er een profielbeschrijving ter plaatse van de put gemaakt?	Ja-Nee	Ja
16	Bevat die profielbeschrijving de informatie die noodzakelijk is om de data over de grondwatersamenstelling te kunnen interpreteren?	Ja-Nee	Ja

	Toetsvraag	Eenheid	Norm
17	Is de filterdiepte bekend?	Ja-Nee	Ja
18	Bevindt het filter zich geheel in het freatische pakket of in een watervoerend pakket?	Ja-Nee	Ja
19	Is buis met filter onder een scheidende laag ter hoogte van deze laag aangevuld met bentoniet?	Ja-Nee	Ja
20	Is er een situatieschets van de buislocatie?	Ja-Nee	Ja
21	Situatieschets bevat informatie over slootafstand, drainage, beplanting, verharding en grondgebruik	Ja-Nee	Ja
Beschikbaar			
-	toetsvragen voor categorie beschikbaar zijn niet relevant omdat de criteria hiervoor al vastgelegd zijn in het wettelijke traject		

In de workshop kwam naar voren dat de kwaliteitscriteria uit Tabel 3 niet voor alle use cases gelden. Criterium 5, Trendanalyse in ruimte: vergelijking met punten in de ruimte is niet geldig voor de eerste twee use cases en voor de rest wel. Criterium 7, Erkend bedrijf is alleen geldig voor use cases 2 en 3.

3.4 Specificatie van normen

In de tweede workshop zijn per use case normen toegevoegd aan de kwaliteitscriteria voor zover dat mogelijk was. Deze staan ook genoemd in Tabel 1, Tabel 3 en Tabel 4. Daarbij zijn voor de grondwatersamenstellingsdata weinig verschillen tussen de verschillende use cases naar voren gekomen.

4 Validatieregels grondwaterkwaliteit en grondwaterputten

4.1 Algemene formulering van de validatieregels

Tijdens de workshops is een lijst met kwaliteitscriteria en normen voor data van de grondwatersamenstelling en monitoringputten opgesteld en aangescherpt die betrekking hebben op de verschillende use cases uit de vorige paragraaf. Deze criteria en normen kunnen in algemene zin worden geschreven als validatieregels van het type:

```
ALS
  wordt voldaan aan criterium 1
EN
  wordt voldaan aan criterium 2
EN
  ...
EN
  wordt voldaan aan criterium n
DAN
  conclusie IS ...
```

Het deel voor DAN worden de (elementaire) proposities genoemd. Deze worden in dit geval gecombineerd met EN. Het deel na DAN is de conclusie (zie De Gruijter en Boogaard, 2001). We kunnen gebruikmaken van Tabel 3 om alle proposities op te schrijven die leiden tot de conclusie 'grondwatersamenstellingsinformatie is betrouwbaar'. Dat zijn:

```
ALS
  Parameter IS aanwezig op de Aquolijst
EN
  Parameterwaarde IS ingevuld
EN
  Eenheid parameter IS ingevuld
EN
  Afwijking parameterwaarde met waarden in de omgeving IS klein
EN
  Afwijking parameterwaarde met eerdere waarden IS klein
EN
  Norm of standaard waarmee is gewerkt IS bekend
EN
  Het bedrijf IS erkend bij Bodem+
EN
  Datum monsternamen IS gelijk aan of eerder dan datum laboratoriumanalyse
EN
  Alle verplichte metadata ZIJN ingevuld
EN
  Percentage data dat afwijkt van datadefinitie IS laag
EN
  Attribuut IS juist
EN
  Beoogd gebruik IS beschreven
EN
  Resultaat melding IS op tijd gereed
```

EN
Percentage commissie IS laag

EN
Percentage omissie IS laag

EN
Waarde verplicht attribuut IS aanwezig

DAN
grondwatersamenstellingsinformatie IS betrouwbaar

4.2 Specifieke formulering van de validatieregels

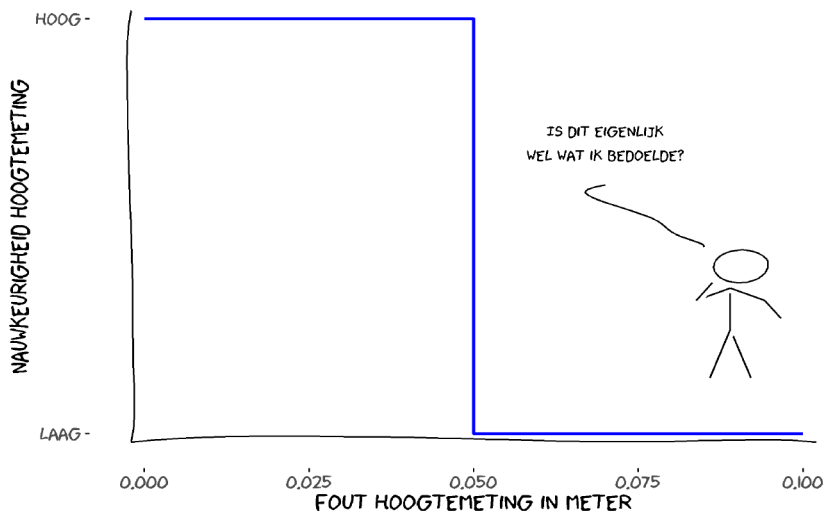
Merk op dat de proposities in de vorige paragraaf nog in algemene bewoordingen zijn opgesteld. Het is nu nog niet duidelijk wat precies wordt bedoeld met bijvoorbeeld:

nauwkeurigheid hoogtemeting IS hoog

Dat hangt af van de betreffende *use case en de bijbehorende norm*. Als voorbeeld stellen we dat:

- 'hoog' als de fout kleiner is dan 0.05 m en
- 'laag' als de fout groter is dan 0.05 m.

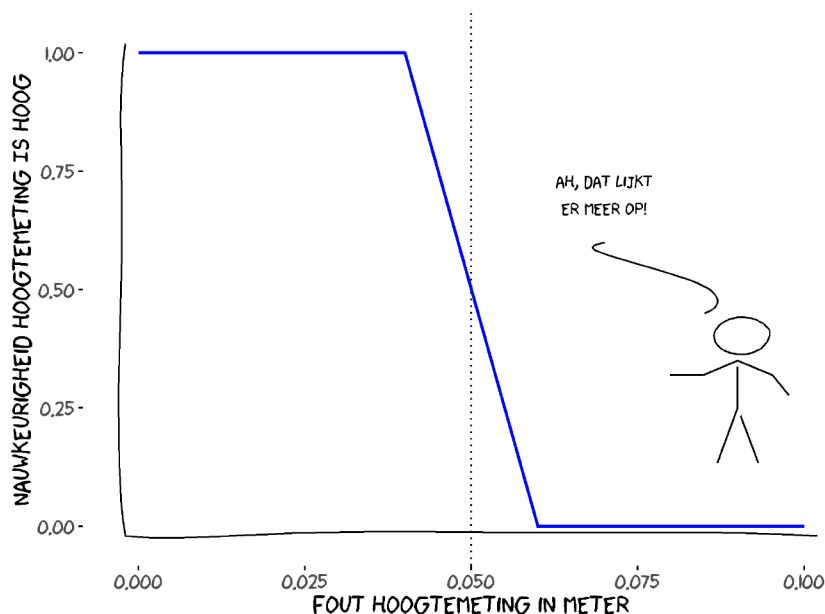
We kunnen dit als volgt grafisch weergeven:



De nauwkeurigheid van de hoogtemeting in relatie tot de fout in de hoogtemeting

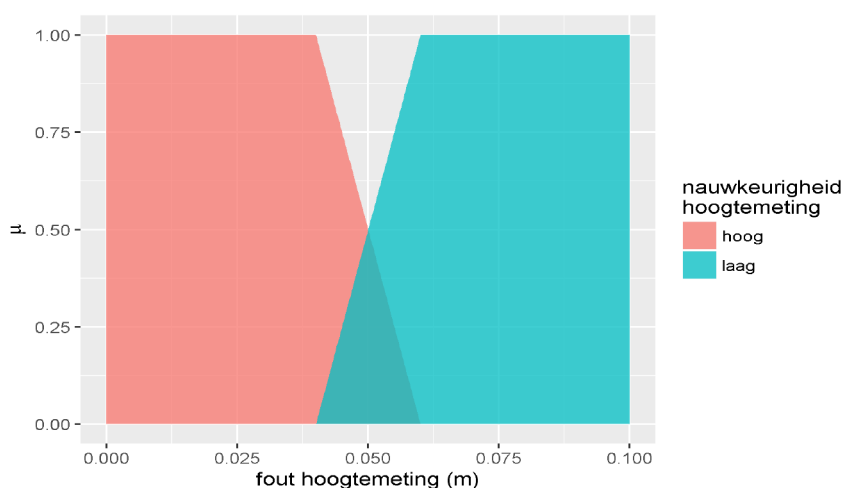
Op de horizontale as staat de fout in de hoogtemeting, op de verticale as een kwalitatieve aanduiding van de nauwkeurigheid: hoog of laag. Als de fout in de hoogtemeting kleiner is dan 0.05 m, geeft de grafiek aan dat de nauwkeurigheid hoog is en als de fout groter is dan 0.05 m, dan is de nauwkeurigheid laag. Er zijn dus slechts twee (elkaar uitsluitende) mogelijkheden: de nauwkeurigheid is hoog of laag. Dit wordt tweewaardige logica (Boolean logic) genoemd (De Gruijter en Boogaard, 2001).

Maar hadden de opstellers van dit criterium dit ook voor ogen? Immers, dit impliceert dat een fout van 0.0499 m correspondeert met een hoge nauwkeurigheid en een fout die amper groter is, stel 0.0501 m niet meer. Deze benadering is nogal zwart-wit. De opstellers hadden waarschijnlijk een veel genuanceerder beeld voor ogen. Zij bedoelden met 0.05 waarschijnlijk niet *exact* 0.05, maar *ongeveer* 0.05 m. De waarden 0.0499 en 0.0501 zouden ze waarschijnlijk als even nauwkeurig beoordelen. Om hieraan tegemoet te komen, zouden we de verticale as continu moeten maken. Dat is gedaan in onderstaande figuur.



De nauwkeurigheid van de hoogtemeting in relatie tot de fout in de hoogtemeting

De grafiek geeft een zogenaamde lidmaatschapsfunctie weer. Deze geeft de mate aan waarin de nauwkeurigheid van de hoogtemeting 'hoog' is. De waarde varieert tussen 0 en 1. Een waarde van 0 betekent zeer onnauwkeurig, een waarde van 1 betekent zeer nauwkeurig. Uit de figuur blijkt dat de waarden 0.0499 en 0.0501 nu ongeveer even nauwkeurig zijn. Ze hebben immers beide een waarde op de verticale as van ca. 0.5. Fouten in de hoogtemeting die kleiner zijn dan 0.04 m zijn 100% nauwkeurig (waarde op de verticale as is 1), fouten die groter zijn dan 0.06 m zijn 100% onnauwkeurig (waarde op de verticale as is 0). Fouten die tussen de 0.04 en 0.06¹¹ in liggen, variëren in nauwkeurigheid van 0 tot 1. Omdat er nu meer dan twee mogelijkheden zijn, wordt gesproken van meerwaardige logica (of fuzzy logic, De Gruijter en Boogaard, 2001). Door gebruik te maken van dergelijke continue lidmaatschapsfuncties sluiten we beter aan bij de wijze waarop mensen denken. De lidmaatschapsfunctie kunnen we ook als volgt weergeven:



Op de horizontale as staat wederom de fout van de hoogtemeting. Op de verticale as staat de mate waarin de nauwkeurigheid van de hoogtemeting hoog dan wel laag is. We hebben ook een tweede lidmaatschapsfunctie toegevoegd die complementair is aan de eerste. Uiterst links is de nauwkeurigheid van de hoogtemeting volledig hoog, uiterst rechts is de nauwkeurigheid volledig laag. Er is ook een overgangsgebied waarin de nauwkeurigheid deels hoog en deels laag is. De breedte van

¹¹ Deze waarden zijn hier als voorbeeld gekozen en zijn nu (nog) niet door de experts van RWS vastgesteld. Als deze van 0,00 tot 0,10 zouden lopen, verloopt de lijn anders, maar verandert er niets aan de wijze van omgang ervan.

dit overgangsgebied is de transitiebreedte. In dit voorbeeld is de transitiebreedte gelijk aan 0.02 m en is hier nu willekeurig gekozen. Het punt waar de lidmaatschapsfuncties elkaar kruisen, heet het kantelpunt (Engels: *cross-over point*). Het kantelpunt heeft hier de waarde 0.05 m. Stel dat bekend is dat de fout in de hoogtemeting gelijk is aan 0.01 m. Op basis van de lidmaatschapsfunctie volgt dan dat de propositie

nauwkeurigheid hoogtemeting IS hoog

gelijk is aan 1. Dit betekent dat de uitspraak 'nauwkeurigheid hoogtemeting IS hoog' volledig waar is. Als dat ook zo is voor de overige (elementaire) proposities, dan krijgt de conclusie

grondwatersamenstellingsinformatie IS betrouwbaar

ook de waarde 1. De uitspraak 'grondwatersamenstellingsinformatie IS betrouwbaar' is dan 100% juist. Voor andere grondwatersamenstellingsinformatie kan echter gelden dat de fout in de hoogtemeting gelijk is aan 0.055 m. Uit de lidmaatschapsfunctie volgt dat de uitspraak

nauwkeurigheid hoogtemeting IS hoog

dan nog maar voor 25% waar is. Dit komt doordat de fout van 0.055 m in het overgangsgebied zit, rechts van het kantelpunt. Als ook hier alle overige (elementaire) proposities volledig waar zijn, dan geldt dat de conclusie 'grondwatersamenstellingsinformatie IS betrouwbaar' ook voor 25% waar is.¹²

Als we dit vergelijken met de situatie waarbij we geen overgangszone meenemen (transitiebreedte is nul), zou deze conclusie volledig onwaar zijn. In Bijlage 2 gaan wij verder in op het verschil tussen toetsen op basis van tweewaardige logica en beoordelen op basis van meerwaardige logica (*fuzzy logic*).

