



Analyse verdroging zeven TOP-gebieden in de provincie Utrecht

Bas van Delft, Martin Knotters, Kees Teuling



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Analyse verdroging zeven TOP-gebieden in de provincie Utrecht

Bas van Delft, Martin Knotters, Kees Teuling

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door provincie Utrecht (projectnummer 5200045487).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, oktober 2019

Gereviewd door:
Pieter Dijk, onderzoeker veldbodemkunde (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:
Mirjam Hack-ten Broeke, teamleider van Bodem, Water en Landgebruik

Rapport 2967
ISSN 1566-7197

Delft, Bas van, Martin Knotters en Kees Teuling, 2019. *Analyse verdroging zeven TOP-gebieden in de provincie Utrecht*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2967. 76 blz.; 19 fig.; 21 tab.; 18 ref.

Voor zeven TOP-gebieden in de provincie Utrecht is geanalyseerd in hoeverre deze voldoen aan de abiotische randvoorwaarden ten aanzien van grondwaterstand en grondwaterkwaliteit. Deze zogeheten doelrealisatie is vergeleken met die van 2013. Uit de analyse blijkt dat verdroging in meer of mindere mate is bestreden, maar dat zich ook te natte omstandigheden kunnen voordoen waardoor niet wordt voldaan aan de abiotische randvoorwaarden voor de nagestreefde doeltypen.

For seven TOP areas in the province of Utrecht an analysis was made of the extent to which these areas meet standards of water table depth and groundwater quality. This so called target realisation was compared with the situation in 2013. The results of the analysis indicated that desiccation has more or less been reduced. However, it has also been shown that conditions could have been created that are too wet to meet the abiotic standards for the nature types being pursued.

Trefwoorden: Verdroging, Monitoring, Stambuisregressie, MAION, Utrecht

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/505783> 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.

© 2019 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 commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- 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.

Inhoud

	Verantwoording	5
	Woord vooraf	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	15
	1.1 Ingrepen in terreinen	17
	1.2 Doeltypen	17
2	Voorspelling GxG met stambuisregressie	19
	2.1 Gegevens	19
	2.1.1 Stambuisgegevens	19
	2.1.2 Boorgatmetingen grondwaterstanden	19
	2.2 Stambuisregressie	19
	2.3 Resultaten stambuisregressie	20
	2.4 GxG's in gebieden	21
3	Bepaling grondwaterkwaliteit	22
	3.1 Gegevens	22
	3.1.1 Chemische analyse watermonsters	22
	3.1.2 Metingen in boorgaten	22
	3.2 Grondwatertypering monsters met MAION	24
	3.2.1 Verwantschappen met referentiewatertypen	24
	3.2.2 Theoretische mengverhouding	24
	3.2.3 Watertypen in grondwatermonsters	25
	3.3 Voorspelling watertype in boorgaten	26
	3.3.1 Afleiden model	26
4	Beoordeling hydrologie TOP-gebieden Utrecht 2018/2019	28
	4.1 Randvoorwaarden	28
	4.2 Beoordeling per gebied en hoofdstratum	30
5	Resultaten per gebied	34
	5.1 Armenland Ruwiel	34
	5.1.1 Kwantitatieve verdroging per stratum	34
	5.1.2 Kwalitatieve verdroging per stratum	35
	5.1.3 Conclusie	36
	5.2 De Bijleveld	37
	5.2.1 Kwantitatieve verdroging per stratum	37
	5.2.2 Kwalitatieve verdroging per stratum	37
	5.2.3 Conclusie	38
	5.3 Groot Zandbrink	39
	5.3.1 Kwantitatieve verdroging per stratum	39
	5.3.2 Kwalitatieve verdroging per stratum	39
	5.3.3 Conclusie	41
	5.4 Kamerikse Nessen	41
	5.4.1 Kwantitatieve verdroging per stratum	41
	5.4.2 Kwalitatieve verdroging per stratum	41
	5.4.3 Conclusie	43

5.5	De Meije	43
	5.5.1 Kwantitatieve verdroging per stratum	43
	5.5.2 Kwalitatieve verdroging per stratum	43
	5.5.3 Conclusie	45
5.6	Meeuwenkampje	45
	5.6.1 Kwantitatieve verdroging per stratum	45
	5.6.2 Kwalitatieve verdroging per stratum	45
	5.6.3 Conclusie	47
5.7	Schoolsteegse bosjes	47
	5.7.1 Kwantitatieve verdroging per stratum	47
	5.7.2 Kwalitatieve verdroging per stratum	48
	5.7.3 Conclusie	50
6	Discussie	51
	Literatuur	52
	Bijlage 1 Analyseresultaten watermonsters	53
	Bijlage 2 Verwantschappen met referentiemonsters	55
	Bijlage 3 Mengverhoudingen met Li_Ang	57
	Bijlage 4 Beoordeelde modellen waterkwaliteit	59
	Bijlage 5 Vergelijking veld- en labmetingen	60
	Bijlage 6 Regressiemodellen GxG	64
	Bijlage 7 GxG's op gerichte opnamelocaties	68

Verantwoording

Rapport: 2967

Projectnummer: 5200045487

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

Akkoord Referent die het heeft beoordeeld,

functie: onderzoeker veldbodemkunde

naam: Pieter Dijk

datum: 21 oktober 2019

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Mirjam Hack-ten Broeke

datum: 21 oktober 2019

Woord vooraf

Sinds erkend is dat verdroging een bedreiging is voor grondwaterafhankelijke natuur, worden maatregelen genomen om deze verdroging te bestrijden en natuur te herstellen. Om vast te stellen of deze maatregelen tot het gewenste resultaat leiden, wordt er gemonitord. Dit rapport doet verslag van de resultaten van dergelijke monitoring in een aantal natuurgebieden in de provincie Utrecht.

De auteurs zijn Janco van Gelderen en Julia Beukering van de provincie Utrecht erkentelijk voor deze opdracht en bedanken Carola Hesp van Haskoning DHV voor het leveren van grondwaterstandgegevens.

Wageningen, zomer 2019

Bas van Delft, Martin Knotters en Kees Teuling

Samenvatting

Inleiding

De provincie Utrecht wil voor zeven 'TOP-Gebieden Verdroging' weten in hoeverre de kwantitatieve en kwalitatieve hydrologische doelen, ontleend aan natuurdoelen, zijn bereikt: Schoolsteegse bosjes, Meeuwenkampje, De Schraallanden van de Meije, Kamerikse Nessen, Groot Zandbrink, Armenland Ruwel en De Bijveld. In 2013 is voor deze gebieden een stambuis-regressieanalyse uitgevoerd, met behulp van de grondwaterstandgegevens van peilbuizen (stambuizen) en gerichte opnames van grondwaterstanden in boorgaten.

In de zomer van 2018 en winter van 2019 zijn opnieuw boorgatmetingen uitgevoerd. Voor de zeven TOP-gebieden beschikten we over grondwaterstandreeksen met dagfrequentie van 48 peilbuislocaties en over gerichte opnames van grondwaterstand, pH en EC op 302 locaties in de zomer van 2018 en de winter van 2019. Daarnaast zijn in 30 van de 302 boorgaten zowel in de zomer van 2018 als in de winter van 2019 grondwatermonsters genomen en in het lab geanalyseerd.

Sinds 2013 zijn in de onderzochte terreinen een aantal herstelmaatregelen uitgevoerd die van invloed kunnen zijn op de hydrologische situatie. Voor zover bekend, zijn er meestal geen peilen opgezet en zal de grootste wijziging van de grondwaterstanddiepte in Meeuwenkampje te zien zijn, omdat het maaiveld in een behoorlijk deel van dit gebied is verlaagd.

De boorgatlocaties zijn geselecteerd met een gestratificeerde, enkelvoudig aselechte steekproef. Per boorgat wordt beoordeeld in hoeverre de grondwaterstanddiepte en waterkwaliteit voldoen aan de abiotische randvoorwaarden voor het betreffende doeltype, waarna per deelgebied (stratum) de oppervlaktefractie wordt berekend die voldoet aan de randvoorwaarden. Uit een vergelijking van de resultaten met die uit 2013 volgt het effect van de maatregelen op de mate waarin aan de abiotische randvoorwaarden wordt voldaan.

Voorspelling GxG met stambuisregressie

De grondwaterstanddiepte is gekarakteriseerd met een Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en een Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), hier samengevat als GxG. Een stambuis-regressiemodel beschrijft de relatie tussen de GVG of GLG op een bepaalde locatie en de grondwaterstand die op een bepaald tijdstip op die locatie optreedt. Het stambuisregressiemodel wordt gefit op GxG's van stambuislocaties en de grondwaterstanden die op een bepaald moment op die stambuislocaties zijn gemeten. Het model wordt vervolgens toegepast om uit grondwaterstanden die tezelfdertijd in boorgaten zijn gemeten, GxG's te voorspellen. Hierbij wordt hydrologische homogeniteit verondersteld, dat wil zeggen dat de grondwaterstand op alle locaties op hetzelfde moment het GxG-niveau bereikt. Een aantal stambuisregressiemodellen voor de GVG en de GLG heeft voor een aantal gebieden een lage nauwkeurigheid (GVG: Groot Zandbrink, Meeuwenkampje en Schoolsteegse bosjes; GLG: Groot Zandbrink en Schoolsteegse Bosjes). Bij andere gebieden is de nauwkeurigheid weliswaar hoog, maar het aantal waarnemingen laag, waardoor sprake kan zijn van een 'gelegenheidsfit': het model past weliswaar goed bij de – weinige – waarnemingen, maar heeft geen algemenere voorspelkracht.

Bepaling grondwaterkwaliteit

In dertig boorgaten zijn op twee momenten grondwatermonsters genomen die door Eurofins Omegam zijn geanalyseerd op onder meer EC, pH, Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄ en HCO₃, wat van belang is voor de beoordeling van de grondwatertypen met het model MAION. Per watermonster is op basis van EC, pH en de concentratie macro-ionen de ionenbalans, ionenratio (IR) en de theoretische EC (ECC) berekend. Vervolgens is ook het percentage berekend waarmee de gemeten EC afwijkt van ECC. Dit percentage wordt dEC genoemd.

In de 302 boorgaten zijn tijdens de gerichte opnames van grondwaterstanden in zomer 2018 en winter 2019 de pH en de EC gemeten. Als een boorgat droogstond, kon niet worden gemeten en dus ook geen beoordeling van de waterkwaliteit worden gegeven. Dit is echter waarschijnlijk geen probleem, omdat bij een diepe grondwaterstand ofwel het doeltype niet kwelafhankelijk is, ofwel deze groeiplaats ook in kwantitatieve zin als verdroogd beoordeeld moet worden. Bij een deel van punten is in het veld een lagere EC gemeten dan het lab, vooral in De Bijleveld en het Meeuwenkampje. In het laboratorium is een bredere range aan pH-waarden gemeten dan in het veld. Ook lijken er wel verschillen te zijn tussen terreinen. In de meeste gebieden zijn veel veldmetingen van pH hoger dan in het laboratorium.

De waterkwaliteit is beoordeeld aan de hand van de similariteit (verwantschap) van de watermonsters met referentiemonsters van regenwater (Atmotroof = Atm), grondwater (Lithotroof = Li_Ang of Li_Du) en zeewater (Thallasotroof = Thxx) berekend met het model MAION. Tevens is een referentietype V_AtM toegevoegd, waarmee verontreinigd regenwater (onder bos) wordt aangeduid. De verwantschap van de watermonsters met referentiewatertypen wordt uitgedrukt in procenten. In werkelijkheid zal er altijd sprake zijn van een menging van bijvoorbeeld gebufferd grondwater met een aandeel regenwater of verontreiniging door landbouwinvoer. Na een vervolgbewerking kan de verhouding worden geschat waarin referentiewatertypen gemengd zouden moeten worden om een samenstelling te krijgen zoals in het watermonster gevonden wordt. De mengverhouding van referentiewatertypen waaruit het gevonden water samengesteld kan zijn, geeft een indruk van de mate waarin neerslagwater en landbouw bijdragen.

Alle monsters in de zone 'Basenrijk grondwater', o.a. uit Kamerikse Nessen, bestaan uit water met een aandeel van >60% hard grondwater (Li_Ang), maar ook een belangrijk aandeel Rijnwater (Rh). Voor Groot-Zandbrink lijkt een gradiënt zichtbaar van 'Matig basenrijk grondwater', via 'Basenarm' naar 'Regenwater', waarbij binnen de zone 'Regenwater' de verwantschap met Atm van boven naar onder toeneemt, waarbij mogelijk ook een aandeel V_AtM toeneemt.

Omdat in de boorgaten pH en EC gemeten zijn en in een deel van de boorgaten door middel van watermonsters ook de verwantschappen met referentiewatertypen zijn berekend, is het mogelijk op basis van een regressiemodel een indruk te krijgen van het aandeel gerijpt grondwater in de boorgaten (gerijpt grondwater heeft een lange verblijftijd in de bodem gehad). Twee modellen konden worden afgeleid om de verwantschappen met respectievelijk gerijpt grondwater (Li_Ang) en zeewater (Thxx) te voorspellen uit de per boorgat beschikbare gegevens. Daarbij gebruikten we 'Mixed effect models'. Met een variantieanalyse (ANOVA) kan steeds vergeleken worden of een model een betere verklaring geeft voor de variatie in verwantschappen dan een ander model op basis van minder variabelen. Op basis van de geselecteerde modellen hebben wij per boorgat de verwantschap met de referentiewatertypen Li_Ang en Thxx voorspeld en beoordeeld of hiermee aan de abiotische randvoorwaarden voor waterkwaliteit voldaan wordt. Voor beide verwantschappen kon een model afgeleid worden op basis van de monsters met een afwijking tussen gemeten en berekende EC (dEC) kleiner dan 20%. Voor de verwantschap met Li_Ang blijken de pH en GLG de beste voorspellers waarbij een hogere pH een grotere verwantschap aangeeft en een diepere GLG een kleinere verwantschap: natte groeiplaatsen met een hoge pH hebben een grotere verwantschap met grondwater dan drogere groeiplaatsen met een lagere pH. Voor de verwantschap met zeewater (en daarmee met Rijnwater) is in de eerste plaats de EC bepalend, waarbij een hogere EC, als gevolg van een grotere concentratie ionen, wijst op een hogere verwantschap met zeewater. Bij de 'Hogere zandgronden' (Hz) is de verwantschap bij gelijke EC relatief lager dan in de beide andere Fysisch-Geografische regio's. Voor Laagveengebieden (LV) neemt deze toe met 11,5% ten opzichte van Hz en in het Rivierengebied (Ri) met 16%.

Beoordeling hydrologie TOP-gebieden Utrecht 2018/2019

Om vast te stellen of een groeiplaats geschikt is voor een bepaald doeltype worden standplaatseigenschappen getoetst aan abiotische randvoorwaarden. Deze zijn ontleend aan de database 'Hydrologische randvoorwaarden voor natuur', voor o.a. GVG, GLG, droogtestress, zuurgraad en het voorkomen van kwel. In dit onderzoek worden de standplaatseigenschappen binnen de strata getoetst voor GVG, GLG en het voorkomen van kwel. Toetsing van droogtestress is niet mogelijk, omdat de benodigde informatie niet in het juiste detailniveau voorhanden is. De zuurgraad die in de

boorgaten gemeten is, is niet rechtstreeks te gebruiken voor de toetsing omdat dit grondwater betreft, terwijl de pH in de hydrologische randvoorwaarden de pH van de bodem is.

Wij toetsen het voorkomen van kwel aan de waterkwaliteit van het bovenste freatische grondwater. Strikt genomen moet daarbij ook de vraag beantwoord worden of water van de juiste kwaliteit ook effect heeft in de wortelzone (via capillaire opstijging). Bij diepere grondwaterstanden kan de waterkwaliteit goed zijn en de bovengrond toch verzuren. Omdat ook de GVG en GLG apart getoetst worden, gaan wij ervan uit dat als deze voldoen, het water ook hoog genoeg in het profiel kan komen.

Voor de waterkwaliteit geven de Hydrologische Randvoorwaarden Natuur (Versie 3) geen expliciete randvoorwaarden. Algemeen wordt aangegeven of een vegetatietype afhankelijk is van grondwater en welk type grondwater ideaal is. Op basis hiervan en op basis van expertkennis hebben wij beoordeeld welke watertypen als optimaal beschouwd moeten worden en welke watertypen tot suboptimale of ongeschikte groeiplaatseigenschappen leiden.

Beoordeling per gebied

Armenland-Ruwiel (doeltype 16Aa1b blauwgrasland, typische subassociatie)

Tussen 2013 en 2019 is het oppervlaktepercentage dat voldoet aan de randvoorwaarde voor GVG toegenomen van 40 naar 45% bij het strenge criterium en van 62 naar 82% bij het minder strenge criterium. Er is dus verbetering, zeker als bedacht wordt dat het deel dat in 2013 niet geschikt was, te droog was en er nu juist aan de natte kant wat suboptimale omstandigheden optreden. De waterkwaliteit geeft een wisselend beeld. In de watermonsters van de zomer van 2018 wordt een te basenrijk watertype aangetroffen met enige beïnvloeding van rivierwater, terwijl in de winter van 2019 het watertype juist meer regenwaterachtig is. Deze verschillen vallen weg in de watertypen die voor de boorgaten zijn voorspeld, waardoor volgens het strenge criterium sprake is van beperkte doelrealisatie: 40 à 50% voldoet aan het optimale watertype, terwijl de rest aan de suboptimaal-basenrijke kant is. Bij het minder strenge criterium voldoen alle boorgaten aan de randvoorwaarden. Volgens het strenge criterium is Armenland Ruwiel iets aan de natte kant met relatief basenrijk water, bij het minder strenge criterium is de doelrealisatie in het gebied uitstekend. Sinds 2013 is er een lichte verbetering opgetreden.

De Bijleveld (doeltype hoofdstratum 1: 9Ba5 associatie van bonte paardenstaart en moeraswespenorchis; doeltype hoofdstratum 2: 43Aa5 vogelkers-essenbos)

De resultaten van de stambuisregressie geven aan dat in een deel de GVG en GLG ondieper zijn geworden, al is vooral de GLG ook in een deel dieper te komen liggen. De GVG voldoet in 2019 enigszins beter aan de randvoorwaarden voor het doeltype dan in 2013, terwijl bij de GLG een lichte teruggang is waar te nemen. Hierbij moeten echter de onzekerheidsmarges in acht worden genomen. In hoofdstratum 2 passen de grondwaterstanden, maar vooral ook het watertype, niet goed bij de randvoorwaarden voor het doeltype. Hier zou een ander doeltype, zoals 39Aa2 (Elzenzegge-elzenbroek), wellicht beter passen.

Groot Zandbrink (doeltype hoofdstratum 1: 11Aa2 associatie van gewone dophei; doeltype hoofdstratum 2: 16Aa1d blauwgrasland, subassociatie met parnassia)

De uitgebreide maatregelen hebben een zekere verbetering opgeleverd voor het areaal dat voldoet aan de randvoorwaarden voor de GVG voor de doeltypen, maar de doelrealisatie is nog zeer slecht tot slecht volgens het strenge criterium en slecht tot matig bij het minder strenge criterium. De waterkwaliteit voor vochtige heide (11Aa2) in hoofdstratum 1 voldoet matig tot zeer goed aan de randvoorwaarden, omdat het een sterk regenwaterachtig karakter heeft. Voor hoofdstratum 2 vraagt het doeltype 16Aa1d een veel basenrijker watertype, dat in de winter niet aanwezig is. Dat is goed te verklaren uit de relatief grote bergingscapaciteit voor regenwater in de bodem en de maatregelen die erg gericht zijn op conservering van (regen)water. Het meer gebufferde watertype dat in de zomer aanwezig is zal, gezien de relatief diepe GLG's, weinig invloed hebben in de wortelzone. Interne maatregelen kunnen bijdragen aan het verhogen van grondwaterstanden, maar het conserveren van regenwater leidt tot verzuring. Externe maatregelen om de drainagebasis te verhogen, kunnen positief uitwerken.

Kamerikse Nessen (doeltype 9Aa3 associatie van moerasstruisgras en zompzegge)

De grondwaterstanden voldoen uitstekend voor het doeltype en lijken zelfs wat verbeterd ten opzichte van 2013. Het watertype is echter veel te basenrijk voor doeltype 9Aa3. Het lijkt daarom logisch om hier andere doeltypen te hanteren, zoals 16Aa1d of 16Ab4, waarvoor de randvoorwaarden voor grondwaterstanden vergelijkbaar zijn.

Meije (doeltype 16Aa1b blauwgrasland, typische subassociatie)

De GVG's voldoen over het algemeen uitstekend voor het doeltype, maar het watertype is in een aantal gevallen te basenrijk. Daarmee is het terrein eerder geschikt voor de andere subassociatie van het blauwgrasland: 16Aa1d.

Meeuwenkampje (doeltype hoofdstrata 1 en 2: 16Aa1b blauwgrasland, typische subassociatie; doeltype hoofdstratum 3: 16Aa1d blauwgrasland, subassociatie met parnassia)

Wat betreft de GVG is de doelrealisatie zeer slecht tot slecht en sinds 2013 heeft in hoofdstratum 1 en 3 verdere verdroging plaatsgevonden. In hoofdstratum 2 is wel enige verbetering opgetreden, waarschijnlijk als gevolg van de maatregelen, maar is de doelrealisatie nog steeds zeer slecht. De waterkwaliteit voldoet over het algemeen goed tot zeer goed, maar door de te diepe grondwaterstanden zal dit (zeker in de zomer) niet altijd tot in de wortelzone doordringen.

Schoolsteegse bosjes (doeltype hoofdstrata 1 en 3: 39Aa2 elzenzegge-elzenbroek; doeltype hoofdstratum 2: 16Ab4 associatie van boterbloemen en waterkruiskruid; hoofdstratum 4: 43Aa5 vogelkers-essenbos)

Het gebied is sterk verdroogd, zowel voor de GVG als de GLG. Alleen in hoofdstratum 4 is de diepe GLG geen probleem, omdat de randvoorwaarden voor doeltype 43Aa5 eenzijdig begrensd zijn en er geen maximale diepte is gegeven. De waterkwaliteit is alleen toereikend als het minder strenge criterium gehanteerd wordt. Zolang de grondwaterstanden niet toereikend zijn voor de doeltypen in hoofdstratum 1, 2 en 3, is de waterkwaliteit echter van ondergeschikt belang, omdat óók bij voldoende waterkwaliteit de invloed van dit watertype in de wortelzone zeer beperkt zal zijn. Voor hoofdstratum 4 speelt dit minder, omdat het water hier juist te basenrijk is. Als ondiepere grondwaterstanden (vooral GVG) gerealiseerd kunnen worden, zou dat wel een rol kunnen gaan spelen en ligt een ander doeltype wellicht meer voor de hand.

Discussie

Het doel van dit onderzoek is het vaststellen van de mate van verdroging in zeven TOP-gebieden in Utrecht en deze te vergelijken met de situatie in 2013. Als indicatoren voor kwantitatieve verdroging (grondwaterstand) zijn GVG en GLG gebruikt. Het watertype is gebruikt als indicator voor kwalitatieve verdroging (waterkwaliteit). Naarmate een hoger oppervlaktepercentage voldoet aan de criteria is de doelrealisatie beter. Het niet voldoen aan de doelrealisatie kan twee redenen hebben:

1. Het gebied is verdroogd, de grondwaterstanden (GVG en GLG) zijn te diep voor het doeltype en/of de waterkwaliteit is te basenarm;
2. Het gebied is vernat, de grondwaterstanden zijn te ondiep en/of de waterkwaliteit te basenrijk.

In een aantal gevallen is de conclusie dan dat wellicht een ander doeltype, dat aangepast is aan nattere en/of meer basenrijke omstandigheden, meer op zijn plaats is. Vaak worden deze doeltypen ook hoger gewaardeerd, omdat dergelijke standplaatsen zeldzaam geworden zijn.

De beoordeling van de waterkwaliteit vindt plaats op twee momenten in het jaar, maar de gehanteerde criteria maken niet per se onderscheid tussen de seizoenen. Daardoor kan op een locatie in de zomer een optimaal watertype worden gevonden, dat in de winter echter suboptimaal of ongeschikt is. Dat wil niet altijd zeggen dat daarmee de waterkwaliteit als geheel niet voldoet.