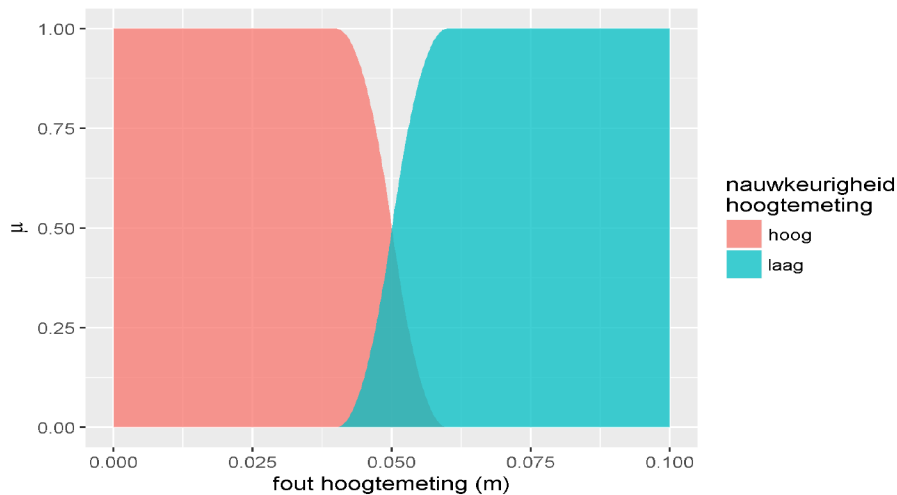
4.3 Parametrisatie van de validatieregels

Elke propositie in het bovenstaande heeft twee parameters nodig:

- het kantelpunt (*cross-over point*)
- de transitiebreedte (*transition width*)

De kantelpunten zijn in de workshops vastgesteld als normen. De transitiebreedtes moeten, waar nodig, nog worden vastgesteld en vormen een onderdeel van de uitwerking in de ETS (detailleren van de logische regels) en van het implementeren van de logische regels. Het is ook aan de deskundigen bij RWS om transitiebreedtes vast te stellen per *use case* als deze daarin onderscheidend zijn. Ook kan worden gekozen uit verschillende vormen van de lidmaatschapsfunctie. In de figuren hiervoor is deze lineair, maar andere vormen zijn ook mogelijk, zie bijvoorbeeld in de figuur hierna. Bij de keuze van transitiebreedte en vorm van de lidmaatschapsfunctie kan rekening worden gehouden met de consequenties van fouten bij het toepassen van gegevens over de grondwatersamenstelling.

¹² De conclusie hangt af van de rekenwijze die gevolgd wordt. Zie De Gruijter et al. (2011) voor details.



Niet alle criteria in Tabel 3 en Tabel 4 hebben een transitiebreedte nodig. Dat geldt met name voor criteria die vragen om het al dan niet aanwezig zijn van een meetwaarde. Bijvoorbeeld een propositie als

Het bedrijf IS erkend bij Bodem+

is waar of onwaar. Een dergelijke uitspraak kan niet maar 'een beetje waar' zijn. De transitiebreedte is daarom gelijk aan nul.

In Bijlage 3 en Bijlage 4 zijn de toetsvragen uit Tabel 3 kwaliteitscriteria grondwatersamenstelling en Tabel 4 kwaliteitscriteria grondwatermonitoringputten herschreven als validatieregels. Tevens is aangegeven of gebruik wordt gemaakt van tweewaardige of meerwaardige logica. Merk op dat meerwaardige logica een generalisatie is van tweewaardige logica. Omgekeerd is tweewaardige logica een speciaal geval van meerwaardige logica. Een systeem dat meerwaardige logica ondersteunt, kan zonder meer overweg met tweewaardige logica. Omgekeerd kan een tweewaardig systeem niet (per se) uit de voeten met een meerwaardig systeem.

4.4 Interpretatie van het validatieresultaat

Het toepassen van de validatieregels leidt voor elk informatie-item van grondwatersamenstelling tot een 'mate van waarheid' voor de conclusie:

Grondwatersamenstellingsinformatie IS betrouwbaar

Deze waarde ligt tussen nul en een. Als deze waarde gelijk is aan 1, dan staat de kwaliteit van de grondwatersamenstellingsinformatie buiten kijf. Als deze waarde gelijk is aan 0, dan is de betreffende grondwatersamenstellingsinformatie ongeschikt voor welk doel dan ook. Waarden tussen 0 en 1 moeten worden opgevat als een soort rapportcijfer. Hoge cijfers duiden op brede geschiktheid, lage waarden duiden op ongeschiktheid, of op een beperkte geschiktheid voor situaties waarvoor de kwaliteit minder van belang is.

Het gebruik van de desbetreffende meting is daarmee afhankelijk van het 'rapportcijfer' en moet door de deskundige worden beoordeeld. Dit kan mede omdat de transitiebreedte vooraf al is afgezet tegen de mogelijke risico's, ofwel de consequenties van de fout. Dit vereist wel een andere manier van omgaan met data, die echter wel het meest recht doet aan de nu gekende kwaliteit van die data voor de toepassing.

Met de andere manier van omgaan, bedoelen we dat er niet meer sprake is van goed of fout of bruikbaar of onbruikbaar. Er wordt een beoordeling gegeven: iets is voor een bepaald percentage goed. Dat kan 100% of 80% of 10% zijn en dat wordt vastgelegd. Pas later, als de data voor een bepaald doel gebruikt moeten gaan worden, kan op basis van die beoordeling de bruikbaarheid van de

data voor het doel goed- of afgekeurd worden. Het is dan dus van belang dat de informatie van de beoordeling toegankelijk wordt opgeslagen. Dit kun je faciliteren door een cijfer te geven tussen 0 en 100. Dan kun je daarna aangeven dat voor een bepaalde toepassing alleen data met een beoordeling van 80 of hoger gebruikt mogen worden. Om die informatie over de beoordeling goed op te slaan, zou een extra metadataveld over bruikbaarheid (cijfer) toegevoegd moeten worden.

4.5 Automatisering

De beslisregels in Bijlage 3 en Bijlage 4 kunnen worden geïmplementeerd in een validatietool. Dat wil overigens niet zeggen dat er dan geen menselijke acties meer nodig zijn. De validatietool signaleert dat er mogelijk iets mis is met een onderdeel van de data, maar neemt geen beslissingen. Die moeten altijd worden genomen door materiedeskundigen. Een validatietool kan dus signaleren, maar niet corrigeren. Daarvoor blijft menselijke inbreng noodzakelijk.

Een bruikbare implementatie is hiërarchisch van aard. Op het hoogste niveau ('dashboard') ziet de gebruiker snel aan de rapportcijfers (d.w.z. de conclusies van de validatieregels) welke data over de grondwatersamenstelling en monitoringput mogelijk verdacht zijn. Vervolgens kan de gebruiker op verdachte data inzoomen om te achterhalen waardoor data een slecht rapportcijfer hebben gekregen en of dat eenvoudig is te corrigeren (denk aan typefouten, ontbrekende meta-informatie e.d.).