Voor de huidige meetset is het belangrijk om te beseffen dat de waterkwaliteit beoordeeld is aan het eind van een droge hete zomer en in een winter waar minder aanvulling van het grondwater heeft plaatsgevonden dan normaal. In tegenstelling tot de berekening van de GxG's, waarbij wel sprake is van correctie voor het weer, is dat bij waterkwaliteit niet het geval. De droge zomer kan op drie manieren van invloed zijn op de waterkwaliteit:

1. Door het uitblijven van neerslag vindt in bodems met voldoende bergingscapaciteit geen infiltratie van neerslagwater en verdunning van het grondwater plaats, waardoor het water mogelijk een meer lithotroof karakter zal hebben;
2. Omdat de verdamping hoog is, zal het bovenste grondwater 'indikken', waardoor de ionconcentraties toenemen en het lithotrofe karakter versterkt kan worden, maar ook de verwantschap met Rijnwater versterkt kan worden;
3. In de laaggelegen gebieden in het Laagveengebied en Rivierengebied zal door waterinlaat en rivierkwel de invloed van Rijnwater of brak grondwater in een droge zomer toenemen.

1 Inleiding

De provincie Utrecht wil voor zeven 'TOP-Gebieden Verdroging' analyseren in hoeverre de hydrologische doelen (kwantiteit en kwaliteit), die zijn ontleend aan vastgestelde natuurdoelen, zijn bereikt. Het gaat om: Schoolsteegse bosjes, Meeuwenkampje, De (Schraallanden van de) Meije, Kamerikse Nessen, Groot Zandbrink, Armenland Ruwiel en De Bijleveld (zie Tabel 1).

Provincie Utrecht is in twaalf TOP-gebieden Verdroging tussen 2011 en 2013 gestart met meten van de grondwaterstand met automatische drukopnemers in peilbuizen met ondiepe filters, waarin de freatische grondwaterstand wordt gemeten. In 2013 is voor deze gebieden een stambuis-regressieonderzoek uitgevoerd en gerapporteerd door het toenmalige Alterra (Knotters et al., 2014), thans Wageningen Environmental Research (WENR). In de zomer van 2018 en winter van 2019 zijn extra veldmetingen uitgevoerd in de genoemde zeven TOP-gebieden. In dit rapport zijn daarom alleen de grondwaterstanden en de waterkwaliteit van deze zeven gebieden geanalyseerd.

Tabel 1 Overzicht van de gebieden waarin met een X in de kolom 2019 een vergelijking is gemaakt tussen de twee meetmomenten van 2013 en 2019. De overige gebieden zijn alleen in 2013 beoordeeld.

Naam gebied	Afkorting	2019
Armenland Ruwiel	AR	X
Botshol	BS	
De Bijleveld	BV	X
De Meije	ME	X
Groot Zandbrink	GZ	X
Hel / Blauwe Hel	BH	
Kamerikse Nessen	KN	X
Kolland	KL	
Meeuwenkampje	MK	X
Overlangbroek	OB	
Schoolsteegse Bosjes	SB	X

Voor de analyse beschikten we in deze zeven TOP-bieden over de gegevens van vaste peilbuizen op 48 locaties, de zogeheten stambuizen, waar dagelijks de grondwaterstand is gemeten. In de zomer van 2018 en de winter van 2019 zijn op 302 gelote locaties gerichte opnames van de grondwaterstanden en waterkwaliteit in open boorgaten uitgevoerd, om voor deze gebieden een vlakdekkende beoordeling van de verdrogingssituatie te kunnen uitvoeren (d.m.v. stambuisregressie en steekproeftheorie). In beide meetronden zijn zowel de grondwaterstanden als de grondwaterkwaliteit (veldmeting pH en EC) gemeten.

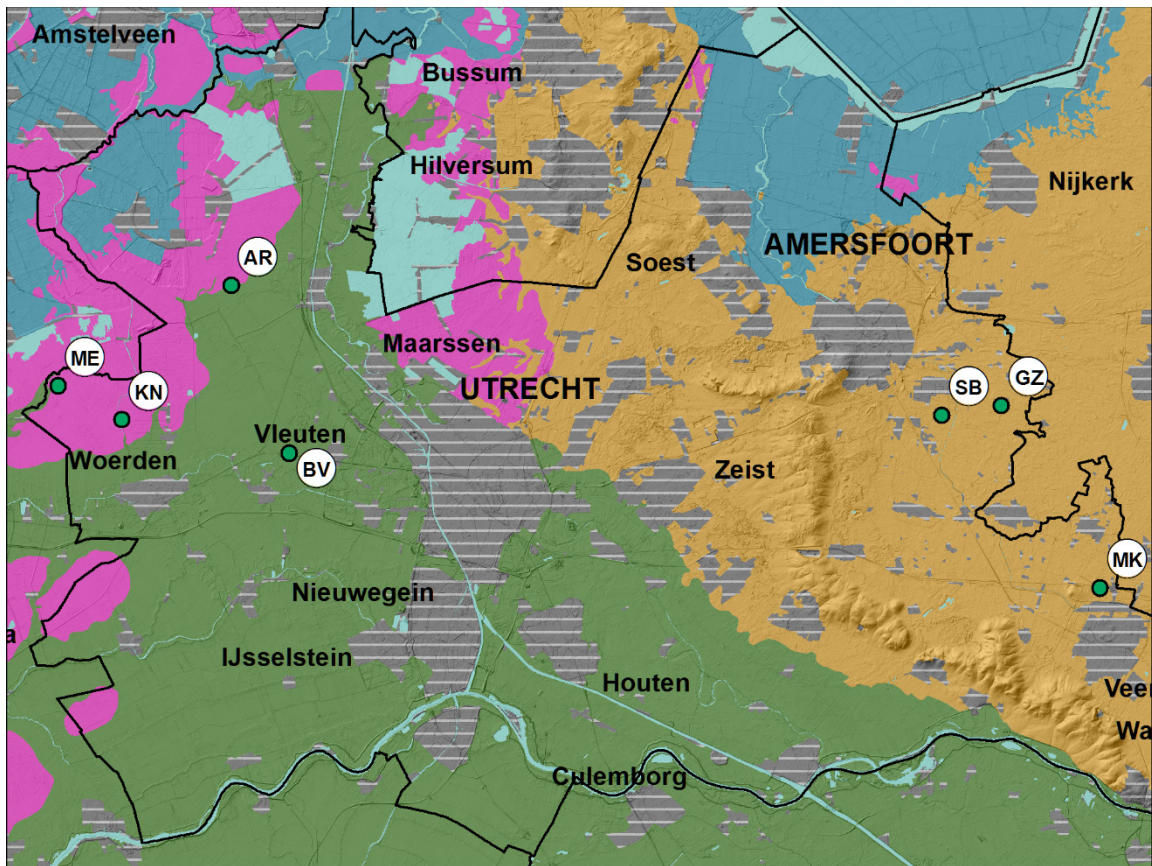
Bij 30 van de in totaal 302 boorgaten is aanvullend op de veldmeting van PH en EC zowel in de zomer van 2018 als de winter van 2019 een grondwatermonster genomen en geanalyseerd in het lab. In Bijlage 1 staan de gemeten parameters en de daaruit berekende afgeleide parameters. De provincie Utrecht wil op basis van de beschikbare meetgegevens voor deze zeven gebieden de kwantitatieve en kwalitatieve verdroging vaststellen en tevens de ontwikkeling van de kwantiteit t.o.v. de situatie in 2013. In dit rapport doen wij daar verslag van.

Verdroogd of vernat?

Bij de beoordeling van de verdrogingssituatie wordt beoordeeld in hoeverre de grondwaterstanden en de waterkwaliteit voldoen aan de abiotische randvoorwaarden die gelden voor de doeltypen. Als daar niet of niet helemaal aan voldaan wordt, kan dat twee redenen hebben:

1. De grondwaterstanden zijn te diep en/of het watertype is te zuur/regenwaterachtig;
2. De grondwaterstanden zijn te ondiep en/of het watertype is te basisch.

In beide situaties wordt niet voldaan aan de randvoorwaarden. In het eerste geval is sprake van verdroging, in het tweede geval is sprake van vernatting. Omdat in de beoordeling van de verdrogings situatie gekeken wordt naar het oppervlaktepercentage dat wel of niet voldoet aan de randvoorwaarden, spreken wij in dit rapport niet over de mate van verdroging, maar over de mate waarin aan de randvoorwaarden voldaan wordt.



Legenda

● Gebieden	Lv Laagveengebieden	W Water
FG-regio's	Ri Rivierengebied	Be Bebouwing en niet beoordeeld
Hz Hogere zandgronden	Zk Zeekleigebied	

Figuur 1 Ligging van de natuurgebieden binnen de Fysisch-Geografische regio's (Van Delft et al., 2015). ME: Meije, KN: Kamerikse Nessen, AR: Armenland-Ruwiel, BV: Bijleveld, SG: Schoolsteegbosjes, GZ: Groot Zandbrink, MK: Meeuwenkampje.

Figuur 1 geeft de ligging van de Topgebieden weer, tegen de achtergrond van Fysisch-Geografische regio's volgens De Landschapsleutel (Van Delft et al., 2015). Dit geeft een eerste indruk van de landschapsecologische positie van de terreinen en kan behulpzaam zijn bij het interpreteren van de resultaten. Binnen de Hogere zandgronden liggen de TOP-gebieden in de lagere delen, vooral binnen de lagere delen van de Fysisch-Geografische secties 'Dekzandgebieden' (HZD) en 'Beekdalen' (HzB), maar ze liggen wel hoger dan de laagveengebieden en het rivierengebied.

Groot Zandbrink, Meeuwenkampje en Schoolsteegse bosjes liggen in de hogere zandgronden in de Gelderse Vallei, Meeuwenkampje tegen de flank van Emminkhuizerberg. Binnen de Hogere zandgronden wordt de grondwaterkwaliteit doorgaans bepaald door invloed van kwelwater (lithotroof grondwater) en regenwater, waarbij ook beïnvloeding door uitspoeling van mest of stikstofdepositie kan optreden. De Bijleveld ligt in het Rivierengebied, niet ver van de Oude Rijn. Ook Armenland Ruwiel ligt nog in het Rivierengebied, maar op de overgang naar het Laagveengebied. Kamerikse Nessen en De Meije liggen in het Laagveengebied tussen Rivierengebied en Zeekleigebied. In de

lagergelegen Fysisch-Geografische regio's (Rivierengebied en Laagveengebieden) kan de samenstelling van het grondwater ook bepaald zijn door kwel vanaf de hogere zandgronden in de buurt, maar kan ook rivierwater van invloed zijn op de waterkwaliteit: hetzij door rivierkwel, hetzij door inlaat in droge perioden, zoals de zomer van 2018. Afgezien van de inlaat van rivierwater in de lagergelegen gebieden kan in droge zomers als die van 2018 (en 2019) de waterkwaliteit beïnvloed worden door indikking als gevolg van verdamping en het uitblijven van verdunning door neerslagberging.

1.1 Ingrepen in terreinen

Sinds 2013 zijn in de onderzochte terreinen een aantal herstelmaatregelen uitgevoerd die van invloed kunnen zijn op de hydrologische situatie (opgave opdrachtgever):

- Armenland Ruwiel: Ten zuidwesten van het natuurterrein is 3,65 ha grond aangekocht als hydrologische buffer en als uitbreiding van het areaal schraalland. Hier is een natuurpeil ingesteld. Daarnaast vindt herfstinundatie met slootwater plaats. Daarvoor is in een aangrenzend (particulier) natuurterrein een lange aanvoerweg (slingersloot) gemaakt om het inundatiewater te kunnen zuiveren. Er zijn geen verdere maatregelen meer gepland.
- De Bijleveld: Er is een barrière gemaakt om te voorkomen dat gebiedsvreemd water het gebied in kan. Er zijn geen verdere maatregelen meer gepland.
- Groot Zandbrink: Bijna al het bos is gekapt om de verdamping te verminderen. Waar het bos is gekapt, is geplagd voor uitbreiding van blauwgraslandvegetaties en droge heide. Twee aangrenzende percelen bos zijn omgevormd naar hakhout met overstaanders, eveneens om de verdamping te beperken. De aangrenzende hoge akker is natuurakker geworden zonder mest om uitspoeling naar GZ te voorkomen. Interne sloten zijn gedempt. Er zijn twee stuwen geplaatst om het peil te verhogen. Twee aangrenzende landbouwpercelen zijn omgevormd naar natuurlijk grasland zonder bemesting om peilopzet in de randsloot mogelijk te maken. Deze peilopzet/verondieping van de westelijke en noordelijke randsloot heeft nog niet plaatsgevonden.
- Kamerikse Nessen: Geen maatregelen uitgevoerd. De enige voorgenomen maatregel was het verbeteren van de waterkwaliteit van de Grecht om daarmee te kunnen inunderen. Dat is een zaak van lange adem.
- De Meije: Er is onderzoek gedaan naar herfstinundatie. Tijdens dat onderzoek bleken de peilen niet correct ingesteld voor blauwgrasland. Dit is begin 2018 gecorrigeerd. Er heeft (nog) geen herfstinundatie plaatsgevonden. Recentelijk is het aangrenzende perceel landbouwgrond aangekocht.
- Meeuwenkampje: In het deel ten zuiden van het spoor is, grenzend aan het bestaande reservaat, een groot gedeelte verlaagd door afgraven. Hier zijn de sloten verondiept en is een natuurpeil ingesteld. Er zijn geen verdere maatregelen meer gepland.
- Schoolsteegse bosjes: Enkele interne slootjes zijn hersteld met het oog op oppervlakkige afvoer van regenwater. De Hamersveldse wetering is, waar deze door de Schoolsteegbosjes loopt, verondiept. Er is een stuw geplaatst om peilopzet mogelijk te maken. Er zijn geen verdere maatregelen meer gepland.

Waarschijnlijk zal de grootste wijziging van grondwaterstand t.o.v. maaiveld in Meeuwenkampje te zien zijn, omdat daar het maaiveld in een behoorlijk deel van gebied is verlaagd.

1.2 Doeltypen

De terreinen zijn opgedeeld in hoofdstrata met verschillende doeltypen (Tabel 2). Per boogkat wordt beoordeeld in hoeverre de GxG's en waterkwaliteit voldoen aan de abiotische randvoorwaarden voor die doeltypen, waarna per stratum kan worden beoordeeld welk deel voldoet aan de randvoorwaarden.

Tabel 2 Doeltypen per hoofdstratum.

Code	Terrein	Hoofdstratum	Doeltype
AR	Armenland Ruwiel	1	16Aa1b blauwgrasland, typische subass
BV	De Bijleveld	1	9Ba5 ass van bonte paardenstaart en moeraswespenorchis
		2	43Aa5 vogelkers-essenbos
GZ	Groot Zandbrink	1	11Aa2 ass van gewone dophei
		2	16Aa1d blauwgrasland, subass met parnassia
ME	De Meije	1	16Aa1b blauwgrasland, typische subass
MK	Meeuwenkampje	1	16Aa1b blauwgrasland, typische subass
		2	16Aa1b blauwgrasland, typische subass
		3	16Aa1d blauwgrasland, subass met parnassia
KN	Kamerikse Nessen	1	9Aa3 ass van moerasstruisgras en zompzegge
SB	Schoolsteegse Bosjes	1	39Aa2 elzenzegge-elzenbroek
		2	16Ab4 ass van boterbloemen en waterkruiskruid
		3	39Aa2 elzenzegge-elzenbroek
		4	43Aa5 vogelkers-essenbos

2 Voorspelling GxG met stambuisregressie

2.1 Gegevens

2.1.1 Stambuisgegevens

Voor de analyse beschikten we over de gegevens van freatische filters op 48 locaties, de zogeheten stambuizen. Voor deze locaties zijn in 2013 door Van Winsen (2013) GHG's, GVG's en GLG's berekend, samengevat als GxG. Ritzema et al. (2012) geven de volgende definitie hiervan: de GxG is het gemiddelde van de xG3 (HG3, LG3 VG3) over een periode van 30 jaar onder gegeven klimatologische en waterhuishoudkundige omstandigheden.

- De HG3 is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) bij een meetfrequentie van tweemaal per maand (rond de 14^e en 28^e);
- De LG3 is het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) bij een meetfrequentie van tweemaal per maand (rond de 14^e en 28^e);
- De VG3 is het gemiddelde van de grondwaterstanden op 14 maart, 28 maart en 14 april in een bepaald kalenderjaar.

Omdat ter plekke van de stambuislocaties sinds 2013 geen ingrepen in de waterhuishouding zijn geweest, kunnen deze GxG's ook nu worden gebruikt in de stambuisregressie. Ook voor enkele locaties waar het maaiveld rond de stambuis is verlaagd, kan worden uitgegaan van GxG's ten opzichte van het maaiveld in 2013. Afwijkingen in GxG op gerichte opnamelocaties ten opzichte van 2013 kunnen dan worden toegeschreven aan maatregelen die in de TOP-gebieden zijn genomen. Verstremgeling met verschillen in GxG-berekening voor de stambuislocaties treedt dan niet op. Het voorkómen van dergelijke verstremgeling is belangrijk, omdat dit onderzoek is gericht op het kwantificeren van de effecten van maatregelen die sinds 2013 zijn genomen in TOP-gebieden.

De grondwaterstanden in de stambuizen worden gemeten met automatische drukopnemers. Deze metingen worden regelmatig geïjkt met behulp van handmatige metingen. Ten tijde van de gerichte opnames is in diverse stambuizen de grondwaterstand ook handmatig gemeten.

2.1.2 Boorgatmetingen grondwaterstanden

In de zomer van 2018 en de winter van 2019 heeft een gerichte opname van de grondwaterstand plaatsgevonden in 302 boorgaten op locaties die ook in 2013 zijn bemeaten. Dit betrof grondwaterstanden rond respectievelijk het niveau van GLG en GHG/GVG. Met behulp van stambuisregressie kan uit deze metingen een GLG of een GHG/GVG voor een stambuislocatie worden berekend, zie paragraaf 2.2.

2.2 Stambuisregressie

Een stambuisregressiemodel beschrijft de relatie tussen de GxG op een bepaalde locatie en de grondwaterstand die op een bepaald tijdstip op die locatie optreedt. Het stambuisregressiemodel wordt gefit op GxG's van stambuislocaties en de grondwaterstanden die op een bepaald moment op die stambuislocaties zijn gemeten. Het model wordt vervolgens toegepast om uit grondwaterstanden die tezelfdertijd in boorgaten zijn gemeten, GxG's te voorspellen. Hierbij wordt hydrologische homogeniteit verondersteld, dat wil zeggen dat de grondwaterstand op alle locaties op hetzelfde moment het GxG-niveau bereikt.

Voor elk van de zeven TOP-gebieden kalibreerden we opnieuw de stambuisregressiemodellen, met standen t.o.v. maaiveld. De stambuisregressiemodellen hebben de volgende, algemene vorm:

$$y = b_0 + b_1x + \epsilon,$$

waarin y de GxG voor een stambuislocatie is, x de stand is in de stambuis rond GxG-tijdstip en ϵ het niet-verklaarde deel of residu is, dat wordt verondersteld onafhankelijk te zijn en normaal verdeeld met gemiddelde 0 en constante standaardafwijking $\hat{\sigma}_\epsilon$. b_0 en b_1 zijn de coëfficiënten van het lineaire regressiemodel, respectievelijk het intercept en de helling van de lijn. Te Riele en Brus (1991) beschrijven de methode van stambuisregressie in detail.

2.3 Resultaten stambuisregressie

Tabel 3 en 4 geven de stambuisregressiemodellen voor resp. de GVG en de GLG. Het percentage verklaarde variantie dat deze tabellen vermeldt, is een relatieve maat voor de nauwkeurigheid, terwijl de residuele standaardafwijking een absolute maat voor de nauwkeurigheid is. Merk op dat voor een aantal gebieden de nauwkeurigheid van de modellen laag is (GVG: Groot Zandbrink, Meeuwenkampje en Schoolsteegse bosjes; GLG: Groot Zandbrink en Schoolsteegse Bosjes). In andere gebieden is de nauwkeurigheid weliswaar hoog, maar het aantal waarnemingen laag, waardoor sprake kan zijn van een 'gelegenhidsfit': het model past weliswaar goed bij de – weinige – waarnemingen, maar heeft geen algemenere voorspelkracht.

Tabel 3 Stambuisregressiemodellen voor de GVG. y is de GVG, x de grondwaterstand ten tijde van de gerichte opname. s_{res} is de standaardafwijking van de residuen, R_{Adj}^2 is de fractie verklaarde variantie, n is het aantal waarnemingen.

Gebied	Stambuisregressie GVG t.o.v. maaiveld 2019	s_{res} (m)	R_{Adj}^2	n
Armenland Ruwiel	$y = 0.0061 + 1.0153x + \epsilon$	0.0777	0.9979	6
Bijleveld	$y = 0.02343 + 1.0204x + \epsilon$	0.0772	0.9569	6
Groot Zandbrink	$y = 0.2550 + 0.9448x + \epsilon$	0.2686	0.5238	9
Kamerikse Nissen	$y = -0.0735 + 1.1035x + \epsilon$	0.0500	0.9972	5
De Meije	$y = 0.0174 + 1.1859x + \epsilon$	0.0473	0.9975	5
Meeuwenkampje	$y = 0.3675 + 0.5029x + \epsilon$	0.3453	0.3402	15
Schoolsteegse Bosjes	$y = 0.4033 + 0.8377x + \epsilon$	0.3235	0.2919	9

Tabel 4 Stambuisregressiemodellen voor de GLG. y is de GLG, x de grondwaterstand ten tijde van de gerichte opname. s_{res} is de standaardafwijking van de residuen, R_{Adj}^2 is de fractie verklaarde variantie, n is het aantal waarnemingen.

Gebied	Stambuisregressie GLG t.o.v. maaiveld 2019	s_{res} (m)	R_{Adj}^2	n
Armenland Ruwiel	$y = -0.0785 + 1.1452x + \epsilon$	0.2093	0.9786	5
Bijleveld	$y = 0.1563 + 0.8043x + \epsilon$	0.1415	0.8651	7
Groot Zandbrink	$y = -2.0690 + 2.3070x + \epsilon$	0.1032	0.6475	8
Kamerikse Nessen	$y = -0.2393 + 1.1695x + \epsilon$	0.1131	0.9861	7
De Meije	$y = -0.1859 + 1.0431x + \epsilon$	0.2477	0.9133	6
Meeuwenkampje	$y = -0.0197 + 0.8292x + \epsilon$	0.2136	0.7825	13
Schoolsteegse Bosjes	$y = -1.8590 + 2.4000x + \epsilon$	0.1307	0.5938	7

Bijlage 6 geeft grafieken van de gekalibreerde stambuisregressiemodellen en Bijlage 7 geeft tabellen met GVG's en GLG's die voor de locaties van de gerichte opnames zijn voorspeld, in 2013 en 2019. Hieruit blijken een aantal onwaarschijnlijke effecten te zijn opgetreden sinds 2013. Bij de interpretatie hiervan moet de nauwkeurigheid van de stambuisregressiemodellen in acht worden genomen.

2.4 GxG's in gebieden

De boorgatlocaties zijn geselecteerd met enkelvoudige, aselechte kanssteekproeven in TOP-gebieden of delen daarvan (hoofdstrata). Daarom kunnen uit de GxG's die voor de boorgatlocaties zijn berekend eenvoudig percentages worden berekend van oppervlakten die binnen een bepaalde norm vallen. Omdat de nauwkeurigheid van het resultaat van de stambuisregressie bekend is en omdat de selectiekansen van de boorgatlocaties bekend zijn, kan de betrouwbaarheid van deze oppervlaktepercentages worden berekend en worden weergegeven met 95%-betrouwbaarheidsintervallen.

3 Bepaling grondwaterkwaliteit

3.1 Gegevens

3.1.1 Chemische analyse watermonsters

In dertig boorgaten zijn op twee momenten grondwatermonsters genomen die door Eurofins Omegam zijn geanalyseerd op een groot aantal parameters. Voor de beoordeling van de grondwatertypen met het model MAION (Van Wirdum, 1991) zijn de volgende bepalingen van belang: EC, pH, Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄ en HCO₃. De analyseresultaten staan in Bijlage 1. De EC is opgegeven in mS/m, ionconcentraties in mg/l.