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies over logische regels

- De kwaliteitscriteria zijn in te delen naar drie categorieën: Betrouwbaar, Bruikbaar en Begrijpelijk. Een vierde criterium, Beschikbaar, is hier minder relevant, omdat de data in de BRO worden gepubliceerd volgens een wettelijk voorschrift waarvoor precies beschreven is welke eisen hieraan gesteld worden.
- De benoemde use cases voor grondwatersamenstelling zijn op twee uitzonderingen na niet onderscheidend voor de kwaliteitscriteria die zijn bepaald. Voor de gehanteerde normen per criterium is geen onderscheid te maken voor de verschillende use cases.
- Het vaststellen van de juiste parameters voor de validatieregels is cruciaal voor het bepalen van de kwaliteit van de gegevens. Voor grondwatersamenstelling treedt dit verschil op bij welke parameter wordt beoordeeld. In dit rapport wordt hiervoor verwezen naar de 'Aqualijst', die ook als referentie bij de BRO wordt gebruikt. Vanwege het grote aantal is dit hier niet nader gespecificeerd.

5.2 Conclusies m.b.t. Fuzzy rule base

- In Bijlage 3 en Bijlage 4 is aangegeven welke regels tweewaardig (Boolean) of meerwaardig (Fuzzy) zijn. Dit is van invloed op het gemak van implementeren van de regels in het datakwaliteitssysteem. Tweewaardige regels zijn eenvoudig te implementeren en in de tabellen in Bijlage 3 en Bijlage 4 zijn deze regels groen gekleurd in de eerste kolom. Voor de Fuzzy-regels is het kantelpunt de transitiebreedte niet bekend. Er is dus extra informatie nodig voordat deze regels geïmplementeerd kunnen worden. Deze regels zijn oranje gekleurd in de tabellen. Kantelpunten en transitiebreedtes kunnen niet door ons vastgesteld worden, maar moeten door de experts van RWS vastgesteld worden. Indien gewenst, kunnen we in een aanvullende kennissessie wel deze keuze ondersteunen. Een enkele regel is blauw gemarkeerd wanneer geautomatiseerd controleren niet mogelijk lijkt. Implementatie is dan sterk afhankelijk van in hoeverre de data gestructureerd en digitaal worden aangeboden, dat is nu (nog) niet het geval.
- Het is belangrijk je te realiseren dat werken met fuzzy logica een andere is dan de kwalificatie 'goed of fout' of 'bruikbaar en 'onbruikbaar'. Bij een keuze voor de juiste parameters kun je het gegeven (hier de grondwatersamenstellingsdata) blijven gebruiken in de wetenschap dat deze voor het bepaalde percentage betrouwbaar is, het is een boordeling gevolgd door een beslissing voor het gebruik.
- Alle hier beschreven regels (m.u.v. de blauw gemarkeerde) zijn geautomatiseerd uit te voeren. Daarbij geldt nog steeds dat menselijke acties nodig zijn als beslissingen genomen dienen te worden. Het is van belang om te realiseren dat regels een signalerende functie hebben.
- Het heeft de voorkeur de opzet van het kwaliteitssysteem zo uit te voeren dat zowel meerwaardige logica alsook de regels met tweewaardige logica worden ondersteund.

5.3 Aanbevelingen

- Vaststellen dat de in dit rapport benoemde logische regels als Abstract Test Suite (ATS) voldoen en een goede uitgangsbasis is voor het datakwaliteitssysteem van RWS.
- Uitvoeren van de verdergaande parametrisatie om de validatieregels voldoende concreet te maken per use case is de eerste stap naar de 'Executable Test Suite' (ETS). Voor de stap om van de logische regels uit de ATS, functionele specificaties (ETS), te maken, is extra informatie nodig over de grenswaarden en transitiebreedtes. Deze grenswaarden staan voor een deel in productbeschrijvingen of in de ISO/NEN-normen en de praktijkrichtlijnen. Welke waarden gebruikt moeten worden, moet vastgesteld worden door RWS zelf. Dit geldt ook voor de transitiebreedtes.

Eventueel kan dit ondersteund worden door een kennissessie van Wageningen Environmental Research.

- Het mogelijk maken dat er anders omgegaan gaat worden met goed/fout en bruikbaar/onbruikbaar door m.b.v. meerwaardige logica een beoordeling in de vorm van een rapportcijfer te geven en dit op te slaan in de metadata. Bij toekomstig gebruik kan worden aangegeven welk rapportcijfer minimaal vereist is, gegeven het doel waarvoor de data worden gebruikt. De data kunnen dan uit de database geselecteerd worden op basis van dat rapportcijfer. Zo blijven alle data bewaard en beschikbaar, maar worden data alleen gebruikt als de kwaliteit ervan voldoende is voor de toepassing.
- Uitbreiden van de BRO-waardenlijsten van de elementen 'beoordelingsprocedure' en 'status kwaliteitscontrole'. Op dit moment is voor de BRO een element beoordelingsprocedure opgenomen voor de beoordeling van de kwaliteit van de meetwaarden. Dit is een waardenlijst waar nu meerwaardige logica niet in is opgenomen, maar deze is wel uit te breiden. Daarnaast is er bij een bepaling het element 'status kwaliteitscontrole' opgenomen waar, naast 'onbeslist' en 'onbekend' als iets niet bepaald is of kan worden, de statussen 'afgekeurd' en 'goedgekeurd' aangevuld moet worden met een status 'rapportcijfer' (o.i.d.) wanneer met meerwaardige logica de kwaliteit is gecontroleerd.
- Maak een Plan van Aanpak voor het opzetten van dit datakwaliteitssysteem, zowel inhoudelijk, technisch, organisatorisch als bestuurlijk.

Literatuur

- BRO Gegevenscatalogus Grondwatersamenstellingsonderzoek, Geonovum Informatiemodel Werkversie 19 december 2018. <https://broprogramma.github.io/GAR/>
- Gruijter, J. J. de en H.L. Boogaard, 2001. Fuzzy sets voor zachte klassegrenzen. Toepassing op het landevaluatiesysteem BODEGA. Alterra rapport 346, Alterra Wageningen UR.
- Gruijter, J.J. de, D.J.J. Walvoort, en G. Bragato, 2011. Application of fuzzy logic to Boolean models for digital soil assessment. *Geoderma* 166: 15-33
- Handboek Platform Meetnetbeheerders Monitoring Bodem- en Grondwaterkwaliteit, deel 1 Handboek Monitoring Grondwaterkwaliteit KRW, Provincies en RIVM" (vastgesteld door Platform Meetnetbeheerders 06/04/2017).
- ISO19157:2013, 'Geographic information -- Data quality'
- Van Manen 2018, Normen en eisen voor grondwatermonitoring. RWS
- TNO Geologische Dienst Nederland 2017. "Basisregistratie Ondergrond (BRO) Catalogus Grondwatermonitoringput, 27 juni 2017 Versie 1.0.
- Vullings, Wies; Frans Rip, Onno Roosenschoon, Maarten Storm en Jandirk Bulens, 2015. Kader datakwaliteit voor Rijkswaterstaat, Alterra rapport Wageningen UR, concept dd 3 december 2015 (intern RWS document)
- Vullings, Wies; Jandirk Bulens, Dennis Walvoort en Martin Knotters, 2016, Memo Kwaliteit van BRO sonderingen: logische validatieregels (intern RWS document)
- Walvoort, D., M. Knotters en T. Hoogland, 2013. Een tool voor controle van hoogfrequente grondwaterstandsreeksen. *Stromingen* 19: 49-61

Bijlage 1 Laboratoriumonderzoek beschreven in de BRO

De tekst hieronder is overgenomen uit de gegevenscatalogus van de BRO (versie 0.99, 15 november 2019)