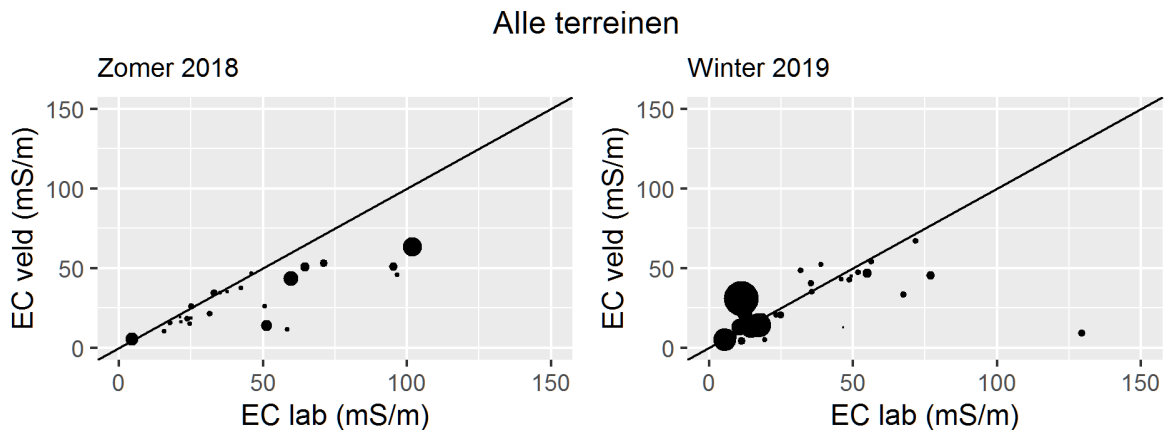
Per watermonster is op basis van EC, pH en de concentratie macro-ionen de Ionenbalans (de verhouding tussen kationen en anionen dient in theorie 1 te zijn), Ionenratio ($IR = [Ca^{2+}] / \{[Ca^{2+}] + [Cl^{-}]\}$ in meq/meq) en de theoretische EC (ECC, volgt uit concentraties ionen) berekend. Hieruit is daarna het percentage afwijking van de in het lab gemeten EC en theoretische EC (dEC) bepaald. De ionenbalans en de dEC geven een indruk van de volledigheid van de analyse en of ionen die niet meegeteld zijn wel in hogere concentratie voor kunnen komen. Een afwijkende ionenbalans of een afwijking tussen de in het lab gemeten en theoretische EC wordt vaak toegeschreven aan de pH en de concentratie bicarbonaat, omdat dit instabiele variabelen zijn (o.a. Jansen en Kemmers, 1995). Een andere verklaring kan gevonden worden in gehalten ammonium of nitraat. Die zijn in deze set analyses echter vrij laag, dus dat lijkt geen waarschijnlijke verklaring. In een aantal monsters zijn vrij hoge gehalten Fe en Mn gevonden die door MAION niet betrokken worden in de berekening van de ionenbalans. Criteria voor het gebruik van watermonsters in de statistische analyses zijn afhankelijk van de invloed die eventuele afwijkingen hebben op het af te leiden regressiemodel. Dat kan per dataset verschillen. Bij een waterkwaliteitskartering in landinrichtingsgebied Ochten-Opheusden werden monsters met een ionenbalans >8% en afwijking van de berekende EC ten opzichte van de gemeten EC >20% buiten beschouwing gelaten (Mulder, 1992; Kemmers, 1993). Voor het ontwikkelen van een algemene methode voor kwelkartering werd voor een groot aantal monsters van verschillende gebieden een model afgeleid om uit onder andere pH en EC het aandeel hard grondwater te voorspellen (Kemmers et al., 2005). Daarbij werden monsters met een afwijking van > 10% voor de berekende en gemeten EC buiten beschouwing gelaten. In Bijlage 1 zijn de watermonsters met een ionenbalans of EC die meer dan 10% afwijken, rood gemarkeerd. De resultaten van de grondwatertypering moet voor deze monsters kritisch beoordeeld worden en bij het afleiden van een regressiemodel voor de voorspelling van watertypen uit pH en EC kan het zinvol zijn monsters met een grotere afwijking dan een zekere grenswaarde te negeren. Bij het afleiden van regressiemodellen voor het voorspellen van de watertypen in de boorgaten in de huidige set blijkt dat de beste modellen afgeleid kunnen worden voor monsters met dEC <20% (§ 3.3.1).

3.1.2 Metingen in boorgaten

In de 302 boorgaten zijn naast de grondwaterstanden de pH en EC op twee momenten (zomer 2018 en winter 2019) gemeten. De veldmeting van de EC is opgegeven in µS/cm, voor de analyse is deze omgerekend naar mS/m. Niet in alle boorgaten konden deze metingen uitgevoerd worden, bijvoorbeeld om dat het boorgat droog stond. Voor deze boringen kunnen wij dan geen beoordeling van de waterkwaliteit geven, maar dat is waarschijnlijk geen probleem, omdat bij een diepe grondwaterstand ofwel het doeltype niet kwelafhankelijk is, ofwel deze groeiplaats ook in kwantitatieve zin als verdroogd beoordeeld moet worden. Bij Kamerikse Nessen zijn van de zomer van 2018 geen waterkwaliteitsmetingen beschikbaar.

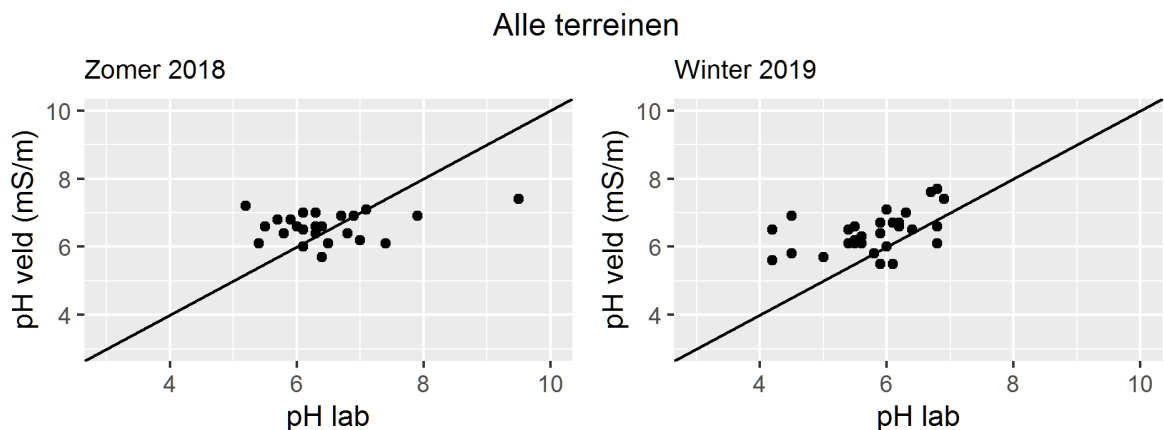
In Figuur 2 zijn de veldmetingen van EC in boorgaten waar monsters genomen zijn uitgezet tegen de metingen in het laboratorium, in Bijlage 5 is dit uitgesplitst naar de gebieden. De meeste veldmetingen komen vrij goed overeen met de labmetingen, maar in een deel van punten is in het

veld een lagere EC gemeten dan het lab. Dat is vooral het geval in De Bijleveld en Meeuwenkampje en lijkt vaker voor te komen bij de zomermetingen dan in de winter. De hoogste veldmeting is 67 mS/m, terwijl er diverse laboratoriummetingen zijn met hogere waarden. Het is niet duidelijk waar dit verschil van komt. Bij het onderzoek naar een methode om kwel in kaart te brengen, bleek dat EC-metingen in open boorgaten verstoord kunnen worden door suspensie van slibdeeltjes (Kemmers et al., 2005). Hierdoor werden in het veld lagere EC-waarden gemeten dan in het veld. Bij de zomermetingen is de kans groter dat dit optreedt, omdat er dan minder water in de boorgaten staat. In dat onderzoek werd aanbevolen om dergelijke metingen in een tijdelijk filter te doen, of een veldmonster te nemen en eerste te filtreren voor de EC-meting uit te voeren.



Figuur 2 Vergelijking van de in het veld gemeten EC met de meting in het laboratorium. Om te testen of eventuele afwijkingen te verklaren zijn uit afwijkende analyses, is de grootte van de stippen bepaald door de afwijking tussen de gemeten en berekende EC (dEC). De afkortingen in de legenda geven de gebieden aan. Voor de betekenis verwijzen wij naar Tabel 1.

De veldmetingen van pH zijn in Figuur 3 vergeleken met de laboratoriummetingen, in Bijlage 5 is dit uitgesplitst naar de gebieden. In het laboratorium is een bredere range aan pH-waarden gemeten dan in het veld. Ook lijken er wel verschillen te zijn tussen terreinen. In de meeste gebieden zijn veel veldmetingen hoger dan in het laboratorium.



Figuur 3 Vergelijking van de in het veld gemeten pH met de meting in het laboratorium.

3.2 Grondwatertypering monsters met MAION

3.2.1 Verwantschappen met referentiewatertypen

Met het model MAION (Van Wirdum, 1991) kan op basis van de chemische samenstelling van een watermonster beoordeeld worden op welk soort water dit monster het meest lijkt. Voor die vergelijking worden referentiewatermonsters gebruikt die de samenstelling van verschillende onderdelen van de watercyclus vertegenwoordigen. De gelijkenis wordt vervolgens uitgedrukt in een percentage verwantschap of 'similariteit'. Om de waterkwaliteit in de monsters van de TOP-gebieden te beoordelen, hebben wij de similariteit van de watermonsters met referentiemonsters van regenwater (Atmotroof = Atm), grondwater (Lithotroof = Li_Ang of Li_Du) en zeewater (Thallasotroof = Thxx) berekend met het model MAION (Van Wirdum, 1991; Kemmers et al., 2005; Van Walsum et al., 2008). De chemische samenstelling van deze referentiemonsters staat in Tabel 5. Voor hard lithotroof (gerijpt) grondwater wordt een referentiemonster uit Angeren gebruikt (Li_Ang), voor zachter grondwater een monster uit Hoge Duvel (Li_Du). Aanvullend wordt ook een Rijnwatermonster gebruikt om de verwantschap met vervuild Rijnwater te berekenen. Deze referentie wordt in pleistocene zandgronden gebruikt om de invloed van landbouwwater te kunnen beoordelen, maar kan in het riviereengebied ook op directe invloed van rivierwater duiden. Tevens is een referentietype V_Atm toegevoegd waarmee verontreinigd regenwater (onder bos) wordt aangeduid (Jansen en Kemmers, 1995). De samenstelling van dergelijk water is sterk beïnvloed door indikking en depositie. De resultaten staan in Bijlage 2 en worden besproken in § 3.2.3.

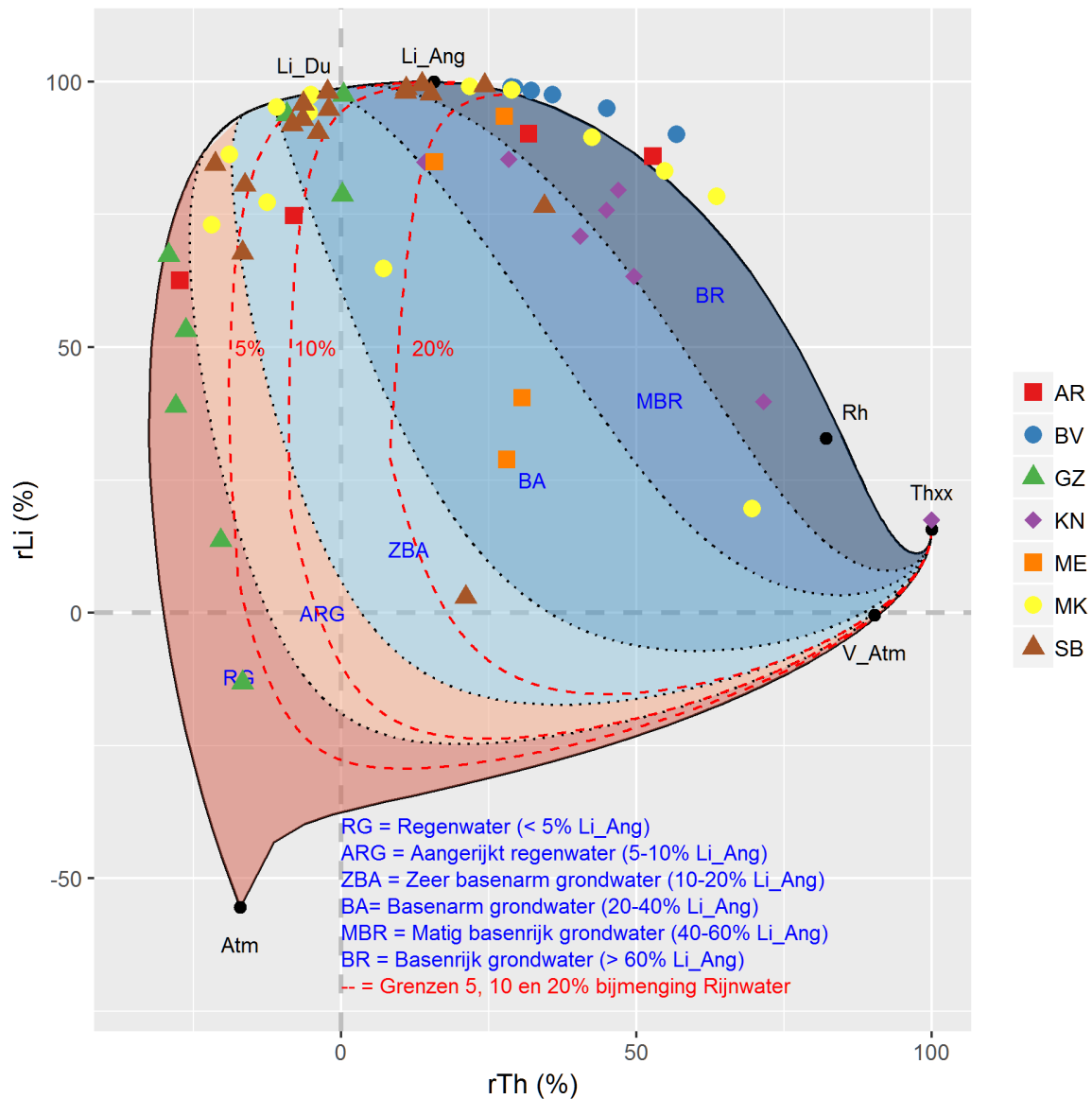
Tabel 5 Chemische samenstelling van de referentiewatertypen waarmee de watermonsters vergeleken zijn (Van Wirdum, 1991; Jansen en Kemmers, 1995). Atm = Atmosotroof (Regenwater); V_Atm = Verontreinigd atmosotroof; Li_Du = Zacht grondwater van Hoge Duvel, Li_Ang = Hard grondwater van Angeren, Thxx = Thalassotroof (zeewater), Rh = Rijnwater.

Type	EC (mS/m)	pH	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	SO4 (mg/l)	HCO3 (mg/l)
Atm	5	4.2	1.6	0.2	0.4	0.2	3	5.8	0
V_Atm	86.3	4.9	16.3	14.1	2.7	1.2	44	162	1.1
Li_Du	22.5	8.3	11.5	1	33	4.1	12	10.9	119
Li_Ang	55.2	7.3	12	2	115	8	11	13	400
Thxx	5200	8.3	10480	390	420	1400	19100	2640	122
Rh	99.6	7.8	96	7	82	10	178	80	158.6

3.2.2 Theoretische mengverhouding

De verwantschap van de watermonsters met referentiewatertypen wordt uitgedrukt in procenten. In werkelijkheid zal er altijd sprake zijn van een menging van bijvoorbeeld gebufferd grondwater met een aandeel regenwater of verontreiniging door landbouwinvloed. De mengverhoudingen zijn niet direct af te leiden, maar via een vervolgbewerking kan wel worden ingeschat wat de verhouding is waarin referentiewatertypen gemengd zouden moeten worden om een samenstelling te krijgen zoals in het watermonster gevonden wordt. Omdat de ionconcentraties in de verschillende referentiewatertypen sterk uiteenlopen, kan daarbij een klein aandeel hard grondwater in een monster met overwegend neerslagwater al een sterke verwantschap met grondwater geven. Door het bepalen van de mengverhouding van referentiewatertypen waaruit het gevonden water samengesteld kan zijn, wordt een indruk gekregen hoe sterk de bijdragen van grondwater, neerslagwater en landbouw zijn (Jansen en Kemmers, 1994). De resultaten zijn opgenomen in Bijlage 3.

3.2.3 Watertypen in grondwatermonsters



Figuur 4 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van alle watermonsters met referentiewatertypen. De gekleurde zones geven een indruk van het watertype op basis van theoretische mengverhoudingen van regenwater (Atm) en zeewater (Thxx) met hard grondwater (Li_Ang). Om een beeld te krijgen van beïnvloeding door landbouwwater (binnen Hogere zandgronden) en rivierwater (binnen Rivierengebied en Laagveengebieden) zijn met rode streepjes de theoretische mengverhoudingen met Rijnwater (Rh) opgenomen.

Bijlage 2 geeft de verwantschappen van de watermonsters met referentiemonsters volgens MAION, Figuur 4 geeft deze weer in een MAION-diagram (similariteitsdiagram) en visualiseert daarmee deze verwantschappen. In deze figuur is veel informatie samengevat:

- De x- en y-as worden bepaald door de verwantschappen met respectievelijk zeewater (rTh) en hard grondwater (rLi).
- De zwarte stippen in dit diagram zijn de referentiewatertypen (Tabel 5).
- De omtrek van het diagram wordt bepaald door zuivere menglijnen van referentiewatertypen uit de hydrologische cyclus. Deze menglijnen gaan van Atm (regenwater, linksonder) via Li_Ang (hard grondwater, midden boven) naar Thxx (zeewater, rechts midden) weer terug naar Atm. Langs deze lijnen worden dus de verwantschappen met rTh en rLi weergegeven voor monsters, waarbij steeds twee van de referentiewatertypen gemengd zijn in verschillende verhoudingen.
- De gekleurde zones geven een indruk van het watertype op basis van de theoretische mengverhouding met hard grondwater (Li_Ang). Hierbij zijn dus steeds verschillende theoretische

verhoudingen regenwater (Atm) en zeewater (Thxx) gemengd met een vast deel hard grondwater, bijvoorbeeld 5% Li_Ang met 95% diverse mengsels van Atm en Thxx, waarbij steeds de verwantschappen met rTh en rLi berekend zijn en weergegeven door de zwarte stippellijntjes. De verschillende watertypen zijn aangeduid met een blauwe code (RG t/m BR) waarvan de betekenis onder in de figuur is opgenomen.

- Omdat binnen de Fysisch-Geografische regio's Laagveengebieden (Lv) en Rivierengebied (Ri) het grondwater ook beïnvloed kan zijn door oppervlaktewater en binnen de Hogere zandgronden (Hz) door bemestingsinvloed de verwantschap met Rijnwater toeneemt, is ook de verwantschap met Rijnwater (Rh) beoordeeld. Hiervoor hebben we theoretische mengmonsters van de referentiewatertypen Atm, Li_Ang en Thxx gemengd met vaste verhoudingen Rijnwater en daarvoor de verwantschappen berekend. Dit wordt uitgedrukt met de rode streepjeslijnen. Zo bestaan alle monsters in de zone 'BR' (basenrijk grondwater, o.a. uit Kamerikse Nessen) uit water met een aandeel van >60% hard grondwater (Li_Ang), maar ook een belangrijk aandeel Rijnwater (Rh) dat van linksboven naar rechtsonder toeneemt. Voor Groot-Zandbrink lijkt een gradiënt zichtbaar van 'Matig basenrijk grondwater' (MBR), van 'Basenarm' (BA) naar 'Regenwater' (RG), waarbij binnen de zone RG de verwantschap met Atm van boven naar onder toeneemt, waarbij mogelijk ook een aandeel V_Atm toeneemt. Dat kan opgemaakt worden uit de ligging van de punten, rechts van de 'zuivere' menglijn tussen Li_Ang en Atm die de linker buitengrens van de diagram bepaalt.
- Het optimale of suboptimale watertype bij elk punt (monster) hangt af van het doeltype dat voor die locatie geldt (Tabel 2) en de abiotische randvoorwaarden voor dat doeltype (Tabel 8).
- In hoofdstuk 4 gaan wij nader in op de gradiënten binnen de verschillende gebieden.

In Figuur 4 zijn de monsters weergegeven van alle gebieden. De similariteitsdiagrammen per gebied zijn weergegeven in hoofdstuk 4. Het valt op dat in Figuur 4 een aantal watermonsters buiten de grenzen van de diagram geplot is, wat theoretisch niet mogelijk is. Het is niet helemaal duidelijk hoe dat komt. Een verklaring kan gezocht worden in de gevonden afwijkingen tussen veld- en laboratoriummetingen van pH en EC (zie Figuur 2 en Figuur 3), of de afwijkingen in ionenbalans of tussen de theoretische en gemeten EC (zie § 3.1.1). Voor een deel betreft het monsters uit De Bijleveld. Daarin werden in laboratorium systematisch hogere EC-waarden gemeten dan in het veld.

3.3 Voorspelling watertype in boorgaten

Voor het beoordelen van de grondwaterkwaliteit binnen de hoofdstrata hebben wij een voorspelling gedaan van de watertypen in de boorgaten waar pH en EC gemeten zijn en dit vergeleken met de randvoorwaarden die gelden voor het doeltype in dat hoofdstratum (Tabel 2 en 8). In deze paragraaf bespreken wij de methode voor deze voorspelling, de beoordeling volgt in hoofdstuk 5.

3.3.1 Afleiden model

Omdat in de boorgaten pH en EC gemeten zijn en in een deel van de boorgaten door middel van watermonsters ook de verwantschappen met referentiewatertypen zijn berekend, is het mogelijk op basis van een regressiemodel een indruk te krijgen van het aandeel gerijpt grondwater in de boorgaten (Mulder et al., 1992; Kemmers, 1993; Kemmers et al., 2005). Bij een onderzoek naar de mogelijkheden voor de kartering van kwel bleek het mogelijk om een model af te leiden waarbij met pH, EC, GLG en grondgebruik een voorspelling gedaan wordt van de verwantschap van het grondwater met de referentie voor hard grondwater uit Angeren (%r-Li-An). Een beperking van die methode was dat het lastig was om de invloed van landbouwwater of Rijnwater te kwantificeren.

Voor de huidige set hebben wij twee modellen kunnen afleiden om de verwantschappen met respectievelijk gerijpt grondwater (Li_Ang) en zeewater (Thxx) te voorspellen uit per boorgat beschikbare gegevens. Daarbij hebben we gebruikgemaakt van de methode voor 'Mixed effect models' volgens Winter (2013). Met een variantieanalyse (ANOVA) kan steeds vergeleken worden of een model een betere verklaring geeft voor de variatie in verwantschappen dan een ander model op basis van minder variabelen. Deze verbetering wordt uitgedrukt in een 'p-waarde' die de kans beschrijft (probability) dat de relatie op puur toeval berust en niet verklaard wordt door de getoetste variabelen. Als p kleiner is dan 0,05 (5%), gaan we ervan uit dat het erg onwaarschijnlijk is dat de variatie niet

door de toegevoegde variabelen veroorzaakt wordt en dat deze variabelen dus significant bijdragen aan de variatie. Door steeds een model te vergelijken met het 'nulmodel' (zonder verklarende variabelen) en met een model met één variabele minder, kan beoordeeld worden welke (combinatie van) variabelen de verwantschappen met de referentiewatertypen het best verklaart.

Om de verwantschappen met Li_Ang en Thxx te voorspellen, hebben wij een aantal modellen getest met GLG, pH, Ln (EC), grondgebruik en Fysisch-Geografische regio (zie Figuur 1). Omdat niet in alle monsters de gemeten EC overeenkomt met de berekende EC (dEC) of de ionenbalans uit evenwicht lijkt, zijn alle modellen ook getest met verschillende deelverzamelingen van de monsters: alle monsters, dEC < 5, 10 of 20% en IB < 10 (zie § 3.1.1). Bijlage 4 geeft een overzicht van alle geteste modellen, de als beste geselecteerde modellen staan in Tabel 6. Op basis van deze modellen hebben wij in § 4.3 per boorgat een voorspelling gedaan van de verwantschap met de referentiewatertypen Li_Ang en Thxx en beoordeeld of hiermee aan de abiotische randvoorwaarden voor waterkwaliteit voldaan wordt.