Een *laboratoriumonderzoek* van een grondwatersamenstellingsonderzoek wordt door een of meerdere laboratoria verricht. Alle laboratoria die onderzoeken uitvoeren die binnen de scope van de basisregistratie ondergrond vallen, zijn geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie. Vereist voor de accreditatie is onder andere het volgen van (inter)nationale standaarden (NEN- en/of ISO-normen). Laboratoria werken volgens strikte interne kwaliteitssystemen vastgelegd in handboeken, conform de richtlijnen van de Raad voor Accreditatie. Geaccrediteerde laboratoria zijn daarnaast verplicht om deel te nemen aan ringonderzoeken: onderzoeken waarbij de testresultaten van verschillende laboratoria worden vergeleken. De accreditatie legt op parameter(groep)niveau vast welke bepalingstechnieken en bijbehorende procedures gehanteerd worden door het geaccrediteerde laboratorium. Laboratoria zijn vaak niet voor alle parameters of parametergroepen geaccrediteerd. Met name parameters die zij niet regelmatig meten kunnen accreditaties missen. Wanneer de bronhouder ervoor kiest om alle parameters volgens een geaccrediteerde procedure te laten meten, kan het in enkele gevallen voorkomen dat het laboratoriumonderzoek door meer dan één laboratorium uitgevoerd wordt. Op de website van de Raad van Accreditatie (www.rva.nl) is per laboratorium informatie te vinden over hun huidige accreditatie.

Het laboratoriumonderzoek omvat de resultaten van het onderzoek van één of meer deelmonsters, waarbij doorgaans veel verschillende parameters worden bepaald. Elk laboratoriumonderzoek wordt onder de verantwoordelijkheid van één laboratorium, de *uitvoerder laboratoriumonderzoek*, uitgevoerd.

In het laboratorium worden een of meer analyseprocessen uitgevoerd. Een *analyseproces* bevat de kenmerken van de in het laboratorium uitgevoerde activiteiten ten behoeve van de bepaling van de waarde van parameters in het grondwatermonster. Van het analyseproces worden de *analysedatum*, de *bepalingstechniek* en de *bepalingsprocedure* geregistreerd in de Basisregistratie Ondergrond. De datum waarop een bepalingstechniek wordt uitgevoerd, wordt geregistreerd met de analysedatum. Wanneer de bepalingstechniek zich uitstrekt over meer dagen, wordt de datum geregistreerd waarop de bepalingstechniek is afgerond.

Een parameter kan vaak met verschillende bepalingstechnieken gemeten worden. De *bepalingstechniek* is van invloed op de gemeten waarde en de nauwkeurigheid van de gemeten waarde. Met één bepalingstechniek worden meestal meerdere parameters gemeten. Verschillende laboratoria kunnen voor dezelfde bepalingstechniek een verschillende norm of voorschrift hanteren. Daarom wordt de door het laboratorium gebruikte norm of het voorschrift geregistreerd, de *bepalingsprocedure*. In sommige gevallen wordt een procedure gebruikt die niet is gecertificeerd of geaccrediteerd. Dit doet zich bijvoorbeeld voor bij de analyse van stoffen waarop recentelijk voor het eerst analyses plaatsvinden. In deze gevallen wordt een eigen methode gebruikt. Dit wordt als *niet genormaliseerde automatische waardebepaling* aangeduid.

De uitbreidbare waardelijsten *Waardebepalingstechniek* en *Waardebepalingsprocedure* zijn extern. De inhoud is uit de Aquo-standaard overgenomen, uit de Aquo-domeintabellen Waardebepalingstechniek respectievelijk Waardebepalingsmethode.

Het analyseproces leidt tot meetresultaten van een of meer parameters. Deze worden geregistreerd in *Analyse*. Middels het *ID* wordt de *parameter* geïdentificeerd (zie paragraaf 1.4.2).

Het gemeten gehalte van de parameter wordt geregistreerd in het attribuut *analysemeetwaarde*. In sommige gevallen wordt in het attribuut analysemeetwaarde niet de gemeten waarde geregistreerd maar de rapportagegrens: De door het uitvoerende laboratorium met de opdrachtgever afgesproken

grensconcentratie waarboven het gemeten gehalte of de waargenomen waarde van de parameter in een monster wordt gerapporteerd aan de opdrachtgever. Een gemeten waarde kan ook hoger zijn dan de hoogste grenswaarde die nog wordt gerapporteerd aan de opdrachtgever. In dit geval zal het laboratorium het monster verdunnen. Het kan voorkomen dat dit niet meer mogelijk is. In dat geval wordt in het attribuut analysemeetwaarde niet de gemeten waarde geregistreerd maar de hoogste nog gerapporteerde grenswaarde.

Wanneer het attribuut analysemeetwaarde een grenswaarde bevat is er een *limietsymbool* aanwezig. Het limietsymbool geeft aan dat het, in het grondwater aanwezige gehalte kleiner of groter is dan de grensconcentratie die geregistreerd is bij analysemeetwaarde.

De *rapportagegrens* is de, door het uitvoerende laboratorium met de opdrachtgever afgesproken, kleinste waarde van een concentratie van een component die door een laboratorium standaard wordt gerapporteerd aan de opdrachtgever. In sommige gevallen hebben de opdrachtnemer en de opdrachtgever de afspraak gemaakt dat de rapportagegrens gelijk is aan de detectiegrens, ofwel aantoonbaarheidsgrens. Dit is de grens waarboven kan worden vastgesteld of de parameter wel of niet aanwezig is. In andere gevallen is de detectiegrens lager dan de rapportagegrens. De rapportagegrens is voor hergebruik een belangrijk gegeven en wordt geregistreerd indien hij bekend is bij de bronhouder. Deze grens is mede afhankelijk van de bepalingstechniek en de eventuele bewerking van het grondwatermonster.

Wanneer het gemeten gehalte lager is dan de rapportagegrens, mag de bronhouder de rapportagegrens in het attribuut analysemeetwaarde registreren. In dit geval wordt eveneens het limietsymbool geregistreerd. De bronhouder mag bij een, door een laboratorium toch gerapporteerd gemeten gehalte dat lager is dan de rapportagegrens, besluiten of hij deze gemeten waarde registreert bij het attribuut analysemeetwaarde in de basisregistratie ondergrond of niet. Is bijvoorbeeld de rapportagegrens 1,0 mg/l en het laboratorium rapporteert 0,95 mg/l, dan mag de bronhouder kiezen. Hij kan 0,95 mg/l opnemen of hij kan 1,0 mg/l opnemen in het veld analysemeetwaarde. Neemt de bronhouder 1,0 mg/l op, dan wordt ook het attribuut limietsymbool gevuld met: <.

Andere soorten grenzen, zoals de detectiegrens: de grens waarboven kan worden vastgesteld of de parameter wel of niet aanwezig is, of de bepaalbaarheidsgrens, die iets zegt over wanneer het gehalte van een parameter betrouwbaar kan worden vastgesteld, worden niet geregistreerd in de basisregistratie ondergrond.