De algemene vorm voor de modellen is:

$$\% \text{Verwantschap} = E_{\text{intercept}} + \text{Var1} * E_{\text{Var1}} + \text{Var2} * E_{\text{Var2}} + \text{Var3} * E_{\text{Var3}}$$

Tabel 6 Geselecteerde modellen met de beste fit voor Li_Ang en Thxx; een overzicht van alle geteste modellen staat in Bijlage 4. Onder Test is aangegeven op welk deel van de bemonsterde locaties het model gebaseerd is, bij Input staan de geteste variabelen in het model, p0 geeft de p-waarde in vergelijking met het nulmodel, p_1 geeft de p-waarde ten opzichte van het model met één variabele minder en dus de significantie van de toegevoegde variabele. Onder Est staan de schattingen van de modelparameters, waarbij voor MThxx drie schattingen voor twee variabelen zijn aangegeven. Dat komt omdat FGR een kwalitatieve variabele betreft waarbij E_Var1 het effect van Ln_C beschrijft voor Hz (Hogere zandgronden), E_Var2 het verschil voor Lv (Laagveengebieden) en E_Var3 voor Ri (Rivierengebied).

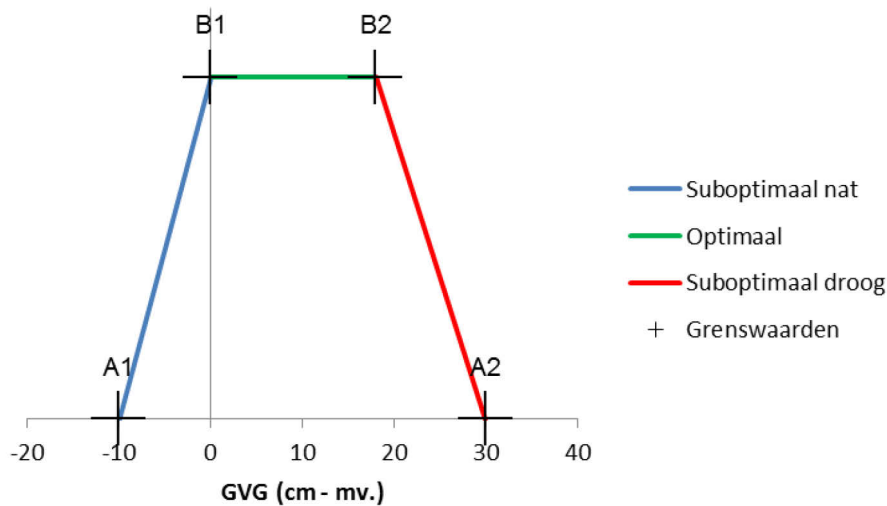
Respons	Test	Model			Est			
		Input	P0	p_1	E_intercept	E_Var1	E_Var2	E_Var3
M_Li_Ang	dEC < 20%	pH_Veld GLG	1.631e-05	4.676e-03	-92.152	26.729	-11.309	
M_Thxx	dEC < 20%	Ln_EC FGR	4.057e-08	2.258e-02	-57.664	20.193	11.541	16.087

Voor beide verwantschappen kon een model afgeleid worden op basis van de monsters met een afwijking tussen gemeten en berekende EC (dEC) kleiner dan 20%. Voor de verwantschap met hard grondwater (Li_Ang) blijken de pH en GLG de beste voorspellers, waarbij een hogere pH een grotere verwantschap aangeeft en een diepere GLG een kleinere verwantschap. Met andere woorden: natte groeiplaatsen met een hoge pH hebben een grotere verwantschap met grondwater dan drogere groeiplaatsen met een lagere pH. Voor de verwantschap met zeewater (en daarmee met Rijnwater) is in de eerste plaats de EC bepalend, waarbij een hogere EC, als gevolg van een grotere concentratie ionen, wijst op een hogere verwantschap met zeewater. Bij de 'Hogere zandgronden' (Hz) is de verwantschap bij gelijke EC relatief lager dan in de beide andere Fysisch-Geografische regio's. Voor Laagveengebieden (LV) neemt deze toe met 11,5% ten opzichte van Hz en in het Rivierengebied (Ri) met 16%.

4 Beoordeling hydrologie TOP-gebieden Utrecht 2018/2019

4.1 Randvoorwaarden

Per hoofdstratum is een doeltipe aangegeven (zie § 1.2). Om te beoordelen of de actuele hydrologie past bij deze doeltypen, moeten de grondwaterstanden en waterkwaliteit getoetst worden aan de abiotische randvoorwaarden die gelden voor die doeltypen. In de database 'Hydrologische randvoorwaarden voor natuur' (Runhaar en Hennekens, 2014) is een aantal randvoorwaarden opgenomen voor o.a. GVG, GLG, droogtestress, zuurgraad en het voorkomen van kwel. Voor elk doeltipe zijn voor deze standplaatskenmerken grenswaarden aangegeven waarmee de optimale condities bepaald zijn (de groene lijn in Figuur 5); de grenswaarden worden dan aangeduid met B1 en B2. Daarnaast zijn er ook nog bereiken aangegeven waarbij het type wel kan voorkomen, maar waarbij de condities suboptimaal zijn (A1-B1, blauwe lijn, aan de natte kant; B2-A2, rode lijn, aan de droge kant). Buiten dit bereik (A1-A2) zijn de omstandigheden ongunstig en is het voorkomen van een type onwaarschijnlijk. Omdat voor de meeste doeltypen deze randvoorwaarden 'tweezijdig begrensd' zijn, kan er sprake zijn van verdroging ($GVG > B2$ of $A2$) of vernatting ($GVG < B1$ of $A1$).



Figuur 5 Schematisch voorbeeld van de realisatiekansen voor een doeltipe (H6410) bij de randvoorwaarden voor GVG (cm -mv.) voor dat type (Naar Runhaar & Hennekens, 2014). Het maaiveld komt overeen met 0 op de x-as, positieve waarden geven de diepte beneden maaiveld, bij negatieve waarden is sprake van standen boven maaiveld.

In dit onderzoek worden de standplaatseigenschappen binnen de hoofdstrata getoetst voor GVG, GLG en het watertype (gerelateerd aan het voorkomen van kwel). De bijbehorende randvoorwaarden staan in Tabel 7 en 8. Toetsing van droogtestress is niet mogelijk, omdat voor het berekenen van droogtestress bodemeigenschappen van de locatie nodig zijn en die zijn niet in het juiste detailniveau voorhanden.

De pH die in de boorgaten gemeten is, is niet rechtstreeks te gebruiken voor de toetsing, omdat dit de zuurgraad van het grondwater betreft. De pH in de hydrologische randvoorwaarden betreft de zuurgraad van de bodem. Vanwege chemische en biologische bodemprocessen wijkt de bodem-pH af van die van het grondwater, waardoor deze vergelijking niet te maken is. Wij toetsen het voorkomen van kwel aan de waterkwaliteit van het bovenste freatische grondwater. Strikt genomen moet daarbij ook de vraag beantwoord worden of water van de juiste kwaliteit ook effect heeft in de wortelzone (via capillaire opstijging). Bij diepere grondwaterstanden kan de waterkwaliteit goed zijn en de bovengrond

toch verzuren. Omdat ook de GVG en GLG apart getoetst worden, gaan wij er nu van uit dat, als deze voldoen, het water ook hoog genoeg in het profiel kan komen.

Tabel 7 Abiotische randvoorwaarden voor GVG en GLG in cm -mv. voor de doeltypen (Runhaar en Hennekens, 2014). De waarden tussen B1 en B2 (**donkergroen**) geven het optimale bereik aan, tussen A1 en B1 (**lichtgroen**) het suboptimale bereik aan de natte kant en tussen B2 en A2 het suboptimale bereik aan de droge kant. Bij waarden buiten dit bereik is de groeiplaats ongeschikt voor het doeltype. Negatieve waarden geven standen boven maaiveld weer.

Vegetatietype	GVG_A1	GVG_B1	GVG_B2	GVG_A2	GLG_A1	GLG_B1	GLG_B2	GLG_A2
9Aa3 ass van moerasstruisgras en zompzegge	-15	-8	10	20	-∞	-∞	40	50
9Ba5 ass van bonte paardenstaart en moeraswespenorchis	-5	5	25	35	0	20	∞	∞
11Aa2 ass van gewone dophei	-10	5	35	50				
16Aa1b blauwgrasland, typische subass	-5	5	22	30				
16Aa1d blauwgrasland, subass met parnassia	-10	-2	15	25				
16Ab4 ass van boterbloemen en waterkruiskruid	-10	0	25	40	-∞	-∞	40	60
39Aa2 elzenzegge-elzenbroek	-30	-15	12	25	-∞	-∞	50	70
43Aa5 vogelkers-essenbos	10	25	60	80	40	60	∞	∞

Voor de waterkwaliteit worden in de database abiotische randvoorwaarden (Runhaar en Hennekens, 2014) geen expliciete randvoorwaarden gegeven. Wel wordt in algemene zin aangegeven of een vegetatietype afhankelijk is van grondwater en wat voor type grondwater dat dan idealiter moet zijn. Op basis van die beschrijvingen en expertkennis hebben wij beoordeeld welke watertypen als optimaal beschouwd moeten worden en welke watertypen tot suboptimale of ongeschikte groeiplaats-eigenschappen leiden (Tabel 8). In tegenstelling tot de GVG en GLG in Tabel 7 betreft het hier een ordinale schaal in zes klassen van 'Regenwater' tot 'Basenrijk grondwater'.

Tabel 8 Randvoorwaarden voor het watertype in het bovenste freatische grondwater (zie Figuur 4). Per watertype is aangegeven of dit geschikt is voor het doeltype: 2 = **Optimaal**, -1 = **optimaal** aan de zure kant, 1 = suboptimaal aan de basische kant, 0 = ongeschikt.

Doeltype	RG Regenwater	ARG Aangerijkt regenwater	ZBA Zeer basenarm grondwater	BA Basenarm grondwater	MBR Matig basenrijk grondwater	BR Basenrijk grondwater
9Aa3 Associatie van moerasstruisgras en zompzegge	0	-1	2	2	1	0
9Ba5 Associatie van bonte paardenstaart en moeraswespenorchis	0	0	0	1	2	2
11Aa2 Associatie van Gewone dophei	2	1	0	0	0	0
16Aa1b Blauwgrasland, typische subassociatie	0	0	-1	2	1	0
16Aa1d Blauwgrasland, subassociatie met Parnassia	0	0	0	-1	2	2
16Ab4 Associatie van boterbloemen en waterkruiskruid	0	0	0	-1	2	2
39Aa2 Elzenzegge-elzenbroek	0	0	0	-1	2	2
43Aa5 Vogelkers-essenbos	0	-1	2	1	0	0

4.2 Beoordeling per gebied en hoofdstratum

De resultaten van de beoordeling van de kwantitatieve verdrogingssituatie zijn samengevat in Tabel 9 t/m 13. Tabel 9 geeft de resultaten van de stambuisregressie en geschatte oppervlaktepercentages binnen de norm. Tabel 10, 11 en 12 geven de beoordelingen van de mate waarin aan de randvoorwaarden voor de doeltypen wordt voldaan. Tabel 13 geeft ter vergelijking de verschillen tussen de geschatte oppervlaktepercentages van 2013 en 2019.

In hoofdstuk 5 worden de resultaten per gebied toegelicht en worden ook de resultaten voor de kwalitatieve verdrogingssituatie besproken. Voor de beoordeling hebben wij berekend welk percentage van de oppervlakte voldoet aan de randvoorwaarden. Het areaal dat daaraan niet voldoet, kan zowel verdroogd zijn als vernat. Daarom spreken we hier niet van de verdrogingssituatie, maar van de doelrealisatie, ofwel de mate waarin de hydrologie overeenkomt met de randvoorwaarden van de doeltypen.

Tabel 9 *Oppervlaktepercentages van gebieden die voldoen aan de normen voor GVG en GLG, voor de doeltypen van hoofdstrata in TOP-gebieden. De eerste regel geeft telkens de strenge norm aan (het optimale bereik), de tweede regel de minder strenge (het optimale en suboptimale bereik). Voorbeeld: in Armenland Ruwiel (AR) voldoet naar schatting 45% van de oppervlakte van hoofdstratum 1 aan de strenge norm voor de GVG in type 16Aa1b (Blauwgrasland, typische subassociatie): GVG mag niet ondieper dan 5 en niet dieper 22 cm zijn. Met 95% zekerheid ligt het oppervlaktepercentage dat aan deze norm voldoet tussen 10 en 90%, de rest is te droog (Bijlage 7). Bij De Bijleveld (BV) voldoet in hoofdstratum 2 38% aan de strenge eisen voor de GVG voor 43Aa5 (Vogelkers-essenbos), maar hier zijn de overige boringen juist te nat. De tabel geeft de situatie van 2019 weer.*

Gebied, doeltypen	GVG			GLG		
	Norm (cm)	Geschat oppervlaktepercentage dat voldoet aan norm	95%-betrouwbaarheidsband (opp. %)	Norm (cm)	Geschat oppervlaktepercentage dat voldoet aan de norm	95%-betrouwbaarheidsband (opp. %)
AR 1 - 16Aa1b, Blauwgrasland, typische subass	5-22 -5-30	45 82	10-90 40-100	- -	- -	- -
BV 1 - 9Ba5, ass van bonte paardenstaart en moeraswespen-orchis	5-25 -5-35	15 37	0-50 0-70	20 - ∞ 0 - ∞	90 98	60-100 60-100
BV 2 - 43Aa5, vogelkers-essenbos	25-60 10-80	43 79	10-80 40-100	60 - ∞ 40 - ∞	52 80	10-90 40-100
GZ 1 - 11Aa2, ass van gewone dopheide	5-35 -10-50	23 45	0-60 10-90	- -	- -	- -
GZ 2 - 16Aa1d, blauw grasland, subass met parnassia	-2-15 -10-25	10 21	0-27 3-43	- -	- -	- -
KN 1 - 9Aa3, ass van moerasstruisgras en zompzegge	-8-10 -15-20	51 89	28-75 72-100	- ∞ - 40 - ∞ - 50	100 100	100-100 100-100
MK 1 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	5-22 -5-30	14 28	0-56 0-67	- -	- -	- -
MK 2 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	5-22 -5-30	13 27	0-34 7-52	- -	- -	- -

Gebied, doeltype	GVG			GLG		
	Norm (cm)	Geschat oppervlakte-percentage dat voldoet aan norm	95%-betrouwbaarheidsband (opp. %)	Norm (cm)	Geschat oppervlakte-percentage dat voldoet aan de norm	95%-betrouwbaarheidsband (opp. %)
MK 3 - 16Aa1d, blauw grasland, subass met parnassia	-2-15 -10-25	25 27	0-67 11-67	- -		
ME 1 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	5-22 -5-30	62 93	40-83 80-100	- -		
SB 1 - 39Aa2, elzenzegge-elzenbroek	-15-12 -30-25	7 16	0-24 0-40	- ∞ - 50 - ∞ - 70	23 48	4-48 24-72
SB 2 - 16Ab4, ass van boterbloemen en waterkruid	0-25 -10-40	10 23	0-26 3-45	- ∞ - 40 - ∞ - 60	2 13	0-13 0-29
SB 3 - 39Aa2, elzenzegge-elzenbroek	-15-12 -30-25	0 17	0-24 0-40	- ∞ - 50 - ∞ - 70	25 56	4-48 32-80
SB 4 - 43Aa5, vogelkers-essenbos	25-60 10-80	28 54	6-52 29-77	60 - ∞ 40 - ∞	69 89	47-90 73-100

Tabel 10 Beoordeling van de doelrealisatie bij de actuele hydrologie per hoofdstratum op basis van het percentage van de oppervlakte dat voldoet aan de abiotische randvoorwaarden voor de doeltypen in het hoofdstratum. Deze beoordeling is gebaseerd op het oppervlaktepercentage dat voldoet aan de randvoorwaarden, waarbij ervan uitgegaan wordt dat het niet voldoen aan die randvoorwaarden een gevolg is van verdroging, maar ook locaties met een te ondiepe grondwaterstand of een te baserijk watertype worden als ongeschikt beoordeeld.

Percentage van de oppervlakte dat voldoet aan de norm	Beoordeling
0-20	Zeer slecht
21-35	Slecht
36-60	Matig
61-75	Goed
76-100	Uitstekend

Tabel 11 Doelrealisatie in 2019, op basis van strenge normen (optimale bereik) voor GLG en GVG. De oppervlaktepercentages in Tabel 9 zijn op basis van de criteria in Tabel 10 vertaald naar een beoordeling van de mate waarin voldaan wordt aan de randvoorwaarden voor de doeltypen. -- = Zeer slecht, - = Slecht, +- = Matig, + = Goed, ++ = Zeer goed

Gebied, doeltype	GVG			GLG		
	Geschat	Max.	Min.	Geschat	Max.	Min.
Armenland Ruwiel 1 - 16Aa1b, Blauwgrasland, typische subass	+-	++	--			
De Bijleveld 1 - 9Ba5, ass van bonte paardenstaart en moeraswespenorchis	-	+-	--	++	++	+
De Bijleveld 2 - 43Aa5, vogelkers-essenbos	+-	++	--	+-	++	--
Groot Zandbrink 1 - 11Aa2, ass van gewone dopheide	-	+-	--			
Groot Zandbrink 2 - 16Aa1d, blauw grasland, subass met parnassia	--	-	--			
Kamerikse Nissen 1 - 9Aa3, ass van moerasstruisgras en zompzegge	++	+	-	++	++	++
Meeuwenkampje 1 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	--	+-	--			

Gebied, doeltype	GVG			GLG		
	Geschat	Max.	Min.	Geschat	Max.	Min.
Meeuwenkampje 2 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	--	-	--			
Meeuwenkampje 3 - 16Aa1d, blauw grasland, subass met parnassia	-	+	--			
De Meije 1 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	+	++	+-			
Schoolsteegse Bosjes 1 - 39Aa2, elzenzegge-elzenbroek	--	-	--	-	+-	--
Schoolsteegse Bosjes 2 - 16Ab4, ass van boterbloemen en waterkruid	--	-	--	--	--	--
Schoolsteegse Bosjes 3 - 39Aa2, elzenzegge-elzenbroek	--	-	--	-	+-	--
Schoolsteegse Bosjes 4 - 43Aa5, vogelkers-essenbos	-	+-	--	+	++	+-

Tabel 12 Doelrealisatie in 2019, op basis van minder strenge normen (optimale en suboptimale bereik) voor GLG en GVG.

-- = Zeer slecht, - = Slecht, +- = Matig, + = Goed, ++ = Zeer goed

Gebied, doeltype	GVG			GLG		
	Geschat	Max.	Min.	Geschat	Max.	Min.
Armenland Ruwiel 1 - 16Aa1b, Blauwgrasland, typische subass	++	++	+-			
De Bijleveld 1 - 9Ba5, ass van bonte paardenstaart en moeraswespenorchis	+-	+	--	++	++	+
De Bijleveld 2 - 43Aa5, vogelkers-essenbos	+	++	+-	++	++	+-
Groot Zandbrink 1 - 11Aa2, ass van gewone dopheide	+-	++	--			
Groot Zandbrink 2 - 16Aa1d, blauw grasland, subass met parnassia	-	+-	--			
Kamerikse Nissen 1 - 9Aa3, ass van moerasstruisgras en zompzegge	++	++	+	++	++	++
Meeuwenkampje 1 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	-	+	--			
Meeuwenkampje 2 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	-	+-	--			
Meeuwenkampje 3 - 16Aa1d, blauw grasland, subass met parnassia	-	+	--			
De Meije 1 - 16Aa1b, blauw grasland, typische subass	++	++	++			
Schoolsteegse Bosjes 1 - 39Aa2, elzenzegge-elzenbroek	--	+-	--	+-	+	-
Schoolsteegse Bosjes 2 - 16Ab4, ass van boterbloemen en waterkruid	-	+-	--	--	+-	--
Schoolsteegse Bosjes 3 - 39Aa2, elzenzegge-elzenbroek	--	+-	--	+-	++	-
Schoolsteegse Bosjes 4 - 43Aa5, vogelkers-essenbos	+-	+	+	++	++	+-

Tabel 13 Verschillen tussen de geschatte oppervlaktepercentages van 2013 en 2019. Hoe negatiever de uitkomst, hoe meer de doelrealisatie verbeterd is. In de Kamerikse Nessen (KN) bijvoorbeeld is het geschatte oppervlaktepercentage dat voldoet aan de minder strenge randvoorwaarden aangaande de GVG in 2013 36%, terwijl dit in 2019 op 89% geschat wordt. Het daaruit volgende verschil is dan 53%, wat impliceert dat de situatie verbeterd is (groene kleur). Een verslechterde situatie is met rood ingevuld, waarbij opgemerkt moet worden dat dit dus ook een gevolg van vernatting kan zijn.

Gebied, Doeltype	2013				2019				Verschil			
	GVG_streng	GVG_minderstreng	GLG_streng	GLG_minderstreng	GVG_streng	GVG_minderstreng	GLG_streng	GLG_minderstreng	GVG_streng	GVG_minderstreng	GLG_streng	GLG_minderstreng
AR1 - 16Aa1b	40	62			45	82			-5	-20		
BV1 - 9Ba5	18	31	100	100	15	37	90	98	3	-6	10	2
BV2 - 43Aa5	39	76	98	100	43	79	98	80	-4	-3	0	20
GZ1 - 11Aa2	7	25			23	45			-16	-20		
GZ2 - 16Aa1d	2	10			10	21			-8	-11		
KN1 - 9Aa3	20	36	70	77	51	89	100	100	-31	-53	-30	-23
MK1 - 16Aa1b	39	62			14	28			25	34		
MK2 - 16Aa1b	1	11			13	27			-12	-16		
MK3 - 16Aa1d	50	83			25	27			25	56		
ME1 - 16Aa1b	35	60			62	93			-27	-33		
SB1 - 39Aa2	15	37	21	61	7	7	23	48	8	30	-2	13
SB2 - 16Ab4	8	28	0	6	10	10	2	13	-2	18	-2	-7
SB3 - 39Aa2	8	31	43	71	0	0	25	56	8	31	18	15
SB4 - 43Aa5	51	86	74	98	28	28	49	89	23	58	25	9

Tabel 14 Geschat oppervlakteaandeel per gebied en hoofdstratum waarin het **watertype** grondwaterkwaliteit voldoet aan de abiotische randvoorwaarden volgens de strenge beoordeling (Optimaal) en volgens de minder strenge beoordeling (suboptimaal + optimaal). Met kleuren is hierbij een waardering aangegeven volgens Tabel 10, waarbij opgemerkt moet worden dat een lager percentage dat voldoet aan de randvoorwaarden niet altijd een gevolg is van verdroging, omdat locaties met een meer basenrijk watertype dan volgens de randvoorwaarden (sub)optimaal is, óók als minder geschikt beoordeeld is voor het betreffende doeltype.

Eenheid	Randvoorwaarden		Meting	Beoordeling	
	Streng	Minder streng		Streng	Minder streng
AR 1 16Aa1b	BA	ZBA-MBR	Zomer 2018	40.0	100.0
			Winter 2019	50.0	100.0
BV 1 9Ba5	MBR-BR	BA-BR	Zomer 2018	100.0	100.0
			Winter 2019	100.0	100.0
BV 2 43Aa5	ZBA	ARG-BA	Zomer 2018	0.0	0.0
			Winter 2019	0.0	0.0
GZ 1 11Aa2	RG	RG-ARG	Zomer 2018	50.0	80.0
			Winter 2019	70.0	100.0
GZ 2 16Aa1d	MBR-BR	BA-BR	Zomer 2018	26.7	83.3
			Winter 2019	3.3	20.0
KN 1 9Aa3	ZBA-BA	ARG-MBR	Winter 2019	0.0	19.4
ME 1 16Aa1b	BA	ZBA-MBR	Zomer 2018	33.3	85.2
			Winter 2019	53.3	93.3
MK 2 16Aa1b	BA	ZBA-MBR	Zomer 2018	73.9	100.0
			Winter 2019	82.6	95.7
MK 3 16Aa1d	MBR-BR	BA-BR	Zomer 2018	50.0	100.0
			Winter 2019	85.7	100.0
SB 1 39Aa2	MBR-BR	BA-BR	Zomer 2018	29.2	83.3
			Winter 2019	12.0	60.0
SB 2 16Ab4	MBR-BR	BA-BR	Zomer 2018	20.7	79.3
			Winter 2019	3.2	25.8
SB 3 39Aa2	MBR-BR	BA-BR	Zomer 2018	24.0	88.0
			Winter 2019	4.0	80.0
SB 4 43Aa5	ZBA	ARG-BA	Zomer 2018	10.7	67.9
			Winter 2019	10.7	96.4

5 Resultaten per gebied

In hoofdstuk 4 is de hydrologische doelrealisatie van de TOP-gebieden in algemene zin besproken aan de hand van de vergelijking van GXG-waarden en watertypen met de abiotische randvoorwaarden voor de doeltypen per hoofdstratum. In dit hoofdstuk wordt per TOP-gebied een samenvatting van de bevindingen gegeven en een eindoordeel over de doelrealisatie, waarbij zo veel mogelijk is aangegeven of er sprake is van verdroging of vernatting. Daarbij verwijzen wij naar tabellen in § 4.2 en in de bijlagen.

De kwantitatieve verdroging (of vernatting) bespreken wij aan de hand van het oppervlaktepercentage per hoofdstratum dat voldoet aan de randvoorwaarden. Deze informatie staat in Tabel 9, 11 en 12 in § 4.2. De schatting van de GxG's in de boorgaten staat in Bijlage 7. De mate waarin de verdrogings-situatie veranderd is ten opzichte van het eerdere onderzoek uit 2013 staat in Tabel 13.

Voor de kwalitatieve verdroging (of vernatting) per gebied presenteren wij de resultaten voor de watermonsters in Bijlage 1, 2 en 3 en in de paragrafen 5.1.2 t/m 5.7.2 in similariteitsdiagrammen waarin de verwantschappen per watermonster in de zomer van 2018 (\approx GLG-situatie) en de winter van 2019 (\approx GVG-situatie) geplot zijn en waaruit het bijbehorende watertype wordt afgeleid. In een tabel per TOP-gebied worden onder andere deze verwantschappen gegeven, met het bijbehorende watertype en de beoordeling of het watertype voldoet aan de randvoorwaarden voor het doeltypen in het hoofdstratum. Ook voor de boorgatmetingen van waterkwaliteit (EC en pH) hebben wij de met een regressiemodel voorspelde watertypen (§ 3.3) uitgezet in similariteitsdiagrammen en het bijbehorende watertype bepaald. De resultaten per boorgat, met de beoordeling of het watertype voldoet voor de randvoorwaarden, staan in Bijlage 4. De samenvatting van de mate waarin de waterkwaliteit per hoofdstratum voldoet, hebben we uitgerekend als oppervlaktepercentage van het stratum dat voldoet. Deze samenvatting staat in Tabel 14 in § 4.2.

Elke paragraaf over een TOP-gebied (§ 5.1 t/m 5.7) sluiten wij af met een eindbeoordeling van de verdrogings-situatie.

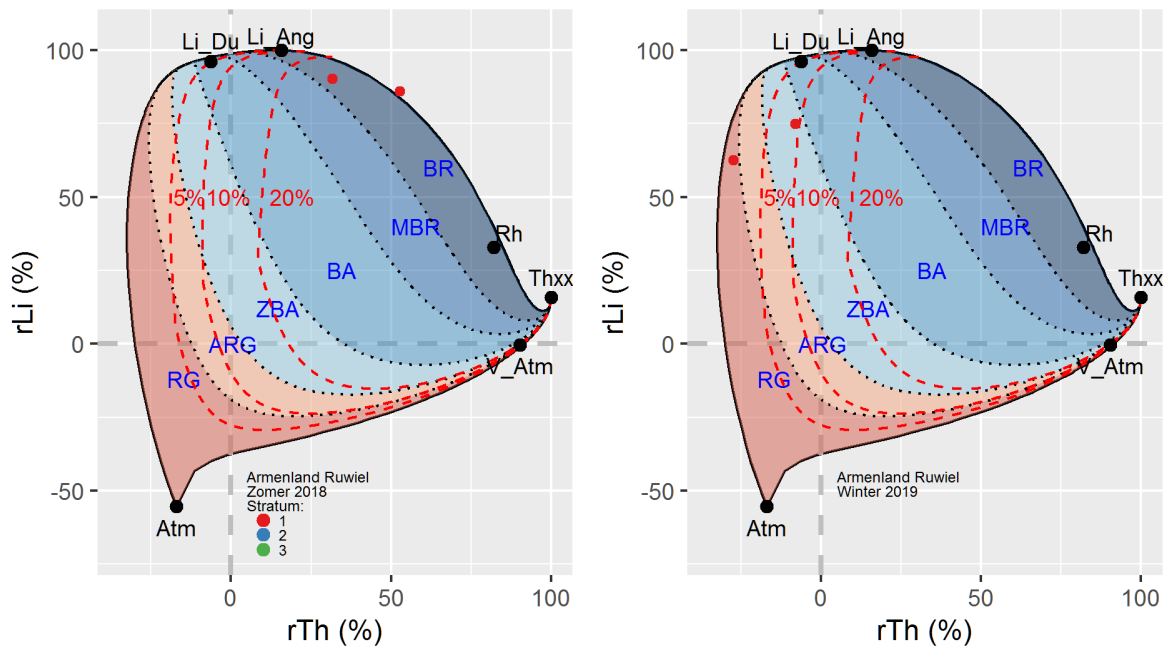
5.1 Armenland Ruwiel

5.1.1 Kwantitatieve verdroging per stratum

Armenland Ruwiel bestaat uit 1 hoofdstratum met doeltypen 16Aa1: Blauwgrasland, typische subass. Voor de GLG gelden hier geen randvoorwaarden, voor de GVG is de doelrealisatie in 2019 volgens de strenge randvoorwaarden beoordeeld als matig met een brede onzekerheidsmarge van zeer slecht tot uitstekend. Voor zover de GVG niet voldoet aan de randvoorwaarden is er meestal sprake van een suboptimale GVG aan de natte kant. In absolute zin lijkt de verbetering van de doelrealisatie ten opzichte van 2013 volgens de strenge norm beperkt, maar de GVG's waren in 2013 aan de droge kant in het suboptimale bereik of daaronder. Merk op dat voor percentages rond de 50 het nauwkeurig schatten het moeilijkst is. Als er wordt uitgegaan van minder strenge randvoorwaarden voldoet de GVG uitstekend. Volgens deze normen is de situatie in Armenland Ruwiel verbeterd doordat 20% van de oppervlakte die in 2013 te droog was, nu minimaal in het suboptimale bereik valt.

5.1.2 Kwalitatieve verdroging per stratum

Beoordeling watermonsters



Figuur 6 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de watermonsters uit Armenland Ruwiel met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden optimaal: BA, suboptimaal: ZBA-MBR.

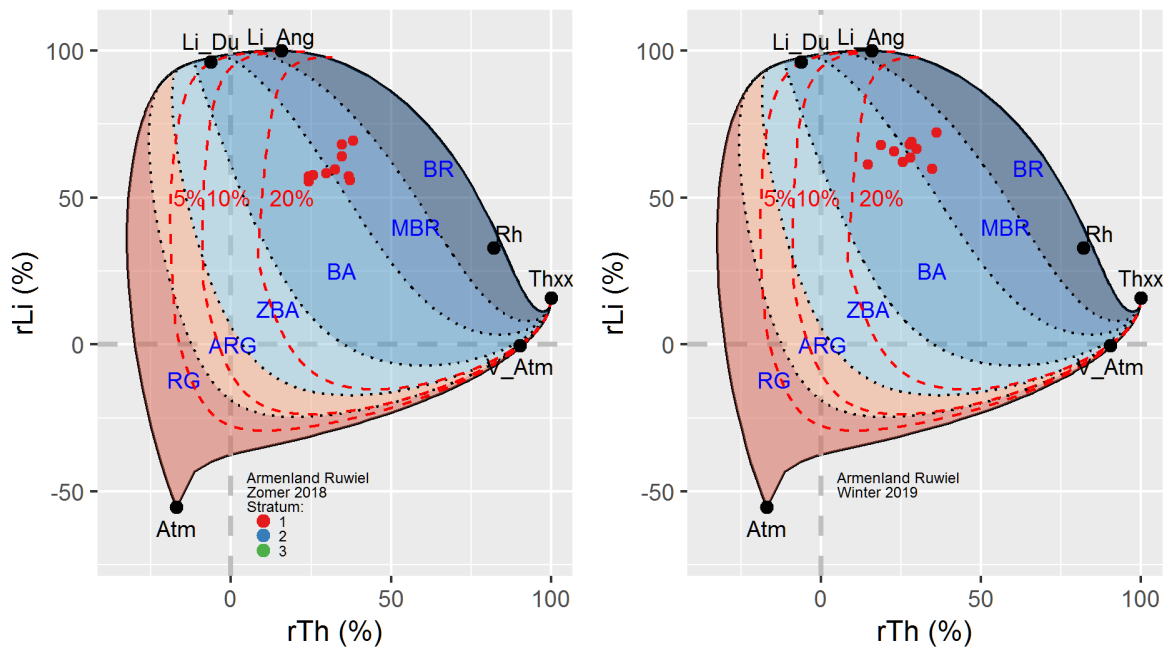
Tabel 15 Beoordeling watermonsters Armenland Ruwiel. Ionbalans = verhouding tussen kationen en anionen, MAtm = Verwantschap met Atmosfroof water (Regenwater), MV_atm = Verwantschap met Verontreinigd atmosferoof water, MLi_Ang = Verwantschap met Lithotroof (hard) grondwater, MRh = Verwantschap met Rijnwater, MixLi = Het watertype volgens de beoordeling in Figuur 4, Voldoet = beoordeling of dit watertype voldoet aan de abiotische randvoorwaarden in Tabel 8, MixRh = Percentage bijmenging van Rijnwater bij het watertype.

Monster	Ion-Balans	dEC	MAtm	MV_atm	MLi_Ang	MRh	MixLi	Voldoet	MixRh
Hoofdstratum 1 16Aa1b									
AR-0-1 2018	6.2	11.1	-47.2	33.8	85.9	73.8	BR	0	>20
AR-0-1 2019	-13.4	-29.1	-10.1	-32.1	62.6	23.6	RG	0	<5
AR-1-1 2018	5.3	2.4	-45.4	13.7	90.2	62.1	BR	0	>20
AR-1-1 2019	-22.9	-2.8	-29.3	-19.5	74.8	29.1	ZBA	-1	5-10

De similariteitsdiagrammen voor de watermonsters uit dit gebied staan in Figuur 6, Tabel 15 geeft een samenvatting van de beoordeling. Armenland Ruwiel is voor het grondwater volledig afhankelijk van inlaatwater en neerslagwater. Door diepe droogmakerijen in de omgeving is er vooral sprake van wegzijging, inlaatwater wordt via een aanvoersloot voorgezuiverd (Van den Berg et al., 2010). De waterkwaliteit in de watermonsters voldoet over het algemeen niet goed op de bemonsterde locaties. Er is een duidelijk verschil tussen de zomer- en wintersituatie, waardoor het gemiddeld genomen wel voldoet.

- In de zomer van 2018 hebben beide monsters door inlaat tijdens de droge zomer een grote verwantschap met 'Basenrijk grondwater' (BR), maar ook met 'Rijnwater' (Rh >20%). Dit watertype is te basenrijk voor het doelttype.
- In de winter van 2019 komt bij AR-1-1 'Zeer basenarm grondwater' (ZBA) voor, wat suboptimaal aan de zure kant is voor het doelttype. Er is ook nog wel enige invloed van 'Rijnwater' herkenbaar.
- Bij AR-0-1 is in de winter 'Regenwater' (RG) dominant in de watersamenstelling, wat ongeschikt is voor het doelttype.

Beoordeling boorgaten



Figuur 7 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de boorgatmetingen uit Armenland Ruwiel met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden optimaal: BA, suboptimaal: ZBA-MBR.

De verschillen tussen de watermonsters uit de zomer en de winter (Figuur 6) komen niet tot uiting bij de vergelijking van de voorspelde verwantschappen in de boorgaten (Figuur 7). Voor de boorgaten vallen alle metingen in de watertypen BA (optimaal) en MBR (suboptimaal). Daarmee voldoet, afhankelijk van het seizoen, 40 à 50% van de oppervlakte aan het strenge criterium en 100% aan het minder strenge.

5.1.3 Conclusie

Volgens het strenge criterium voor de grondwaterstanden is de doelrealisatie in Armenland Ruwiel niet optimaal: 45% van de oppervlakte heeft een optimale GVG, bij het minder strenge criterium is dat 82% en is de doelrealisatie uitstekend. In vergelijking met 2013 zijn deze percentages toegenomen met 5 en 20% en is er dus verbetering opgetreden. Dat is zeker het geval als bedacht wordt dat het deel dat in 2013 niet geschikt was, te droog was en er nu juist aan de natte kant wat suboptimale omstandigheden optreden.

De waterkwaliteit geeft een wisselend beeld. In de watermonsters van de zomer van 2018 wordt een te basenrijk watertype aangetroffen met enige beïnvloeding van rivierwater, terwijl in de winter van 2019 het watertype juist meer regenwaterachtig is. Deze verschillen vallen weg in de watertypen die voor de boorgaten zijn voorspeld, waardoor volgens het strenge criterium sprake is van een beperkte doelrealisatie: 40 à 50% voldoet aan het optimale watertype, terwijl de rest aan de suboptimaal basenrijke kant is. Bij het minder strenge criterium voldoen alle boorgaten aan de randvoorwaarden.

Volgens het strenge criterium is Armenland Ruwiel iets aan de natte kant met relatief basenrijk water, bij het minder strenge criterium is de doelrealisatie in het gebied uitstekend. Sinds 2013 is er een lichte verbetering opgetreden.

5.2 De Bijleveld

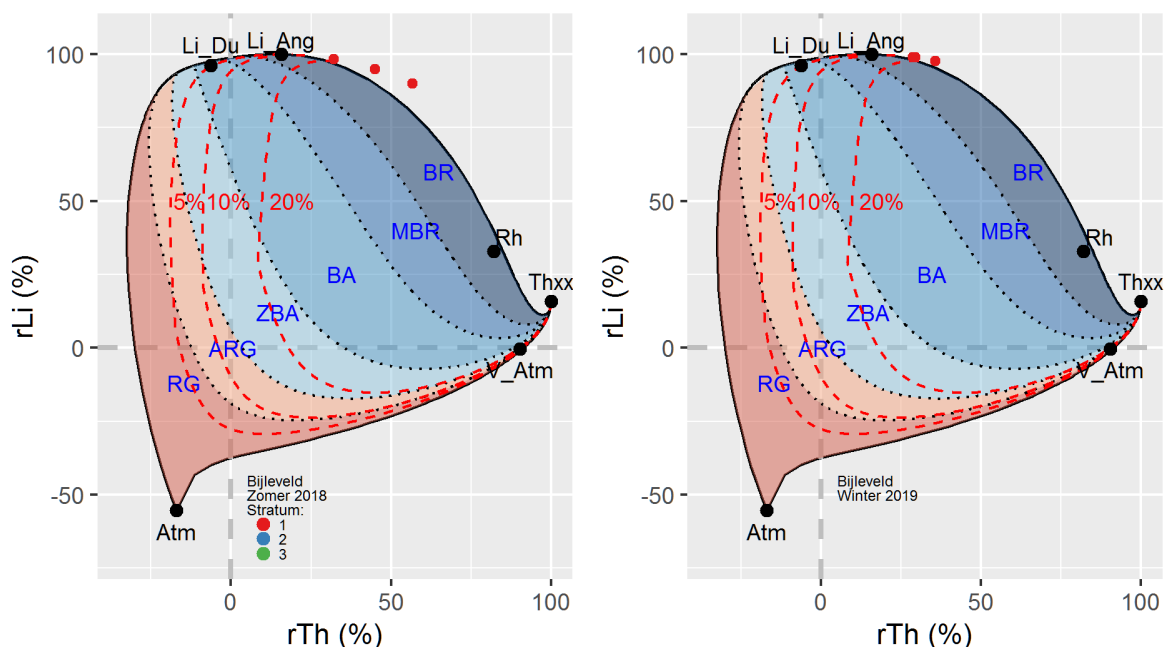
5.2.1 Kwantitatieve verdroging per stratum

In hoofdstratum 1 voldoet de GVG slecht (matig tot zeer slecht) aan de strenge randvoorwaarden voor het optimale bereik van het doeltypetype 9Ba5 (Associatie van Bonte paardenstaart en Moeraswespenorchis). In vergelijking met 2013 is de GVG in een groot deel van het stratum wel wat ondieper geworden. Bij de minder strenge criteria waarbij ook het suboptimale bereik is meegenomen, zijn de doelrealisaties voor GVG wat beter: matig (zeer slecht tot goed). De GLG voldoet wel uitstekend. Daarbij is sinds 2013 voor de strenge norm de oppervlakte met een uitstekende doelrealisatie met 10% afgenomen door vernatting.

In hoofdstratum 2 met 43Aa5 (Vogelkers-essenbos) is de doelrealisatie voor GVG iets beter: matig (zeer goed tot zeer slecht). Bij de GLG is de doelrealisatie juist afgenomen als gevolg van vernatting, waar dit type bos niet goed tegen kan.

5.2.2 Kwalitatieve verdroging per stratum

Beoordeling watermonsters



Figuur 8 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de watermonsters uit De Bijleveld met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR.

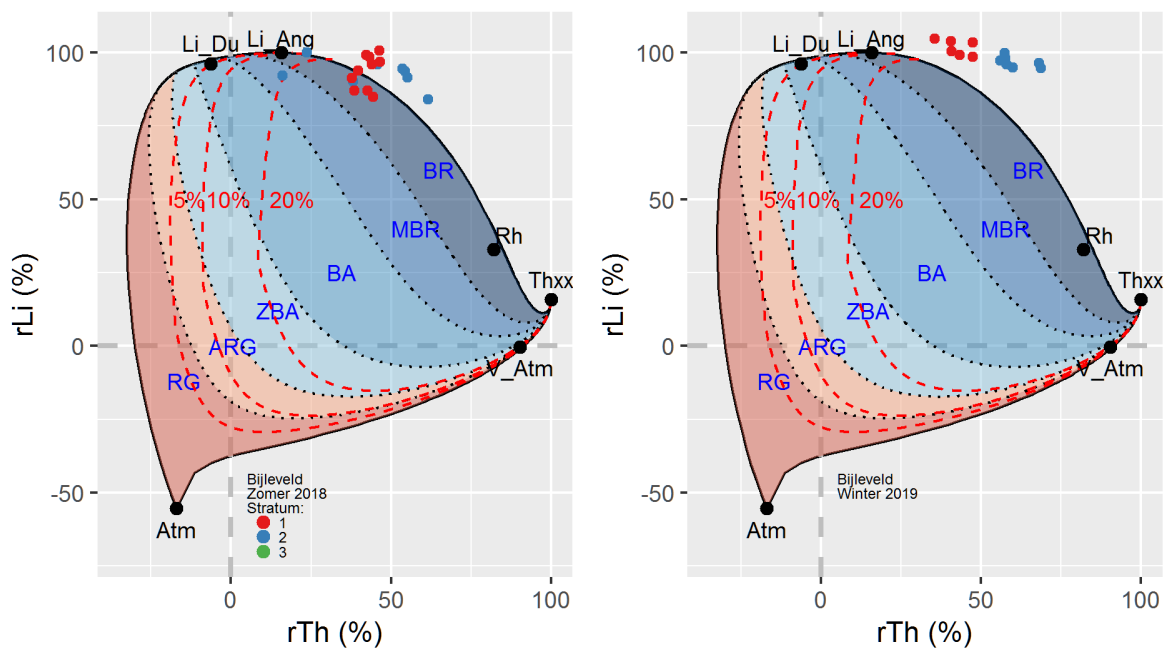
Tabel 16 Beoordeling watermonsters De Bijleveld. Ionbalans = verhouding tussen kationen en anionen, MAtm = Verwantschap met Atmosfroof water (Regenwater), MV_atm = Verwantschap met Verontreinigd atmosferoof water, MLi_Ang = Verwantschap met Lithotroof (hard) grondwater, MRh = Verwantschap met Rijnwater, MixLi = Het watertype volgens de beoordeling in Figuur 4, Voldoet = beoordeling of dit watertype voldoet aan de abiotische randvoorwaarden in Tabel 8, MixRh = Percentage bijmenging van Rijnwater bij het watertype.

Monster	IonBalans	dEC	MAtm	MV_atm	MLi_Ang	MRh	MixLi	Voldoet	MixRh
Hoofdstratum 1 9Ba5									
BV-6-2 2018	1.6	14.9	-55.9	38.3	90.1	61.2	BR	2	>20
BV-6-2 2019	1.4	3.4	-57.5	11.0	99.0	41.8	BR	2	10-20
BV-8-2 2018	2.7	4.9	-56.7	14.2	98.3	46.0	BR	2	10-20
BV-8-2 2019	0.4	4.0	-57.3	11.6	98.9	43.6	BR	2	10-20
BV-9-2 2018	1.8	5.4	-59.4	25.9	95.0	52.4	BR	2	>20
BV-9-2 2019	1.1	5.6	-60.0	17.0	97.5	45.8	BR	2	>20

De similariteitsdiagrammen voor de watermonsters uit dit gebied staan in Figuur 8, Tabel 16 geeft een samenvatting van de beoordeling. In De Bijleveld is alleen hoofdstratum 1 bemonsterd. Het grondwater is vooral bepaald door neerslagwater en zwakke kwel in de zomer (Van den Berg et al., 2010). Aanvoer van rivierwater vindt niet plaats, mogelijk is er enige infiltratie vanuit het riviertje De Bijleveld.

- De waterkwaliteit komt in alle drie de locaties in beide perioden overeen met 'Basenrijk grondwater' (BR) en voldoet daarmee optimaal aan de randvoorwaarden van het doeltype.
- Het aandeel 'Rijnwater' (Rh) is matig tot hoog door zijdelingse infiltratie vanuit het riviertje De Bijleveld, vooral in de zomer.

Beoordeling boorgaten



Figuur 9 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de boorgatmetingen uit De Bijleveld met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR; hoofdstratum 2 optimaal: ZBA, suboptimaal: ARG-BA.

Net als in de watermonsters kunnen alle boorgatmetingen in hoofdstratum 1 als Basenrijk (BR) beschouwd worden, waardoor in 100% van het stratum aan de randvoorwaarden voldaan wordt. In hoofdstratum 2 is één boorgatmeting in de zomer als MBR beoordeeld, de rest als BR. Omdat het doeltype 43Aa5 een veel basenarmer watertype vereist (optimaal ZBA, suboptimaal RGA tot BA), is het hele stratum als ongeschikt (te basenrijk) beoordeeld voor het doeltype.

5.2.3 Conclusie

De resultaten van de stambuisregressie geven aan dat in een deel van De Bijleveld de GVG en GLG ondieper zijn geworden, al is vooral de GLG ook in een deel dieper te komen liggen. De GVG voldoet in 2019 enigszins beter aan de randvoorwaarden voor het doeltype dan in 2013, terwijl bij de GLG een lichte teruggang is waar te nemen. Hierbij moeten echter de onzekerheidsmarges in acht worden genomen.

In hoofdstratum 2 passen de grondwaterstanden, maar vooral ook het watertype niet goed bij de randvoorwaarden voor het doeltype. Hier zou een ander doeltype, zoals 39Aa2 (Elzenzegge-elzenbroek), wellicht beter passen.