De *analysemeetwaarde* en de *rapportagegrens* hebben het formaat Meetwaarde. Gewoonlijk wordt bij Meetwaarde de opbouw van het getal voorgeschreven: het aantal cijfers voor en achter het decimaal scheidingsteken ligt vast. Net als bij de veldmeetwaarde kan er bij de analysemeetwaarde en de rapportagegrens van de in het laboratorium gemeten parameters geen vaste opbouw worden gegeven. Net als bij de resultaten van de veldmetingen heeft de bronhouder de verantwoordelijkheid het getal in de juiste nauwkeurigheid (het aantal significante cijfers) aan te leveren. In de door laboratoria gebruikte bepalingprocedure is vaak vastgelegd hoe er afgerond moet worden. De bronhouder kan hierbij gebruik maken van de mogelijkheid de prefix van de eenheid aan te passen aan de hoogte van de gemeten waarde.

Net als bij Veldmeting, wordt bij Analyse bij elke individuele meting door de bronhouder (of een derde partij in opdracht van een bronhouder) een eindoordeel over de kwaliteit van de meting aangegeven. Dit eindoordeel wordt gevormd aan de hand van een, voor het hele grondwatersamenstellingsonderzoek gebruikte beoordelingsprocedure. Het eindoordeel wordt geregistreerd in de *status kwaliteitscontrole*.

Bijlage 2 Toetsen met tweewaardige logica of beoordelen met meerwaardige logica?

Bij kwaliteitscontrole kun je twee wegen bewandelen. De eerste is de weg van het goed- en afkeuren. Dit noemen we toetsen met tweewaardige logica, de uitkomst is immers tweewaardig: het voldoet of het voldoet niet, het is goed of fout, 1 of 0. De tweede weg is die van het beoordelen van de mate waarin iets goed of fout is, uit te drukken met een getal tussen 0 en 1. Deze beoordeling met een soort rapportcijfer noemen we beoordelen met meerwaardige logica. Het kan een beetje goed of een beetje fout zijn.

Beoordeling op basis van meerwaardige logica, met een rapportcijfer, kan minder objectief lijken dan goed- of afkeuren op basis van tweewaardige logica. Beoordeling op basis van meerwaardige logica is echter niet objectiever of subjectiever dan de gebruikelijke procedures voor kwaliteitscontrole waarbij wordt getoetst aan normen of criteria op basis van tweewaardige logica. Het verschil is dat bij beoordeling op basis van meerwaardige logica keuzes expliciet en bewust worden gemaakt, die bij gebruikelijke kwaliteitstoetsen vaak impliciet of soms zelfs onbewust worden gemaakt. Bij een kwaliteitstoets op basis van tweewaardige logica moet vooraf worden besloten hoe groot de kans mag zijn dat iets ten onrechte wordt afgekeurd. Deze kans, α , wordt ook wel kans op een fout van de eerste soort genoemd. Ook moet vooraf worden besloten hoe groot de kans mag zijn dat iets ten onrechte *niet* wordt afgekeurd. Deze kans, β , wordt ook wel kans op een fout van de tweede soort genoemd. Hierbij moet je ook nog beslissen welke afwijking Δ van de norm je ten minste als fout wilt aanmerken. De keuze voor α is echter vaak arbitrair, terwijl β en Δ vaak niet bekend zijn en dus feitelijk onbewust worden gekozen. Voor α wordt in navolging van statistische tekstboeken bijvoorbeeld vaak 0,05 gehanteerd, wat zonder verdere onderbouwing een arbitraire keuze is. De keuzes van α , β en Δ zouden moeten worden onderbouwd met een analyse van de risico's en gevolgen van het ten onrechte goed- of afkeuren van een product, en kunnen dus per geval (*use case*) verschillen.

Bij een kwaliteitscontrole op basis van meerwaardige logica (fuzzy-logic) (De Gruijter en Boogaard, 2001; De Gruijter e.a., 2011) hoeft niet gekozen voor de abstracte parameters α , β en Δ , maar voor een kantelpunt en een transitiebreedte. Deze keuzes zijn veel concreter, en daardoor veel eenvoudiger door deskundigen vast te stellen. Bij deze keuzes moet expertkennis worden benut, waarbij per geval (*use case*) wordt geanalyseerd wat de doorwerking en consequentie van fouten is in de toepassing van data van de grondwatersamenstelling of grondwaterputten.

Bijlage 3 Overzicht van validatieregels Grondwatersamenstelling

In onderstaande tabel zijn de toetsvragen uit Tabel 3 kwaliteitscriteria grondwatersamenstelling herschreven als validatieregels. De eerste kolom geeft de propositie. De tweede kolom geeft aan hoe de propositie op basis van een lidmaatschapsfunctie kan worden gekwantificeerd. De tekst in deze kolom heeft betrekking op de horizontale as van de lidmaatschapsfunctie. De laatste kolommen geven het type logica dat kan worden gebruikt (tweewaardig of meerwaardig) en, indien van toepassing, het bijbehorende kantelpunt. Het kantelpunt is gebaseerd op Tabel 3. De groene kleur in de eerste kolom geeft aan of deze regel eenvoudig is te implementeren (tweewaardige logica) en de oranje kleur geeft aan dat er sprake is van meerwaardige logica en dat het implementeren daarvan nog extra input met betrekking tot het kantelpunt en de transitietraject vraagt.

#	Toetsvraag	Propositie	Propositie wordt gekwantificeerd met:	Kantelpunt (cross-over point)	Type logica	Toelichting
Betrouwbaar						
1	Is de parameter goed ingevuld. Valt uiteen in 3 deelvragen: 1) moet op de Aquolijst staan	Parameter IS aanwezig op de Aquolijst	1: parameter staat op de Aquolijst 0: parameter staat niet op de Aquolijst	n.v.t.	tweewaardig	Het aantal parameters is erg groot, alle op de Aquolijst voorkomende stoffen kunnen voorkomen. Om deze te controleren, zou per parameter moeten worden gekeken wat voor de bepaling nodig is. Dit valt buiten de scope van dit project. Daarom wordt de controle op een meer generieke wijze gedaan met een controle die 3-ledig is: 1) moet op de Aquolijst staan, 2) moet een waarde hebben 3) als een eenheid gebruikt wordt moet die aanwezig zijn.
2	Is de parameter goed ingevuld. Valt uiteen in 3 deelvragen: 2) moet een waarde hebben	Parameterwaarde IS ingevuld	1: parameterwaarde is ingevuld 0: parameterwaarde is niet ingevuld	n.v.t.	tweewaardig	(overlap met de technische validatie)
3	Is de parameter goed ingevuld. Valt uiteen in 3 deelvragen: 3) als een eenheid gebruikt wordt moet die aanwezig zijn	Eenheid parameter IS ingevuld	1: eenheid is ingevuld 0: eenheid is niet ingevuld	n.v.t.	tweewaardig	(overlap met de technische validatie)