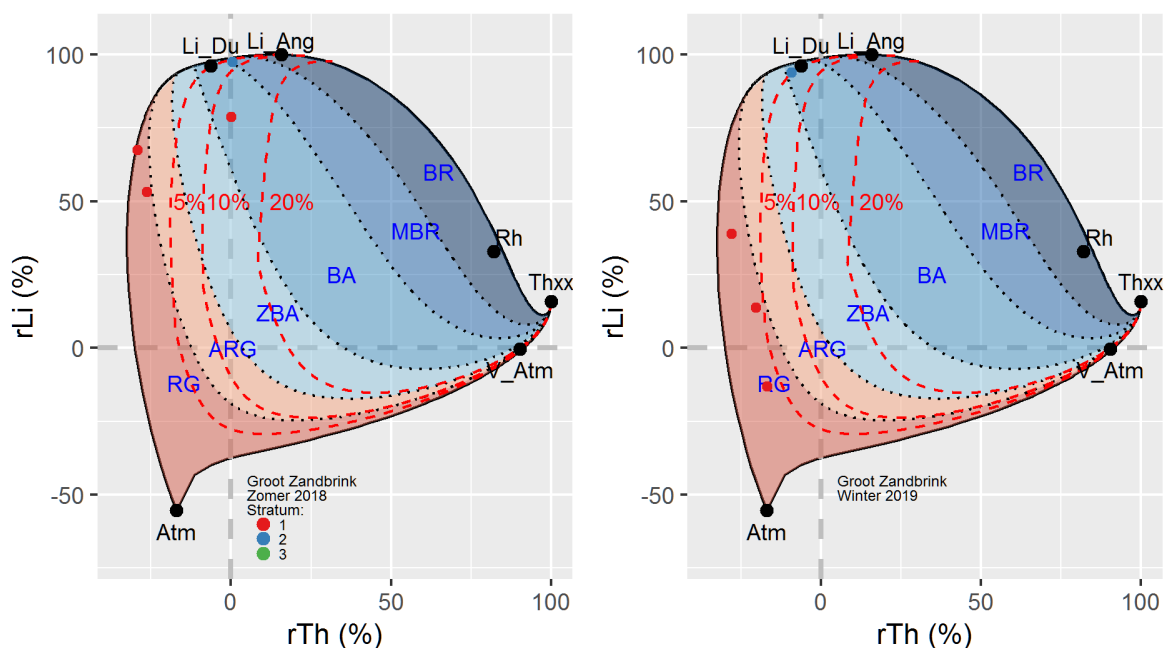
5.3 Groot Zandbrink

5.3.1 Kwantitatieve verdroging per stratum

Voor de doeltypen in dit gebied zijn er geen randvoorwaarden gedefinieerd voor de GLG. Bij toepassing van de strenge randvoorwaarden voor GVG hebben de hoofdstrata: 1) 11Aa2 Associatie van Gewone dopheide, 2) 16Aa1d Blauwgrasland, subassociatie met Parnassia, respectievelijk een slechte en zeer slechte doelrealisatie, bij toepassing van de minder strenge randvoorwaarden is dat matig en slecht. Hier is overal sprake van te diepe GVG's en dus een sterke verdroging. Wel is het areaal met te droge GVG's verkleind ten opzichte van 2013: 16 tot 20% in hoofdstratum 1 en 8 tot 11% in hoofdstratum 2.

5.3.2 Kwalitatieve verdroging per stratum

Beoordeling watermonsters



Figuur 10 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de watermonsters uit Groot Zandbrink met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 optimaal: RG, suboptimaal: RG-ARG; hoofdstratum 2 optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR.

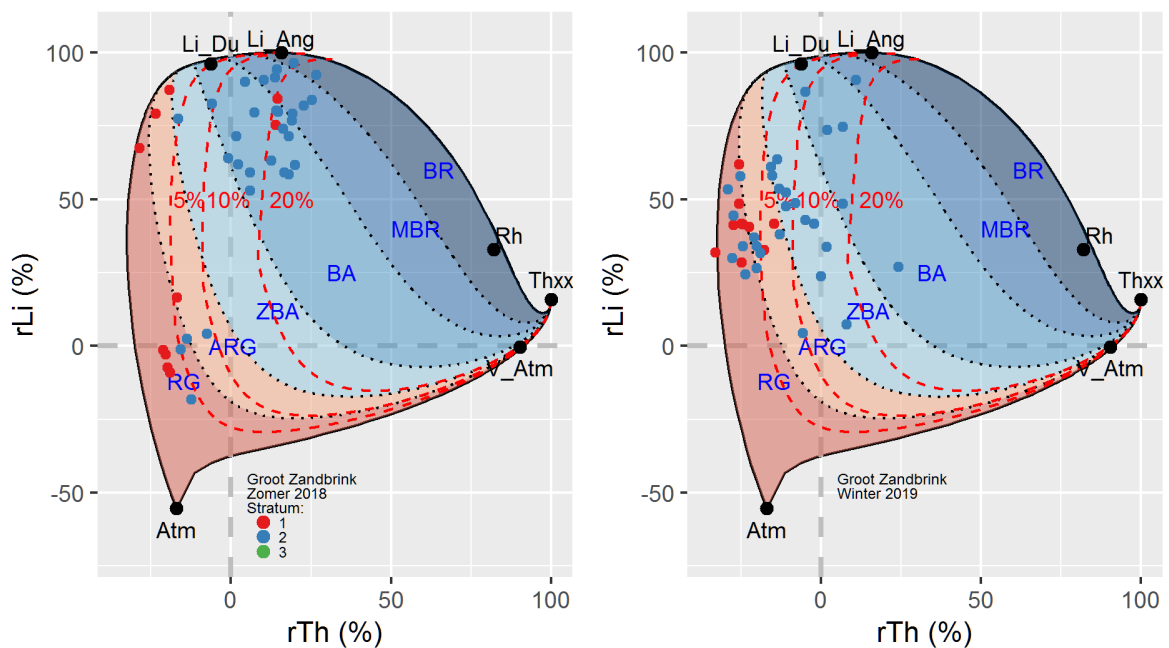
Tabel 17 Beoordeling watermonsters Groot Zandbrink

Monster	IonBalans	dEC	MAtm	MV_atm	MLi_Ang	MRh	MixLi	Voldoet	MixRh
Hoofdstratum 1 11Aa2									
GZ-0-2 2018	-56.4	-4.5	-46.9	-11.4	78.7	8.5	BA	0	10-20
GZ-0-2 2019	-37.5	-18.6	13.1	-18.9	38.9	-0.4	RG	2	<5
GZ-1-1 2018	-18.5	-9.8	-18.9	-31.9	67.3	4.3	RG	2	<5
GZ-1-1 2019	-20.5	-1.2	24.4	-17.7	13.7	23.0	RG	2	<5
GZ-3-1 2018	-20.1	-1.7	-11.0	-29.0	53.2	9.7	RG	2	<5
GZ-3-1 2019	1.6	8.3	40.0	-9.7	-13.1	23.6	RG	2	<5
Hoofdstratum 2 16Aa1d									
GZ-6-2 2018	-9.2	-3.3	-56.4	-16.0	97.5	19.5	MBR	2	5-10
GZ-6-2 2019	-12.6	-2.7	-34.8	-13.5	93.8	14.8	BA	-1	<5

De similariteitsdiagrammen voor de watermonsters uit dit gebied staan in Figuur 10, Tabel 17 geeft een samenvatting van de beoordeling.

- Het grootste hoofdstratum (1) betreft vochtige heide (11Aa2) waarvoor 'Regenwater' (RG) het optimale watertype vormt. Met uitzondering van de zomerbemonstering van GZ-0-2 voldoen alle watermonsters daar prima aan.
- Bij GZ-0-2 wordt in de zomer een meer 'Basenarm' watertype (BA) gevonden, wat eigenlijk te basenrijk is voor Vochtige heide. Het kan ook het gevolg zijn van indikking van het aanwezige grondwater in de droge hete zomer van 2018, waardoor de verwantschap met 'Rijnwater' (Rh) hoog is. De ionenbalans laat hier ook een sterke onbalans zien met overmaat voor de anionen, waarschijnlijk door de hoge concentratie bicarbonaat (Bijlage 1). Ook andere ionconcentraties zijn in dit monster hoger dan in andere monsters binnen dit stratum.
- Binnen hoofdstratum 2, met 16Aa1d als doeltype, is één locatie bemonsterd in het noordwestelijke schraallandje. In de zomer is het watertype 'Matig basenrijk' (MBR) en daarmee optimaal voor het doeltype, maar er is ook sprake van enige beïnvloeding door landbouwwater. In de winter wordt dit water wat verdund door regenwater en komt meer 'Basenarm' water (BA) voor. Dat is suboptimaal voor het doeltype.

Beoordeling boorgaten



Figuur 11 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de boorgatmetingen uit Groot Zandbrink met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019.

Randvoorwaarden hoofdstratum 1 optimaal: RG, suboptimaal: RG-ARG; hoofdstratum 2 optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR.

De boorgatmetingen in hoofdstratum 1 vallen grotendeels in het watertype RG (Regenwater, optimaal) of ARG (Aangerijkt regenwater, suboptimaal), met uitzondering van twee zomermetingen die als BA (Basenarm) of MBR (Matig basenrijk) beoordeeld zijn, wat te basenrijk is voor 11Aa2, maar wel in het suboptimale bereik van 16Aa1d valt. De watertypen in de winter komen beter overeen met de randvoorwaarden dan de watertypen in de zomer.

Voor stratum 2 komt het watertype in de zomer redelijk overeen met de randvoorwaarden voor 16Aa1d (optimaal MBR of BR, suboptimaal BA), waarbij relatief veel punten in het suboptimale bereik liggen. In de winter verschuift door verdunning met neerslagwater het watertype sterk naar de basenarme varianten, waardoor dan een klein deel van de boorpunten voldoet.

5.3.3 Conclusie

De uitgebreide maatregelen in en rond Groot Zandbrink hebben een zekere verbetering opgeleverd voor het areaal dat voldoet aan de randvoorwaarden voor de GVG voor de doeltypen, maar de doelrealisatie is nog zeer slecht tot slecht volgens het strenge criterium en slecht tot matig bij het minder strenge criterium.

De waterkwaliteit voor vochtige heide (11Aa2) in hoofdstratum 1 voldoet matig tot zeer goed aan de randvoorwaarden, omdat het een sterk regenwaterachtig karakter heeft. Voor hoofdstratum 2 vraagt het doeltypen 16Aa1d een veel basenrijker watertype, dat in de winter niet aanwezig is. Dat is goed te verklaren door de relatief grote bergingscapaciteit voor regenwater in de bodem en de maatregelen die erg gericht zijn op conservering van (regen)water. In de zomer is wel een meer gebufferd watertype aanwezig, maar gezien de relatief diepe GLG's zal dit weinig invloed hebben in de wortelzone. Zoals uit langdurige monitoring van het gebied gebleken is (Van Delft et al., 2003), is het wegvangen van diepere kwel door ontwatering in de omgeving de grootste belemmering voor het duurzaam in stand houden van de blauwgraslanden in Groot Zandbrink. Interne maatregelen zullen bij kunnen dragen aan het verhogen van grondwaterstanden, maar het conserveren van regenwater leidt tot verzuring. Als door externe maatregelen de drainagebasis verhoogd kan worden, zal dat positief uitwerken.

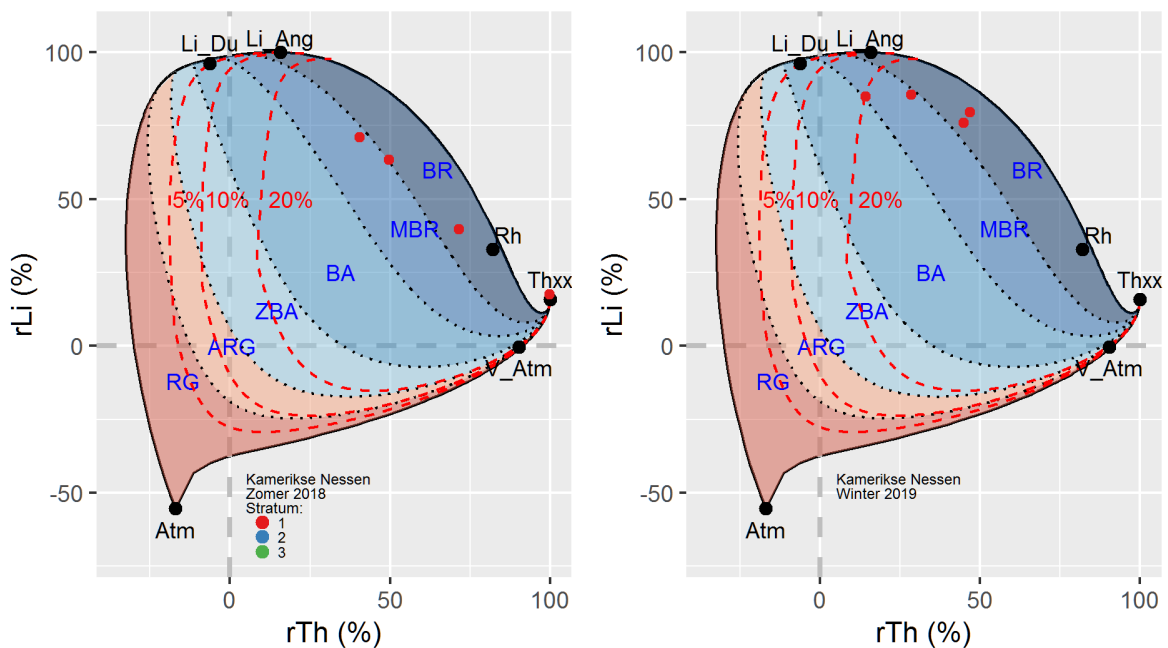
5.4 Kamerikse Nessen

5.4.1 Kwantitatieve verdroging per stratum

Voor dit gebied met doeltypen 9Aa3 Associatie van Moerasstruisgras en zompzegge is – uitgaande van de strenge randvoorwaarden – de GLG-situatie als niet verdroogd te karakteriseren, wat een verbetering is ten opzichte van 2013. De GVG-situatie is anno 2019 ook niet verdroogd bij strenge voorwaarden. Hiermee is de situatie sterk verbeterd ten opzichte van 2013, waar het gebied op GVG nog werd ingeschat als verdroogd tot sterk verdroogd.

5.4.2 Kwalitatieve verdroging per stratum

Beoordeling watermonsters



Figuur 12 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de watermonsters uit Kamerikse Nessen met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 optimaal: ZBA-BA, suboptimaal: ARG-MBR.

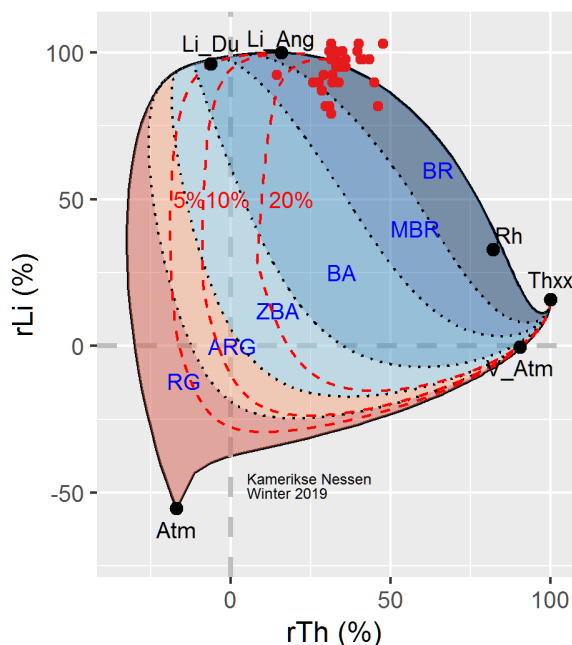
Tabel 18 Beoordeling watermonsters Kamerikse Nessen. Ionbalans = verhouding tussen kationen en anionen, MAtm = Verwantschap met Atmosfäär water (Regenwater), MV_atm = Verwantschap met Verontreinigd atmosferisch water, MLi_Ang = Verwantschap met Lithotroof (hard) grondwater, MRh = Verwantschap met Rijnwater, MixLi = Het watertype volgens de beoordeling in Figuur 4, Voldoet = beoordeling of dit watertype voldoet aan de abiotische randvoorwaarden in Tabel 8, MixRh = Percentage bijmenging van Rijnwater bij het watertype.

Monster	IonBalans	dEC	MAtm	MV_atm	MLi_Ang	MRh	MixLi	Voldoet	MixRh
Hoofdstratum 1 9Aa3									
KN-10-1 2018	13.3	72.6	-17.9	90.0	17.5	82.7	BR	0	>20
KN-10-1 2019	-3.1	-3.4	-28.0	4.0	84.8	55.4	MBR	1	>20
KN-11-2 2018	-8.0	1.0	4.8	69.8	39.8	97.8	BR	0	>20
KN-11-2 2019	1.2	6.1	-39.8	29.0	79.6	75.6	BR	0	>20
KN-3-2 2018	5.9	-0.6	-31.5	23.6	71.0	77.3	MBR	1	>20
KN-3-2 2019	9.6	3.5	-30.9	30.3	75.8	78.9	BR	0	>20
KN-6-1 2018	10.7	0.5	-22.9	35.2	63.4	85.7	BR	0	>20
KN-6-1 2019	0.8	-1.2	-42.3	10.6	85.4	60.3	MBR	1	>20

De similariteitsdiagrammen voor de watermonsters uit dit gebied staan in Figuur 12, Tabel 18 geeft een samenvatting van de beoordeling. Omdat de Kamerikse Nessen zich hoog boven de omgeving bevinden, wordt de waterkwaliteit geheel bepaald door regenwater en infiltrerend rivierwater uit de Grecht. Ook vinden periodiek inundaties vanuit de Grecht plaats (Van den Berg et al., 2010):

- Het grondwater in de bemonsterde locaties is overall 'Basenrijk' (BR) of 'Matig basenrijk' (MBR) met een grote component 'Rijnwater' (Rh >20%).
- In de zomer is het aandeel Rh groter dan in de winter door indikking en capillaire nalevering.
- Voor het doeltypen 9Aa3 is het water te basenrijk: BR is ongeschikt, MBR suboptimaal.
- Voor andere doeltypen als 16Aa1d of 16Ab4 is deze basenrijkdom juist optimaal. Deze vegetatietypen komen dan ook voor in het gebied (Van den Berg et al., 2010).

Beoordeling boorgaten



Figuur 13 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de boorgatmetingen uit Kamerikse Nessen met referentiewatertypen; voor de winter van 2019, voor de zomer van 2018 waren geen pH- en EC metingen in boorgaten beschikbaar. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 optimaal: ZBA-BA, suboptimaal: ARG-MBR.

Ook voor de boorgatmetingen blijkt het water in alle boorgaten in de winter als BR en MBR beoordeeld te moeten worden. Dat is (veel) te baserijk voor het doelttype 9Aa3, maar past wel prima bij 16Aa1d of 16Ab4.

5.4.3 Conclusie

De grondwaterstanden in Kamerikse Nessen voldoen uitstekend voor het doelttype en lijken zelfs wat verbeterd ten opzichte van 2013. Het watertype is echter veel te baserijk voor 9Aa3 Associatie van Moerasstruisgras en zompzegge. Het lijkt daarom logisch om hier andere doeltypen te hanteren, zoals 16Aa1d of 16Ab4, waarvoor de randvoorwaarden voor grondwaterstanden vergelijkbaar zijn. Uit de beschikbare gegevens kunnen wij niet afleiden waarom dit water baserijk is.

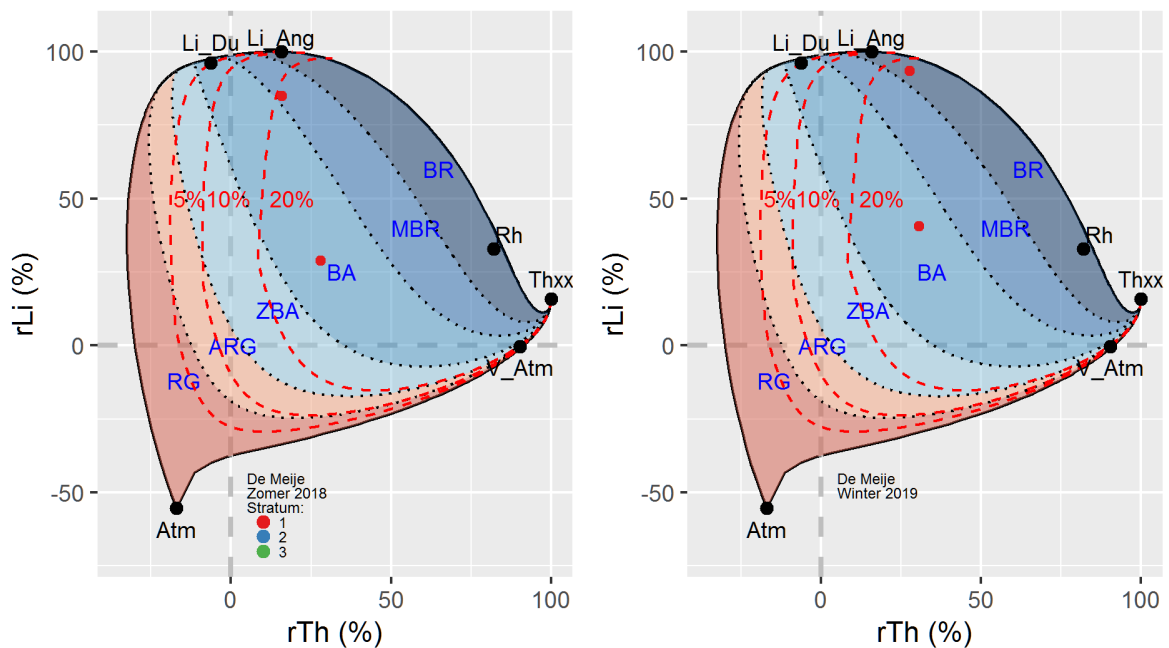
5.5 De Meije

5.5.1 Kwantitatieve verdroging per stratum

Het doelttype 16Aa1b Blauwgrasland, typische subassociatie: de GVG-situatie voldoet voor dit type bij toepassing van de strenge randvoorwaarden goed (matig tot zeer goed) en bij toepassing van de minder strenge randvoorwaarden uitstekend. Een klein deel van de oppervlakte is suboptimaal aan de droge kant. Voor de GLG gelden hier geen randvoorwaarden. De situatie is verbeterd ten opzichte van 2013 toen een groter deel verdroogd was.

5.5.2 Kwalitatieve verdroging per stratum

Beoordeling watermonsters



Figuur 14 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de watermonsters uit De Meije met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 optimaal: BA, suboptimaal: ZBA-MBR.

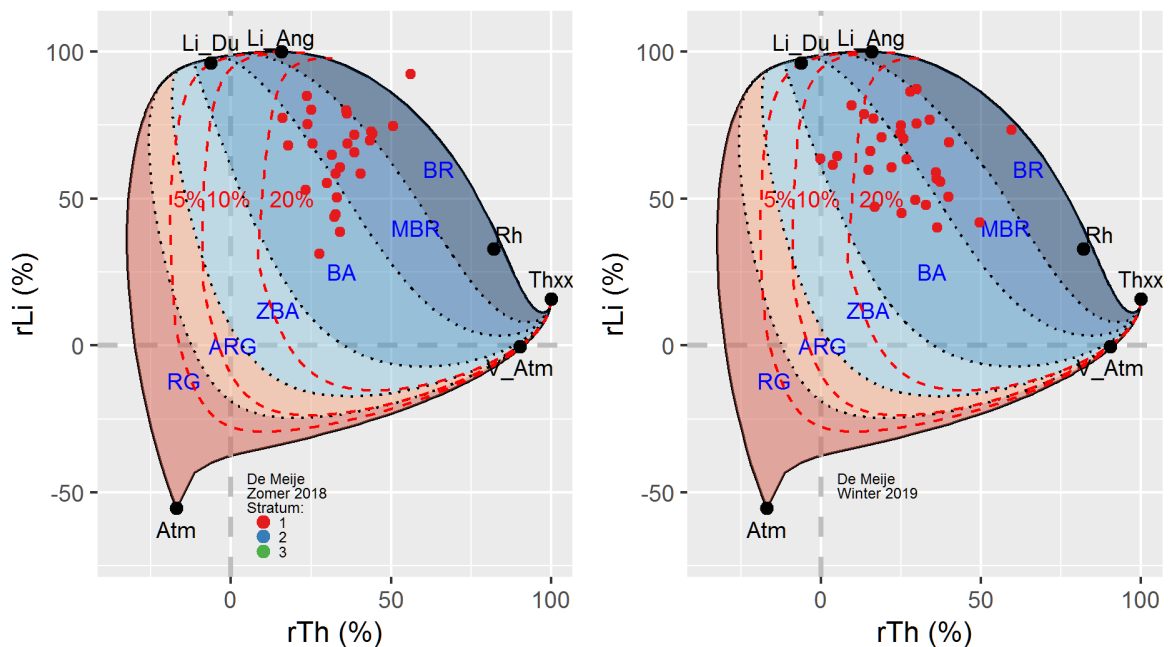
Tabel 19 Beoordeling watermonsters De Meije. Ionbalans = verhouding tussen kationen en anionen, MAtm = Verwantschap met Atmosfäär water (Regenwater), MV_atm = Verwantschap met Verontreinigd atmosferisch water, MLi_Ang = Verwantschap met Lithotroof (hard) grondwater, MRh = Verwantschap met Rijnwater, MixLi = Het watertype volgens de beoordeling in Figuur 4, Voldoet = beoordeling of dit watertype voldoet aan de abiotische randvoorwaarden in Tabel 8, MixRh = Percentage bijmenging van Rijnwater bij het watertype.

Monster	IonBalans	dEC	MAtm	MV_atm	MLi_Ang	MRh	MixLi	Voldoet	MixRh
Hoofdstratum 1 16Aa1b									
ME-0-2 2018	0.7	1.8	25.0	51.3	28.9	29.9	BA	2	>20
ME-0-2 2019	0.8	3.7	13.2	49.2	40.5	31.6	BA	2	>20
ME-12-1 2018	10.8	1.4	-36.7	0.4	84.9	54.4	MBR	1	>20
ME-12-1 2019	4.7	2.5	-50.1	10.0	93.5	54.1	BR	0	>20

De similariteitsdiagrammen voor de watermonsters uit dit gebied staan in Figuur 14, Tabel 19 geeft een samenvatting van de beoordeling. Het grondwater wordt sterk bepaald door het oppervlaktewater. Wegzijing overheerst en de peilen zijn hoog (Van den Berg et al., 2010). De schraallanden hebben een eigen inlaat vanuit het riviertje de Meije. Een overschot aan oppervlaktewater wordt weer op de Meije geloosd.

- Boring ME-0-2 heeft het hele jaar 'Basenarm' grondwater (BA), wat optimaal is voor het doeltype 16Aa1b.
- Bij boring ME-12-1 is het water in de zomer 'Matig basenrijk' (MBR) en daarmee suboptimaal en in de winter 'Basenrijk' (BR), waardoor het ongeschikt zou zijn voor dit doeltype. Beide monsters vallen dan wel in het optimale bereik voor de andere subassociatie van blauwgrasland: 16Aa1d.
- In alle monsters is een duidelijke component van 'Rijnwater' (Rh) aanwezig als gevolg van de inlaat van water uit De Meije.

Beoordeling boorgaten



Figuur 15 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de boorgatmetingen uit De Meije met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 optimaal: BA, suboptimaal: ZBA-MBR.

In de zomer is in 33% van de boorgaten het watertype optimaal voor 16Aa1b (BA) en een groot deel suboptimaal (MBR). In de winter vindt door verdunning met regenwater een verschuiving plaats naar BA. De watertypen in De Meije lijken eerder geschikt voor 16Aa1d.

5.5.3 Conclusie

De GVG's voldoen over het algemeen uitstekend voor het doeltypen 16Aa1b, maar het watertype is in een aantal gevallen te basenrijk. Daarmee is het terrein eerder geschikt voor de andere subassociatie van het blauwgrasland: 16Aa1d, Blauwgrasland, subassociatie met Parnassia.

5.6 Meeuwenkampje

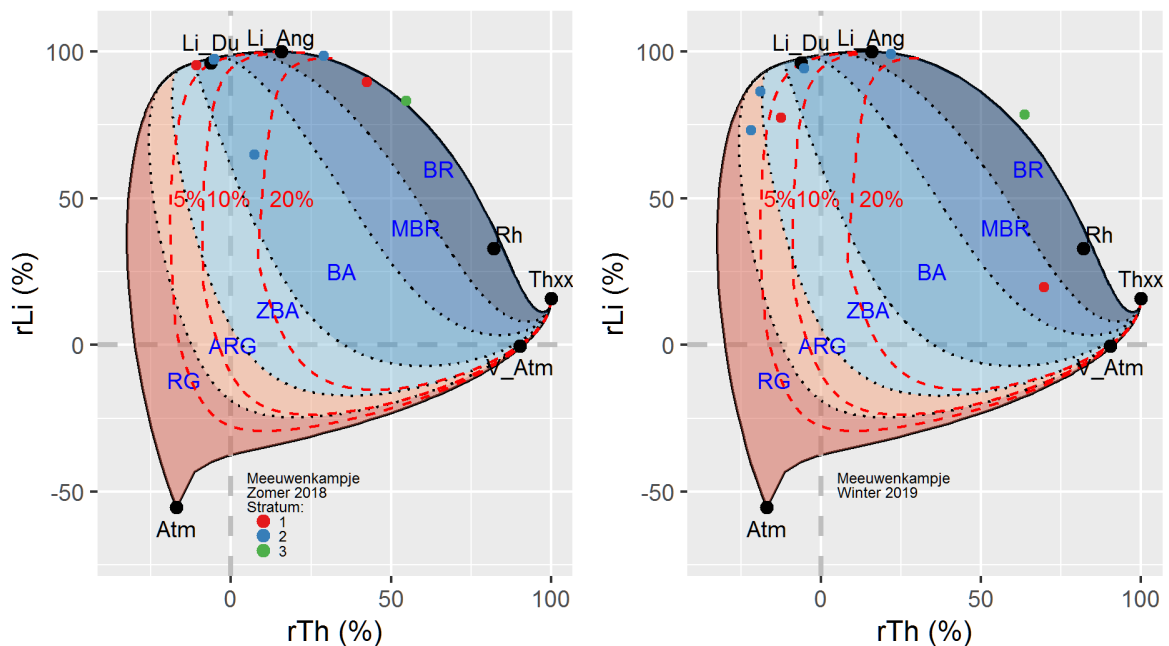
5.6.1 Kwantitatieve verdroging per stratum

Hier gelden alleen randvoorwaarden voor de GVG. Bij toepassing van de strenge randvoorwaarden is de doelrealisatie in hoofdstratum 1 en 2 (16Aa1b Blauwgrasland, typische subassociatie) zeer slecht en in hoofdstratum 3 (16Aa1d Blauwgrasland, subassociatie met Parnassia) slecht. Overal is de GVG te diep voor deze doeltypen en is sprake van sterke verdroging tot zeer sterke verdroging. Bij toepassing van minder strenge randvoorwaarden is de doelrealisatie slecht en is er sprake van sterke verdroging.

In vergelijking met 2013 zijn de GVG's in hoofdstratum 1 (ten noorden van het spoor) en 3 (ten zuiden van het spoor, tegen het spoor aan) verder gedaald en is het areaal waar aan de randvoorwaarden voldaan wordt sterk afgenomen. In hoofdstratum 2, het grootste hoofdstratum ten zuiden van de spoorlijn, zijn GVG-waarden wel wat gestegen (1 à 2 dm) en is de oppervlakte van het deel waar wel aan de randvoorwaarden voldaan wordt wat toegenomen (12 tot 16%).

5.6.2 Kwalitatieve verdroging per stratum

Beoordeling watermonsters



Figuur 16 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de watermonsters uit Meeuwenkampje met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 en 2 optimaal: BA, suboptimaal: ZBA-MBR; hoofdstratum 3 optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR.

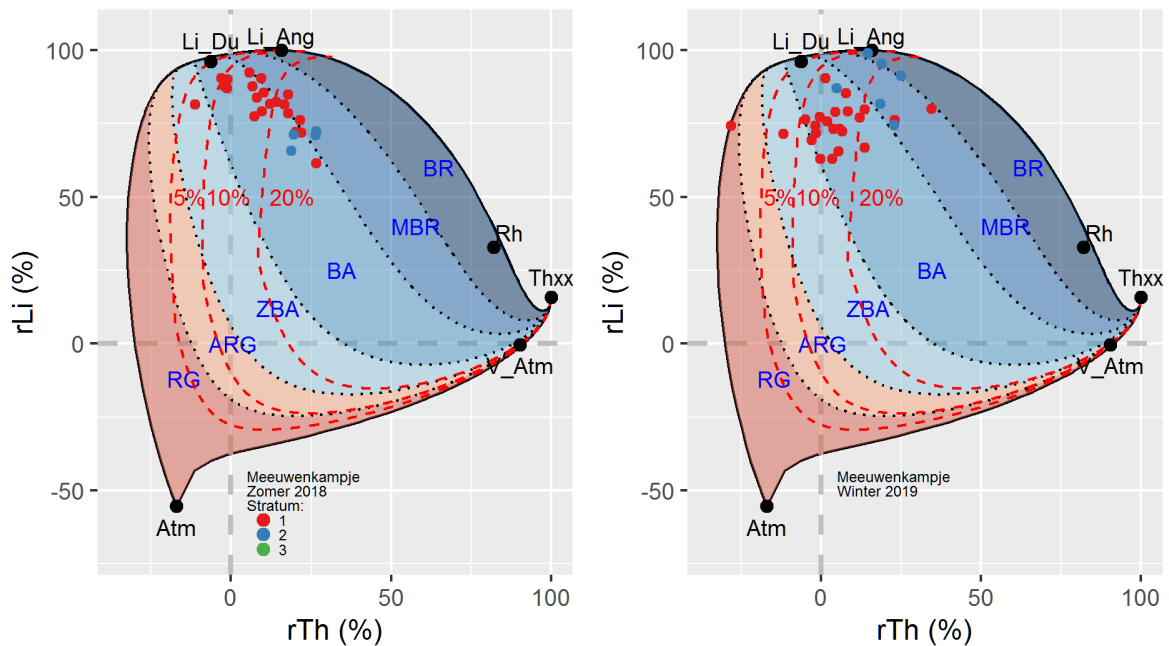
Tabel 20 Beoordeling watermonsters Meeuwenkampje. Ionbalans = verhouding tussen kationen en anionen, MATm = Verwantschap met Atmosfäär water (Regenwater), MV_atm = Verwantschap met Verontreinigd atmosferisch water, MLI_Ang = Verwantschap met Lithotroof (hard) grondwater, MRh = Verwantschap met Rijnwater, MixLi = Het watertype volgens de beoordeling in Figuur 4, Voldoet = beoordeling of dit watertype voldoet aan de abiotische randvoorwaarden in Tabel 8, MixRh = Percentage bijmenging van Rijnwater bij het watertype.

	Monster	IonBalans	dEC	MATm	MV_atm	MLi_Ang	MRh	MixLi	Voldoet	MixRh
Hoofdstratum 1 16Aa1b										
	MK-2-1 2018	-13.0	-2.2	-42.7	-18.8	95.2	8.7	BA	2	<5
	MK-2-1 2019	-1.2	-6.5	-12.1	-6.1	77.3	9.6	ZBA	-1	5-10
	MK-2-2 2018	5.5	7.8	-39.4	31.5	89.5	63.0	BR	0	>20
	MK-2-2 2019	-7.2	4.7	18.7	84.9	19.6	60.3	MBR	1	>20
Hoofdstratum 2 16Aa1b										
	MK-12-2 2018	4.0	-3.2	-54.1	-20.0	97.3	13.9	BA	2	<5
	MK-12-2 2019	0.3	-13.1	-23.6	-19.4	86.3	9.6	ARG	0	<5
	MK-13-2 2018	6.8	6.1	-61.2	10.1	98.5	40.0	BR	0	10-20
	MK-13-2 2019	0.6	3.1	-59.7	4.8	99.1	33.3	BR	0	10-20
	MK-15-2 2018	-4.3	1.0	-53.4	-20.6	97.5	17.3	BA	2	<5
	MK-15-2 2019	1.0	-3.7	-38.7	-12.6	94.2	18.7	BA	2	5-10
	MK-9-1 2018	7.0	3.8	-10.0	-0.2	64.8	59.0	BA	2	10-20
	MK-9-1 2019	-0.2	-11.1	-21.3	-31.0	73.1	27.1	ARG	0	<5
Hoofdstratum 3 16Aa1d										
	MK-23-2 2018	6.3	2.5	-33.1	45.6	83.2	68.3	BR	2	>20
	MK-23-2 2019	-0.3	1.6	-28.0	56.6	78.4	74.6	BR	2	>20

De similariteitsdiagrammen voor de watermonsters uit dit gebied staan in Figuur 16, Tabel 20 geeft een samenvatting van de beoordeling. In het Meeuwenkampje komt in het zuidelijke deel sterk antropogeen beïnvloede kwel voor, in het noorden is eerder sprake van een stagnante situatie (Van den Berg et al., 2010). Diepere kwel komt onvoldoende door de Eemklei heen.

- Hoofdstratum 1 voldoet met 'Basenarm' grondwater alleen bij BR-2-1 in de zomer optimaal voor het doeltypetype 16Aa1b. In de winter is het water daar door bijmenging met regenwater 'Zeer basenarm' (ZBA) en daarmee suboptimaal.
- Bij het andere bemonsterde boorpunt MK-2-2 is het grondwater in de zomer té baserijk (BR) voor het doeltypetype en in de winter nog steeds suboptimaal (MBR). Het is wel optimaal voor het soortenrijkere doeltypetype 16Aa1d.
- MK-2-2 heeft in de winter van 2019 een zeer groot aandeel beïnvloeding door een hoog gehalte sulfaat (630 mg/l), met een lage pH (4.5). Dat is goed te zien in Figuur 16. Dit duidt op pyrietoxidatie (Van den Berg et al., 2010; Van Delft et al., 2005). Omdat in de winter de grondwaterstanden juist hoog zijn, zal dit een gevolg zijn van de droge zomer van 2018 waarin het grondwater wel diep was weggezakt en pyrietoxidatie kon optreden. Tijdens de zomer was het effect van de pyrietoxidatie nog niet te zien, deze moest toen nog op gang komen, of de bijbehorende verzuring kon nog gebufferd worden.
- Hoofdstratum 2 heeft de grootste oppervlakte en een vrij sterk variërende waterkwaliteit. Dat komt ook tot uiting in de grote variatie in vegetatietypen, gekoppeld aan de variatie in kwelinvloed versus regenwaterinvloed binnen het stratum (Jansen & Kemmers 1995, Van den Berg et al., 2010). De helft van de monsters heeft een 'Basenarm' watertype (BA), wat optimaal is voor het doeltypetype 16Aa1b.
- Bij MK-9-1 en MK-12-2 bevat het wintermonster meer regenwater en is het watertype 'Aangerijkt regenwater' (ARG), wat als ongeschikt voor het doeltypetype beschouwd wordt;
- Bij MK-13-2 zijn beide monsters 'Baserijk' (BR) en daarmee ongeschikt voor het doeltypetype, maar wel geschikt voor 16Aa1d. Het aandeel beïnvloeding is hier hoog.
- Ook in hoofdstratum 3 hebben beide monsters 'Baserijk' water (BR), maar omdat hier het doeltypetype de subassociatie met Parnassia van het blauwgrasland (16Aa1d) betreft, voldoet het daarmee optimaal voor dit doeltypetype. Het water heeft wel een vrij sterk aandeel beïnvloeding (Figuur 16).

Beoordeling boorgaten



Figuur 17 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de boorgatmetingen uit Meeuwenkampje met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1 en 2 optimaal: BA, suboptimaal: ZBA-MBR; hoofdstratum 3 optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR. Let op: Omdat voor hoofdstratum 1 geen GLG's berekend konden worden, kon hier geen voorspelling van het watertype gedaan worden. Daardoor is de kleurcodering in de figuur verschoven. De rode stippen staan voor hoofdstratum 2, de blauwe voor hoofdstratum 3.

Over het algemeen voldoet het watertype in de boorgaten van het Meeuwenkampje goed aan de randvoorwaarden van de doeltypen. In de zomer is het percentage met een (sub)optimaal watertype voor de doeltypen wat lager dan in de winter en in hoofdstratum 3 het laagst.

5.6.3 Conclusie

Wat betreft de GVG is de doelrealisatie in het Meeuwenkampje zeer slecht tot slecht en sinds 2013 heeft in hoofdstratum 1 en 3 verdere verdroging plaatsgevonden. In hoofdstratum 2 is wel enige verbetering opgetreden, waarschijnlijk als gevolg van de maatregelen, maar is de doelrealisatie nog steeds zeer slecht. Het afgraven van een deel van de bovengrond heeft het maaiveld wat dichterbij het grondwater gebracht, maar de groeiplaats blijft te droog.

De waterkwaliteit voldoet over het algemeen goed tot zeer goed, maar door de te diepe grondwaterstanden zal dit (zeker in de zomer) niet altijd tot in de wortelzone doordringen.

5.7 Schoolsteegse bosjes

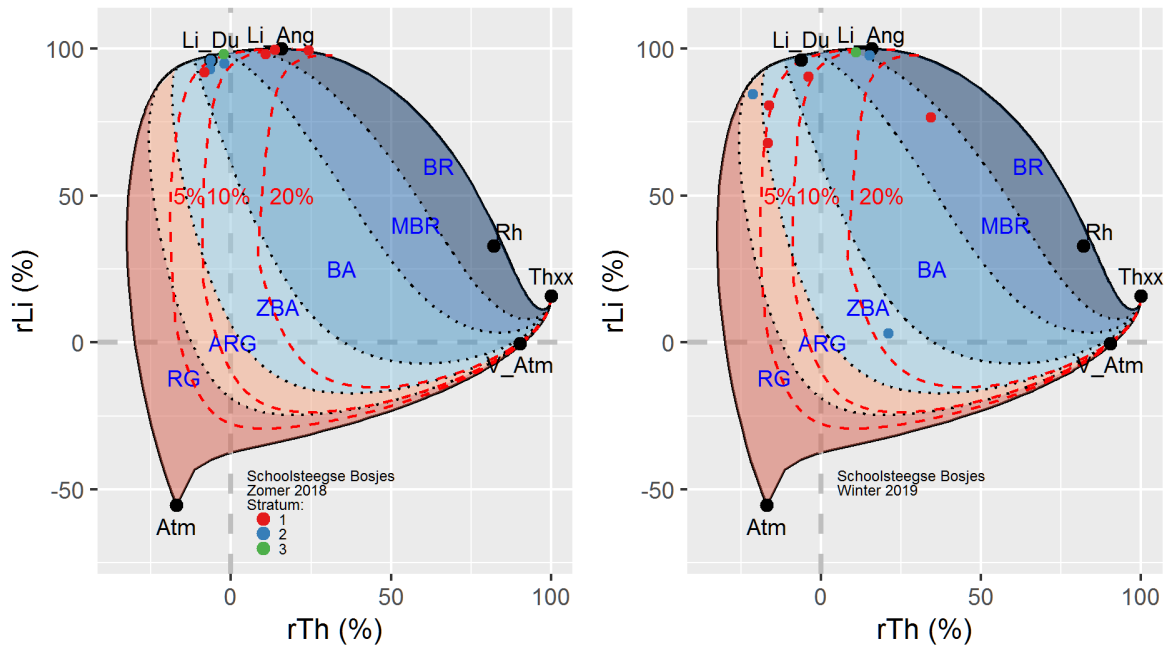
5.7.1 Kwantitatieve verdroging per stratum

Schoolsteegse bosjes is in hoofdstratum 1, 2 en 3 voor de GVG en in mindere mate voor de GLG sterk verdroogd. De doelrealisatie is overal zeer slecht, allen in hoofdstratum 2 is deze voor de minder strenge normen slecht (i.p.v. zeer slecht), omdat de randvoorwaarden voor GVG voor het doeltypen 16Ab4 Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid minder streng zijn dan voor doeltypen 39Aa2 Elzenzegge-elzenbroek in hoofdstratum 1 en 3.

Het doeltypen 43Aa5 Vogelkers-essenbos in hoofdstratum 4 scoort iets minder slecht. Voor de GVG is de doelrealisatie slecht of matig, afhankelijk van de strengheid van de criteria. Omdat dit doeltypen geen ondergrens heeft aan de randvoorwaarden voor GLG is de doelrealisatie voor GLG goed tot zeer goed.

5.7.2 Kwalitatieve verdroging per stratum

Beoordeling watermonsters



Figuur 18 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de watermonsters uit Schoolsteegse bosjes met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1, 2 en 3 optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR.

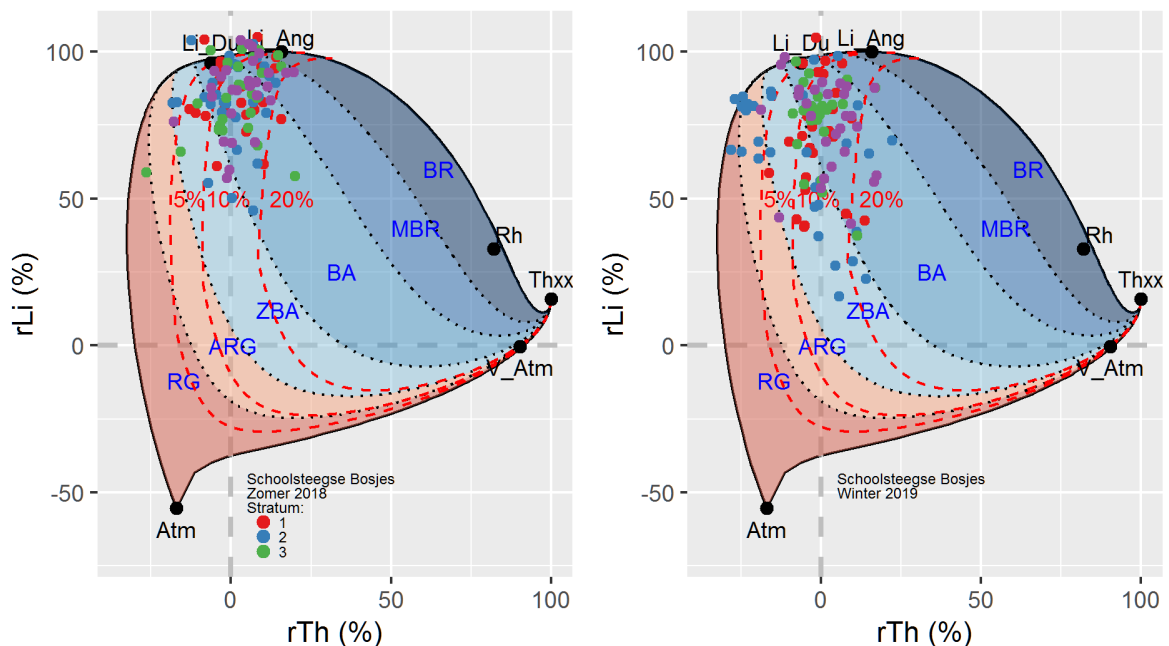
Tabel 21 Beoordeling watermonsters Schoolsteegse Bosjes. Ionbalans = verhouding tussen kationen en anionen, MAtm = Verwantschap met Atmosroof water (Regenwater), MV_atm = Verwantschap met Verontreinigd atmosferoof water, MLi_Ang = Verwantschap met Lithotroof (hard) grondwater, MRh = Verwantschap met Rijnwater, MixLi = Het watertype volgens de beoordeling in Figuur 4, Voldoet = beoordeling of dit watertype voldoet aan de abiotische randvoorwaarden in Tabel 8, MixRh = Percentage bijmenging van Rijnwater bij het watertype.

Monster	IonBalans	dEC	MAtm	MV_atm	MLi_Ang	MRh	MixLi	Voldoet	MixRh
Hoofdstratum 1 16Aa1b									
SB-12-2 2018	6.3	2.2	-56.2	7.2	99.3	40.2	BR	2	10-20
SB-12-2 2019	-29.4	-19.8	-29.9	-21.9	80.5	11.0	ZBA	0	<5
SB-2-1 2018	6.1	2.4	-56.2	-3.8	99.5	34.1	BR	2	5-10
SB-2-1 2019	-42.0	-19.2	-24.1	-20.1	67.8	6.0	ZBA	0	5-10
SB-3-2 2018	12.2	2.8	-41.1	-21.7	91.9	27.4	BA	-1	5-10
SB-3-2 2019	-3.1	-4.8	-22.9	-6.2	90.5	31.7	BA	-1	5-10
SB-8-1 2018	8.0	1.0	-56.0	-7.7	98.1	35.4	MBR	2	10-20
SB-8-1 2019	4.3	0.2	-23.4	24.2	76.5	73.1	MBR	2	>20
Hoofdstratum 2 16Ab4									
SB-15-1 2018	10.1	0.3	-43.9	-14.0	92.9	14.1	BA	-1	5-10
SB-15-1 2019	3.9	-5.4	-31.3	-21.4	84.5	-1.3	ARG	0	<5
SB-20-1 2018	0.8	1.0	-61.2	-19.9	94.8	15.8	BA	-1	5-10
SB-20-1 2019	0.7	2.8	-59.2	-2.9	97.7	34.9	BR	2	10-20
SB-23-2 2018	7.2	2.0	-57.7	-23.9	95.8	15.9	BA	-1	<5
SB-23-2 2019	-3.4	3.2	35.9	26.5	2.9	68.2	ZBA	0	>20
Hoofdstratum 3 39Aa2									
SB-36-2 2018	3.2	2.4	-56.0	-18.9	98.1	19.3	MBR	2	<5
SB-36-2 2019	9.5	4.1	-52.8	-5.0	98.7	34.1	BR	2	10-20

De similariteitsdiagrammen voor de watermonsters uit dit gebied staan in Figuur 18, Tabel 21 geeft een samenvatting van de beoordeling. De Schoolsteegse Bosjes liggen juist oostelijk van de Utrechtse Heuvelrug, op de overgang naar de Gelderse Vallei. Daardoor komt onder het gebied diepe kwel voor, maar de mate waarin deze tot de bovengrond doordringt, hangt af van de variatie in de dikte van de Eemklei (Van den Berg et al., 2010). Uiteraard is de grondwaterstand en de capillaire stijghoogte ook bepalend of water van de juiste kwaliteit tot in de wortelzone kan doordringen.