#	Toetsvraag	Propositie	Propositie wordt gekwantificeerd met:	Kantelpunt (cross-over point)	Type logica	Toelichting
4	Trendanalyse in ruimte: vergelijking met punten in de ruimte	Afwijking parameterwaarde met waarden in de omgeving IS klein	Verschil tussen parameterwaarde en mediane waarde binnen een zoekstraal	Per parameter vast te stellen	meerwaardig	Outlier-detectie met een robuuste statistiek, bijvoorbeeld de Hampel identifier. Transitiebreedtes en lidmaatschapsfuncties in overleg met experts vast te stellen.
5	Trendanalyse in tijd: vergelijking met eerdere metingen op zelfde tijd	Afwijking parameterwaarde met eerdere waarden IS klein	Verschil tussen parameterwaarde mediane waarde binnen een moving window (i.e. deel van tijdreeks)	Per parameter vast te stellen	meerwaardig	Outlier-detectie met een robuuste statistiek, bijvoorbeeld de Hampel identifier. Transitiebreedtes en lidmaatschapsfuncties in overleg met experts vast te stellen.
6	Volgens welke normen en standaarden is gemeten	Norm of standaard waarmee is gewerkt IS bekend	1: norm of standaard is bekend 0: norm of standaard is niet bekend	n.v.t.	tweewaardig	
7	Erkend bedrijf	Het bedrijf IS erkend bij Bodem+	1: het bedrijf is erkend bij Bodem+ 0: het bedrijf is niet erkend bij Bodem+	n.v.t.	tweewaardig	(overlap met de technische validatie)
8	Datumcheck: monsternamen eerder dan lab	Datum monsternamen IS gelijk aan of eerder dan datum laboratoriumanalyse	1: datum monsternamen is gelijk aan of eerder dan datum laboratoriumanalyse 0: datum monsternamen valt na datum laboratoriumanalyse	n.v.t.	tweewaardig	(overlap met de technische validatie)
9	In hoeverre moet de metadata van monsters ingevuld zijn (bijv. minimaal een aantal cruciale velden die ingevuld moeten zijn, zoals meetlocatie, datum, filterdiepte e.d.)	Alle verplichte metadata ZIJN ingevuld	1: alle verplichte metadata zijn ingevuld 0: niet alle verplichte metadata zijn ingevuld	n.v.t.	tweewaardig	Vastgelegd moet worden welke meta-informatie verplicht is. (overlap met de technische validatie)
10	Welk percentage van de attributen is juist?	Attribuut IS juist	Vast te stellen per attribuut	Vast te stellen per attribuut	Afhankelijk van attribuut meerwaardig of tweewaardig	
Bruikbaar						
11	Is het beoogde gebruik van de dataset beschreven?	Beoogd gebruik IS beschreven	1: beoogd gebruik is beschreven; 0: beoogd gebruik is niet beschreven	n.v.t.	tweewaardig	
12	Zijn wijzigingen in de data binnen de vastgestelde periode doorgevoerd?	Wijziging in BRO IS op tijd aangebracht	1: datum wijziging in BRO <= 16 weken datum melding 0: datum wijziging in BRO > 16 weken datum melding	n.v.t.	tweewaardig	

#	Toetsvraag	Propositie	Propositie wordt gekwantificeerd met:	Kantelpunt (cross-over point)	Type logica	Toelichting
13	Wat is het percentage commissie (objecten/metingen die wel in het bestand zitten, maar er niet in horen) t.o.v. het totaal aantal objecten/metingen?	Percentage commissie IS laag	procentuele afwijking	5% commissie (voorstel)	meerwaardig	transitiebreedte en lidmaatschapsfunctie in overleg vast te stellen
14	Wat is het percentage omissie (objecten/metingen die er wel in horen, maar er niet in zitten) t.o.v. het totaal aantal objecten/metingen?	Percentage omissie IS laag	procentuele afwijking	5% omissie (voorstel)	meerwaardig	transitiebreedte en lidmaatschapsfunctie in overleg vast te stellen
15	Hebben alle verplichte attributen een waarde?	Waarde verplicht attribuut IS aanwezig	1: waarde verplicht attribuut is aanwezig 0: waarde verplicht attribuut is afwezig	n.v.t.	tweewaardig	Check op alle verplichte velden die het IMBRO regiem hebben (IMBRO/A is niet van toepassing)
Begrijpelijk						
16	Welke percentage van de data mag afwijken van de datadefinitie (bijvoorbeeld voorgeschreven waarden van attributen)?	Percentage data dat afwijkt van datadefinitie IS laag	procentuele afwijking	5% afwijking (voorstel)	meerwaardig	transitiebreedte en lidmaatschapsfunctie in overleg vast te stellen (overlap met de technische validatie)
Beschikbaar						
toetsvragen niet relevant omdat data in de BRO worden gepubliceerd volgens criteria ook vastgelegd in wettelijk traject						

Bijlage 4 Overzicht van validatieregels Grondwaterputten

In onderstaande tabel zijn de toetsvragen uit Tabel 4 kwaliteitscriteria grondwatermonitoringputten herschreven als validatieregels. De eerste kolom geeft de propositie. De tweede kolom geeft aan hoe de propositie op basis van een lidmaatschapsfunctie kan worden gekwantificeerd. De tekst in deze kolom heeft betrekking op de horizontale as van de lidmaatschapsfunctie. De laatste kolommen geven het type logica dat kan worden gebruikt (tweewaardig of meerwaardig) en, indien van toepassing, het bijbehorende kantelpunt. Het kantelpunt is gebaseerd op Tabel 4. De groene kleur in de eerste kolom geeft aan of deze regel eenvoudig is te implementeren (tweewaardige logica) en de oranje kleur geeft aan dat er sprake is van meerwaardige logica en dat het implementeren daarvan nog extra input met betrekking tot het kantelpunt en de transitietraject vraagt. De blauwe kleur geeft aan dat automatiseren niet mogelijk lijkt.

#	Toetsvraag	Propositie	Propositie wordt gekwantificeerd met:	Kantelpunt (cross-over point)	Type logica	Toelichting
Betrouwbaar						
1	Welk percentage van de attributen is juist? ¹³	Attribuut IS juist	Vast te stellen per attribuut	Vast te stellen per attribuut	Afhankelijk van attribuut meerwaardig of tweewaardig	
2	Is verticale positie buis ingemeten met waterpassing of RTK?	Verticale positie bovenkant buis IS gewaterpast OF verticale positie bovenkant buis IS bepaald met RTK	1. Bovenkant buis is gewaterpast of met RTK ingemeten 0: bovenkant buis is niet gewaterpast of met RKT ingemeten	n.v.t.	tweewaardig	

¹³ M.a.w.: is het acceptabel dat mogelijk niet alle kenmerken correct zijn?

#	Toetsvraag	Propositie	Propositie wordt gekwantificeerd met:	Kantelpunt (cross-over point)	Type logica	Toelichting
3	Is de horizontale positie buis ingemeten met RTK_GPS_0_2cm, RTK_GPS_2_5cm, RTK_GPS_5_10cm, of tachymetrie_0_10cm	XY-locatie IS ingemeten met RTK_GPS_0_2_cm OF XY-locatie IS ingemeten met RTK_GPS_2_5_cm OF XY-locatie IS ingemeten met RTK_GPS_5_10_cm OF XY-locatie IS ingemeten met tachymetrie_0_10_cm	1. XY-locatie is met gps of tachymetrie met nauwkeurigheid van ten minste 10 cm ingemeten 0: XY-locatie is niet met gps of tachymetrie met nauwkeurigheid van ten minste 10 cm ingemeten	n.v.t.	tweewaardig	
4	Is de put ingericht volgens de vereiste kwaliteits-norminrichting RWSgwmon?	Put IS ingericht volgens RWSgwmon (TRUE=1, FALSE=0)	1. Put is ingericht volgens RWSgwmon 0. Put is niet ingericht volgens RWSgwmon	n.v.t.	tweewaardig	
5	Is kousmateriaal aanwezig indien de grondsoort niet gelijk is aan gerijpte klei?	Kousmateriaal IS aanwezig OF Grondsoort is gerijpte klei	1: er zit een kous om de buis 0: er zit geen kous om de buis en de grondsoort bestaat niet uit gerijpte klei	n.v.t.	tweewaardig	
6	Is juiste buismateriaal en lijm gebruikt bij buis voor metingen aan de grondwatersamenstelling?	(Initiële functie IS Kwaliteit OF Initiële functie IS kwaliteitStand) EN lijm IS gespecificeerd EN (buismateriaal IS niet gelijk aan peHighDensity OF buismateriaal is niet gelijk aan PVC OF buismateriaal is niet gelijk aan Teflon)	1: bij buizen voor metingen aan de grondwatersamenstelling is juiste buismateriaal en lijm gebruikt 0: bij buizen voor metingen aan de grondwatersamenstelling is niet juiste buismateriaal en lijm gebruikt	n.v.t.	tweewaardig	

#	Toetsvraag	Propositie	Propositie wordt gekwantificeerd met:	Kantelpunt (cross-over point)	Type logica	Toelichting
7	Wijkt de buishoogte niet te veel af (valt buiten 0,5-1,5m) van de maaiveldhoogte?	Bovenkant buis IS hoog t.o.v. maaiveld OF Bovenkant buis IS laag t.o.v. maaiveld	Verschil tussen buis- en maaiveldhoogte	Kantelpunten resp. 1,50 m en -0,50 m, transitiebreedtes en lidmaatschapsfunctie nader te bepalen.	meerwaardig	
8	Verschillen bij meerdere filters de buishoogten meer dan 2 cm, en geeft buishoogte de relatieve diepte van het filter aan (hoe hoger, hoe ondieper)?	sorteer filters naar diepte: 1 is ondiepste, n is diepste FOR i=n...2 hoogte bovenkant buis filter n IS < (hoogte bovenkant buis filter n-1 - 2 cm) EN... etc.	1: buishoogten verschillen meer dan 2 cm en geven relatieve diepte filter aan (hoogste buis is ondiepste filter) 0: buishoogten verschillen niet meer dan 2 cm en/of geven relatieve diepte filter niet aan	n.v.t.	tweewaardig	
Bruikbaar						
9	Is het beoogde gebruik van de dataset beschreven?	Beoogd gebruik IS beschreven	1: beoogd gebruik is beschreven 0: beoogd gebruik is niet beschreven	n.v.t.	tweewaardig	
10	Zijn wijzigingen in de data binnen de vastgestelde periode doorgevoerd?	Wijziging in BRO IS op tijd aangebracht	1: datum wijziging in BRO <= 16 weken datum melding 0: datum wijziging in BRO > 16 weken datum melding	n.v.t.	tweewaardig	
11	Wat is het percentage commissie (objecten die wel in het bestand zitten, maar er niet in horen) t.o.v. het totaal aantal objecten?	Percentage commissie IS laag	procentuele afwijking	5% commissie (voorstel)	meerwaardig	transitiebreedte en lidmaatschapsfunctie in overleg vast te stellen
12	Wat is het percentage omissie (objecten die er wel in horen, maar er niet in zitten) t.o.v. het totaal aantal objecten?	Percentage omissie IS laag	procentuele afwijking	5% omissie (voorstel)	meerwaardig	transitiebreedte en lidmaatschapsfunctie in overleg vast te stellen
13	Hebben alle verplichte attributen een waarde?	Waarde verplicht attribuut IS aanwezig	1: waarde verplicht attribuut is aanwezig 0: waarde verplicht attribuut is afwezig	n.v.t.	tweewaardig	Check op alle verplichte velden die het IMBRO regiem hebben (IMBRO/A is niet van toepassing)
Begrijpelijk						
14	Is er een profielbeschrijving ter plaatse van de put gemaakt?	Profielbeschrijving IS aanwezig	1: profielbeschrijving is aanwezig 0: profielbeschrijving is niet aanwezig	n.v.t.	tweewaardig	Check op aanwezigheid bij de data

#	Toetsvraag	Propositie	Propositie wordt gekwantificeerd met:	Kantelpunt (cross-over point)	Type logica	Toelichting
15	Bevat die profielbeschrijving de informatie die noodzakelijk is om de data over de grondwatersamenstelling te kunnen interpreteren?	Profielbeschrijving IS opgesteld volgens norm/protocol/werkvoorschrift	1: profielbeschrijving is opgesteld volgens norm/protocol/werkvoorschrift 0: profielbeschrijving is niet opgesteld volgens norm/protocol/werkvoorschrift	n.v.t.	tweewaardig	De profielbeschrijving moet alle watervoerende en waterscheidende lagen tot de onderkant buis beschrijven. Zonder deze beschrijving is geen interpretatie van de metingen aan de grondwatersamenstelling mogelijk.
16	Is de filterdiepte bekend?	De filterdiepte IS bekend	1: filterdiepte is bekend 2: filterdiepte is niet bekend	n.v.t.	tweewaardig	(overlap met de technische validatie)
17	Bevindt het filter zich geheel in het freatische pakket of in een watervoerend pakket?	Bovenkant filter IS dieper dan bovenkant freatisch pakket EN onderkant filter IS ondieper dan onderkant freatisch pakket OF bovenkant filter IS dieper dan bovenkant WVP EN onderkant filter IS ondieper dan onderkant WVP	1: Filter bevindt zich geheel in het freatisch pakket of in een watervoerend pakket 0: filter bevindt zich niet geheel (of geheel niet) in het freatisch pakket of in een watervoerend pakket	n.v.t.	tweewaardig	
18	Is buis met filter onder een scheidende laag ter hoogte van deze laag aangevuld met bentoniet?	Bovenkant filter IS dieper dan bovenkant WVP EN aanvulmateriaal buis IS bentoniet	1: buis met filter onder scheidende laag is aangevuld met bentoniet 0: buis met filter onder scheidende laag is niet aangevuld met bentoniet	n.v.t.	tweewaardig	
19	Is er een situatieschets van de buislocatie?	Situatieschets van buislocatie IS aanwezig	1: er is een situatieschets van de buislocatie 0: er is geen situatieschets van de buislocatie	n.v.t.	tweewaardig	(kan alleen automatisch als deze digitaal bij de data wordt aangeleverd)
20	Situatieschets bevat informatie over slootafstand, drainage, beplanting, verharding en grondgebruik	Situatieschets IS gemaakt volgens norm/protocol/werkvoorschrift en bevat dus informatie over afstand tot sloten en drains, verharding, beplanting en grondgebruik	1: situatieschets bevat informatie over afstand tot sloten en drains, verharding, beplanting en grondgebruik; C40 0: situatieschets bevat geen informatie over afstand tot sloten en drains, verharding, beplanting en grondgebruik	n.v.t.	tweewaardig	
	Beschikbaar					
	toetsvragen niet relevant omdat data in de BRO worden gepubliceerd volgens criteria ook vastgelegd in wettelijk traject					

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2987
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2987
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