- De watertypen in de bemonsterde boorgaten variëren sterk, mede door variatie in hoogteligging en bodemopbouw.
- In de zomer komt over het algemeen weinig beïnvloed water voor op de menglijn van Li_Ang naar Atm (Figuur 18). Het water is in de winter, vooral in hoofdstratum 1, sterker beïnvloed.
- In hoofdstratum 1 bevat de helft van de monsters (merendeels uit de zomer) 'Basenrijk' water (BR), wat optimaal is voor het doeltype (39Aa2).
- Bij SB-3-2 bevatten beide monsters 'Basenarm' water (BA). Dat is suboptimaal voor het doeltype. Twee wintermonsters (SB-2-1 en SB-12-1) zijn 'Zeer basenarm' (ZAB) en daarmee ongeschikt voor het doeltype.
- In hoofdstratum 2 bevat maar één monster (SB-20-1, winter) 'Basenrijk' water (BR), hetgeen als optimaal beschouwd wordt voor het doeltype 16Ab4. Het zomermonster op die plek en de twee andere bemonsteringslocaties hebben allemaal 'Basenarm' (BA) water en dat is suboptimaal. De wintermonsters in beide laatste locaties zijn ongeschikt omdat ze te basenarm zijn.
- In hoofdstratum 3 zijn zowel het zomermonster als het wintermonster optimaal voor het doeltype.

Beoordeling boorgaten



Figuur 19 Similariteitsdiagram voor de verwantschap van de boorgatmetingen uit Schoolsteegse bosjes met referentiewatertypen, links voor de zomer van 2018 en rechts voor de winter van 2019. Randvoorwaarden hoofdstratum 1, 2 en 3 optimaal: MBR-BR, suboptimaal: BA-BR.

In alle hoofdstrata geldt dat slechts een gering percentage (10 tot 29% in de zomer en 3 tot 12% in de winter) een optimale waterkwaliteit heeft voor de doeltypen. Als ook het suboptimale bereik wordt meegerekend, zijn deze percentages groter (68 tot 88% in de zomer en 26 tot 96% in de winter). Voor zover het watertype niet voldoet, is het in hoofdstratum 1 t/m 3 te basenarm, in hoofdstratum 4 te basenrijk.

5.7.3 Conclusie

Het gebied Schoolsteegse bosjes is sterk verdroogd, zowel voor de GVG als de GLG. Alleen in hoofdstratum 4 is de diepe GLG geen probleem, omdat de randvoorwaarden voor het doeltype 43Aa5 Vogelkers-essenbos eenzijdig begrensd zijn en er geen maximale diepte is gegeven.

De waterkwaliteit is alleen toereikend als het minder strenge criterium gehanteerd wordt. Zolang de grondwaterstanden niet toereikend zijn voor de doeltypen in hoofdstratum 1, 2 en 3 is de waterkwaliteit echter van ondergeschikt belang, omdat ook bij voldoende waterkwaliteit de invloed van dit watertype in de wortelzone zeer beperkt zal zijn. Voor hoofdstratum 4 speelt dit minder, omdat het water hier juist te basenrijk is. Als ondiepere grondwaterstanden (vooral GVG) gerealiseerd kunnen worden, zou dat wel een rol kunnen gaan spelen en ligt een ander doeltype wellicht meer voor de hand.

6 Discussie

Het doel van dit onderzoek is het vaststellen van de mate van verdroging in zeven TOP-gebieden in Utrecht en deze te vergelijken met de situatie in 2013. Hiervoor hebben wij beoordeeld wat het oppervlaktepercentage per hoofdstratum is dat voldoet aan de abiotische randvoorwaarden voor het daar geldende doeltype. Hierbij worden GVG en GLG getoetst als indicatie voor de kwantitatieve verdroging (grondwaterstanden) en het watertype voor de kwalitatieve verdroging (waterkwaliteit, basenrijkdom). Bij een hoog percentage dat voldoet, spreken wij van een goede doelrealisatie, bij lagere percentages neemt de doelrealisatie af. Het niet voldoen aan de doelrealisatie kan echter twee redenen hebben:

1. Het gebied is verdroogd, de grondwaterstanden (GVG en GLG) zijn te diep voor het doeltype en/of de waterkwaliteit is te basenarm;
2. Het gebied is vernat, de grondwaterstanden zijn te ondiep en/of de waterkwaliteit te basenrijk.

Hiermee is rekening gehouden bij de beschrijving van de verdrogingssituatie in hoofdstuk 4 en 5. In een aantal gevallen is de conclusie dan dat wellicht een ander doeltype, dat aangepast is aan nattere en/of meer basenrijke omstandigheden, meer op zijn plaats is. Vaak worden deze doeltypen ook hoger gewaardeerd, omdat dergelijke standplaatsen zeldzaam geworden zijn.

De beoordeling van de waterkwaliteit vindt plaats op twee momenten in het jaar. De gehanteerde criteria maken niet per se onderscheid tussen de seizoenen. Daardoor kan het voorkomen dat op een locatie in de zomer een optimaal watertype gevonden wordt, maar dat dat in de winter suboptimaal of ongeschikt is. Dat wil niet altijd zeggen dat daarmee de waterkwaliteit als geheel niet voldoet.

Voor de huidige meetset is het belangrijk om te beseffen dat de waterkwaliteit beoordeeld is aan het eind van een droge, hete zomer en in een winter waar minder aanvulling van het grondwater heeft plaatsgevonden dan normaal. In tegenstelling tot de berekening van de GxG's waarbij wel sprake is van correctie voor het weer, is dat bij waterkwaliteit niet het geval. De droge zomer kan op drie manieren van invloed zijn op de waterkwaliteit:

1. Door het uitblijven van neerslag vindt in bodems met voldoende bergingscapaciteit geen infiltratie van neerslagwater en verdunning van het grondwater plaats, waardoor het water mogelijk een meer lithotroof karakter zal hebben.
2. Omdat de verdamping hoog is, zal het bovenste grondwater 'indikken', waardoor de ionconcentraties toenemen en het lithotrofe karakter versterkt kan worden, maar ook de verwantschap met Rijnwater versterkt kan worden.
3. In de laaggelegen gebieden in het Laagveengebied en Rivierengebied zal door waterinlaat en rivierkwel de invloed van Rijnwater of brak grondwater in een droge zomer toenemen.

Literatuur

- Berg, A.P. van den, M. van Ginkel en S.H. Vuurens, 2010. Hydrologische monitoringsystemen verdrogingsbestrijding Provincie Utrecht; Deelrapportages Armenland Ruwiel, De Bijleveld, Groot Zandbrink, Kamerikse Nessen, Schraallanden De Meije, Het Meeuwenkampje en Schoolsteegse bosjes. Rotterdam, Royal Haskoning, rapport 9V9867.
- Delft, S.P.J. van, P.C. Jansen en R.H. Kemmers, 2003. Effecten van hydrologische maatregelen tegen verzuring en vermessing op water, bodem en vegetatie in Groot Zandbrink; evaluatie na twaalf jaar. Wageningen, Alterra, rapport 706.
- Delft, S.P.J. van, R.H. Kemmers en A.G. Jongmans, 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Wageningen, Alterra, rapport 1161.
- Delft, S.P.J. van, G.J. Maas en R.W. de Waal, 2015. 'De Landschapsleutel OnLine.' 2015, <http://landschapsleutel.wur.nl/>, Wageningen, Alterra – Wageningen UR.
- Jansen, P.C. en R.H. Kemmers, 1994. Hydrologische systeembeschrijving van de Gelderse Poort aan de hand van de waterkwaliteit. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 352.
- Jansen, P.C. en R.H. Kemmers, 1995. Ecohydrologisch onderzoek in het natuureservaat 'Het Meeuwenkampje'. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 398.
- Kemmers, R.H., 1993. Ecohydrologie : concepten en methoden van een interdisciplinair vakgebied. Wageningen, DLO-Staring Centrum, technisch document.
- Kemmers, R.H. en S.P.J. van Delft, 2003. Evaluatie van de basen- en voedingstoestand tien jaar na herstelmaatregelen in enkele OBN referentieprojecten van natte schraalgraslanden. Wageningen, Alterra, rapport 784.
- Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft en J.W.J. van der Gaast, 2005. Kwel en Waterlood; Ontwikkeling van een methode voor kartering van kwel en de evaluatie van de gevolgen van peilbeheer voor kwelpatronen. Wageningen, Alterra, rapport 1034.
- Knotters, Martin, Tom Hoogland en Bas van Delft, 2014. Karakterisering van de grondwaterstand in TOP-gebieden van de provincie Utrecht, Toepassing van kanssteekproeven en stambuisregressie. Wageningen, Alterra, briefrapport.
- Mulder, J.R., E.T.M. Overkamp, F. Brouwer en M. Knotters, 1992. Een ecohydrologische systeembeschrijving van het landinrichtingsgebied Ochten-Opheusden. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 166.
- Riele, W.J.M. te en D.J. Brus, 1991. Methoden van gerichte grondwaterstandsmetingen voor het schatten van de GHG. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 158.
- Runhaar, Han en Stephan Hennekens, 2014. 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 3; Gebruikershandleiding. Wageningen, Nieuwegein, Utrecht, Alterra Wageningen UR, KWR Watercycle Research Institute, STOWA.
- Walsum, Paul van, Piet Groenendijk, Peter Jansen en Leo Renaud, 2008. Ecohydrological characterisation and impacts of measures and scenarios on groundwater quantity and quality for the Langbroekerwetering area. Contribution to deliverable D1.1, D4.1, D4.5, D5.4.
- Winsen, Suzanne van, 2017. Rapportage verdroging de Bennekomse Meent, de Blauwe Hel, Kolland en Overlangbroek 2016. Utrecht, TAUW, rapport R001-1245475SWI-ibs-V02-NL.
- Winsen, S. van, 2013. Onderzoek naar de grondwaterkarakteristieken in TOP-gebieden in de provincie Utrecht. Stagerapport, Wageningen Universiteit en Provincie Utrecht.
- Winter, B., 2013. Linear models and linear mixed effects models in R with linguistic applications. arXiv:1308.5499. [<http://arxiv.org/pdf/1308.5499.pdf>]
- Wirdum, G. van, 1991. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Maastricht, Datawysse.

Bijlage 1 Analyseresultaten watermonsters

Per watermonster zijn, op basis van EC, pH en de concentratie macro-ionen, de Ionenbalans en de Ionenratio (IR) berekend en is de theoretische EC berekend (ECC), evenals het percentage afwijking van de gemeten EC en theoretische EC. Ionenbalans en dEC geven een indruk van de volledigheid van de analyse en of ionen die niet meegeteld zijn wel in hogere concentratie voor kunnen komen. Watermonsters met een ionenbalans of EC die meer dan 10% afwijken, zijn rood gemarkeerd.

Monster	Gemeten									Berekend			
	EC mS/m	pH	K mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	IonBalans %	IR %	ECC mS/m	dEC %
AR-0-1 2018	59.7	7.4	0.0	31.0	62.0	12.0	50.0	5.3	200.0	6.2	68.7	47.8	11.1
AR-0-1 2019	11.1	5.4	0.0	14.0	16.0	2.8	32.0	8.0	66.0	-13.4	46.9	20.2	-29.1
AR-1-1 2018	50.5	6.4	0.0	26.0	68.0	10.0	59.0	1.4	190.0	5.3	67.1	48.1	2.4
AR-1-1 2019	18.9	5.6	0.0	16.0	14.0	1.5	27.0	1.2	100.0	-22.9	47.8	20.0	-2.8
BV-6-2 2018	101.9	9.5	0.0	5.9	170.0	11.0	0.0	0.0	570.0	1.6	100.0	75.4	14.9
BV-6-2 2019	71.6	6.9	0.0	6.0	150.0	7.4	3.2	0.0	490.0	1.4	98.8	66.8	3.4
BV-8-2 2018	71.2	6.9	2.0	9.0	140.0	6.9	13.0	0.0	440.0	2.7	95.0	64.6	4.9
BV-8-2 2019	67.6	6.8	2.8	8.2	130.0	7.1	14.0	0.0	430.0	0.4	94.3	62.4	4.0
BV-9-2 2018	95.2	7.1	0.0	8.6	180.0	21.0	6.9	0.0	640.0	1.8	97.9	85.4	5.4
BV-9-2 2019	76.8	6.7	0.0	6.4	140.0	16.0	7.1	0.0	500.0	1.1	97.2	68.7	5.6
GZ-0-2 2018	32.9	6.3	2.4	8.8	19.0	5.0	7.2	10.0	370.0	-56.4	82.4	36.0	-4.5
GZ-0-2 2019	5.4	4.2	1.4	4.5	0.9	0.0	6.4	8.3	24.0	-37.5	19.9	7.9	-18.6
GZ-1-1 2018	4.4	5.2	0.8	4.2	2.8	0.6	4.1	4.1	23.0	-18.5	54.7	5.3	-9.8
GZ-1-1 2019	5.9	4.5	0.0	6.9	0.6	0.0	8.7	2.9	15.0	-20.5	11.7	6.0	-1.2
GZ-3-1 2018	3.5	7.9	1.0	4.0	1.4	0.0	3.5	2.1	16.0	-20.1	41.4	3.6	-1.7
GZ-3-1 2019	7.6	4.2	2.7	5.1	0.8	0.0	6.7	3.6	7.3	1.6	18.3	6.4	8.3
GZ-6-2 2018	31.4	6.1	0.7	6.0	52.0	6.6	12.0	0.0	230.0	-9.2	88.5	33.5	-3.3
GZ-6-2 2019	19.4	5.8	0.0	5.4	26.0	3.4	8.1	25.0	97.0	-12.6	85.0	20.5	-2.7
KN-10-1 2018	314.0	5.7	12.0	53.0	42.0	8.4	87.0	16.0	82.0	13.3	46.1	49.8	72.6
KN-10-1 2019	35.7	5.9	1.7	26.0	39.0	7.1	48.0	22.0	130.0	-3.1	59.0	38.2	-3.4
KN-11-2 2018	75.6	6.2	0.7	67.0	58.0	11.0	130.0	85.0	150.0	-8.0	44.1	74.2	1.0
KN-11-2 2019	54.9	6.3	4.5	41.0	49.0	9.1	63.0	3.9	190.0	1.2	57.9	48.6	6.1
KN-3-2 2018	53.4	6.6	5.8	49.0	53.0	11.0	82.0	3.7	170.0	5.9	53.4	54.0	-0.6
KN-3-2 2019	51.7	6.1	1.3	39.0	54.0	12.0	63.0	19.0	140.0	9.6	60.3	48.2	3.5
KN-6-1 2018	59.1	6.1	3.0	56.0	62.0	12.0	91.0	14.0	150.0	10.7	54.7	58.6	0.4
KN-6-1 2019	49.4	6.0	0.0	44.0	52.0	11.0	58.0	4.2	220.0	0.8	61.3	50.6	-1.2
ME-0-2 2018	45.9	5.4	4.7	12.0	50.0	15.0	8.6	160.0	45.0	0.7	91.1	44.3	1.8
ME-0-2 2019	48.7	5.4	1.0	6.4	58.0	17.0	4.8	160.0	65.0	0.8	95.5	45.2	3.7
ME-12-1 2018	35.0	6.1	1.3	31.0	38.0	7.2	34.0	9.3	120.0	10.8	66.4	34.0	1.4
ME-12-1 2019	45.8	6.2	2.9	28.0	52.0	12.0	38.0	12.0	190.0	4.7	70.8	43.6	2.5
MK-12-2 2018	23.5	5.9	1.1	0.0	52.0	3.4	0.0	2.7	160.0	4.0	100.0	25.0	-3.2
MK-12-2 2019	10.7	5.6	0.0	3.3	23.0	0.7	4.0	19.0	51.0	0.3	91.0	13.9	-13.1
MK-13-2 2018	64.6	6.4	3.0	2.5	120.0	15.0	2.5	0.0	390.0	6.8	98.8	57.2	6.1
MK-13-2 2019	56.3	6.2	1.8	1.8	100.0	15.0	2.3	15.0	360.0	0.6	98.7	52.9	3.1
MK-15-2 2018	21.4	6.7	0.0	2.8	36.0	3.0	8.2	0.0	130.0	-4.3	88.6	21.0	1.0
MK-15-2 2019	23.2	6.0	0.0	2.8	44.0	3.6	8.5	25.0	110.0	1.0	90.2	25.0	-3.7
MK-2-1 2018	15.5	6.0	0.0	1.1	27.0	1.0	0.0	15.0	98.0	-13.0	100.0	16.2	-2.2
MK-2-1 2019	15.4	5.5	0.0	1.0	30.0	1.4	2.7	37.0	52.0	-1.2	95.2	17.6	-6.5
MK-2-2 2018	51.2	5.7	1.8	15.0	63.0	12.0	36.0	41.0	150.0	5.5	75.6	43.8	7.8
MK-2-2 2019	129.4	4.5	1.3	18.0	170.0	37.0	27.0	630.0	25.0	-7.2	91.8	117.8	4.7
MK-23-2 2018	96.5	6.3	0.0	26.0	200.0	3.3	52.0	120.0	370.0	6.3	87.2	91.8	2.5
MK-23-2 2019	107.0	6.3	0.0	38.0	200.0	5.0	66.0	170.0	410.0	-0.3	84.3	103.7	1.6
MK-9-1 2018	25.1	6.7	1.1	19.0	24.0	3.6	34.0	11.0	52.0	7.0	55.5	23.2	3.8

Monster	Gemeten									Berekend			
	EC mS/m	pH	K mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	IonBalans %	IR %	ECC mS/m	dEC %
MK-9-1 2019	12.5	6.4	0.0	12.0	15.0	2.7	20.0	4.8	51.0	-0.2	57.0	15.6	-11.1
SB-12-2 2018	58.3	6.5	1.0	13.0	110.0	11.0	11.0	13.0	340.0	6.3	94.7	55.8	2.2
SB-12-2 2019	17.5	5.5	1.0	16.0	19.0	2.6	20.0	21.0	150.0	-29.4	62.7	26.2	-19.9
SB-15-1 2018	21.2	5.5	3.7	6.6	29.0	6.5	3.9	23.0	82.0	10.1	92.9	21.1	0.3
SB-15-1 2019	11.4	5.5	1.9	3.9	15.0	3.8	1.3	19.0	46.0	3.9	95.3	12.7	-5.4
SB-20-1 2018	25.0	6.8	11.0	11.0	30.0	4.9	5.6	0.0	150.0	0.8	90.5	24.5	0.9
SB-20-1 2019	38.9	6.8	12.0	17.0	46.0	7.9	19.0	5.8	200.0	0.7	81.1	36.8	2.8
SB-2-1 2018	42.2	6.3	0.7	12.0	72.0	8.2	15.0	2.9	230.0	6.1	89.5	40.2	2.4
SB-2-1 2019	14.6	5.0	2.1	14.0	7.9	2.1	18.0	19.0	130.0	-42.0	43.7	21.5	-19.2
SB-23-2 2018	20.4	6.4	2.2	8.5	28.0	5.3	5.5	0.0	110.0	7.2	90.0	19.6	2.0
SB-23-2 2019	31.7	5.9	0.7	35.0	14.0	3.9	59.0	25.0	34.0	-3.4	29.6	29.7	3.2
SB-3-2 2018	17.8	5.8	1.0	11.0	24.0	2.4	11.0	4.6	66.0	12.2	79.4	16.8	2.8
SB-3-2 2019	24.7	5.9	0.6	14.0	34.0	3.6	20.0	32.0	95.0	-3.1	75.0	27.2	-4.8
SB-36-2 2018	24.4	7.0	1.4	6.6	39.0	4.3	5.9	0.0	140.0	3.2	92.1	23.3	2.4
SB-36-2 2019	35.5	6.8	1.3	12.0	55.0	7.2	14.0	9.7	160.0	9.5	87.4	32.7	4.1
SB-8-1 2018	37.5	6.1	2.6	18.0	56.0	8.6	21.0	0.0	190.0	8.0	82.5	36.8	1.0
SB-8-1 2019	46.5	6.1	2.3	28.0	56.0	9.0	67.0	27.0	120.0	4.3	59.7	46.3	0.2
TT-1-1 2013	43.9	8.6	0.0	9.4	73.9	7.8	32.7	2.7	258.0	-4.7	80.0	44.9	-1.2
TT-1-2 2013	68.4	7.5	82.9	18.8	61.7	5.2	116.7	1.7	218.0	-3.4	48.3	70.4	-1.4
TT-1-3 2013	21.5	8.3	0.7	6.5	35.3	2.1	13.4	3.1	119.0	-3.4	82.4	22.1	-1.4
TT-1-4 2013	42.4	7.4	2.3	12.1	71.1	7.3	14.5	53.3	195.0	0.2	89.7	43.6	-1.4
TT-1-5 2013	36.9	7.4	1.2	13.8	45.3	6.1	25.0	55.8	93.0	0.1	76.3	34.1	3.9

Bijlage 2 Verwantschappen met referentiemonsters

Monster	Verwantschappen (%)							dEC
	MAtm	MV_atm	MLi_Du	MLi_Ang	MThxx	MRh	IonBalans	
AR-0-1 2018	-47.240	33.786	78.397	85.926	52.787	73.797	6.170	11.102
AR-0-1 2019	-10.087	-32.088	77.656	62.560	-27.257	23.610	-13.426	-29.112
AR-1-1 2018	-45.420	13.655	87.139	90.198	31.769	62.109	5.318	2.426
AR-1-1 2019	-29.301	-19.519	84.201	74.762	-7.969	29.126	-22.935	-2.830
BV-6-2 2018	-55.855	38.294	76.509	90.058	56.826	61.211	1.596	14.934
BV-6-2 2019	-57.470	11.016	91.593	98.957	28.769	41.812	1.421	3.430
BV-8-2 2018	-56.750	14.234	90.454	98.328	32.192	45.982	2.688	4.861
BV-8-2 2019	-57.253	11.556	91.696	98.889	29.465	43.603	0.385	4.010
BV-9-2 2018	-59.438	25.897	84.240	94.954	45.019	52.360	1.839	5.422
BV-9-2 2019	-60.005	16.956	88.876	97.540	35.815	45.775	1.097	5.586
GZ-0-2 2018	-46.945	-11.418	80.417	78.722	0.197	8.494	-56.419	-4.531
GZ-0-2 2019	13.121	-18.922	52.846	38.917	-27.962	-0.447	-37.543	-18.636
GZ-1-1 2018	-18.903	-31.890	81.353	67.331	-29.136	4.299	-18.517	-9.764
GZ-1-1 2019	24.354	-17.711	31.523	13.653	-20.347	23.024	-20.498	-1.235
GZ-3-1 2018	-10.954	-28.962	68.380	53.209	-26.259	9.714	-20.061	-1.722
GZ-3-1 2019	40.011	-9.731	2.890	-13.131	-16.715	23.608	1.581	8.313
GZ-6-2 2018	-56.403	-15.985	97.857	97.523	0.397	19.458	-9.172	-3.273
GZ-6-2 2019	-34.826	-13.461	97.109	93.806	-9.199	14.750	-12.647	-2.725
KN-10-1 2018	-17.931	90.037	-4.503	17.537	99.980	82.749	13.325	72.633
KN-10-1 2019	-27.962	4.003	89.167	84.817	14.173	55.415	-3.094	-3.366
KN-11-2 2018	4.799	69.772	32.709	39.788	71.558	97.757	-7.958	0.961
KN-11-2 2019	-39.833	28.968	76.138	79.610	46.952	75.600	1.198	6.075
KN-3-2 2018	-31.479	23.623	70.617	70.951	40.511	77.282	5.938	-0.576
KN-3-2 2019	-30.876	30.276	73.312	75.819	44.950	78.885	9.568	3.476
KN-6-1 2018	-22.916	35.213	61.066	63.373	49.634	85.677	10.728	0.454
KN-6-1 2019	-42.286	10.621	86.295	85.406	28.448	60.272	0.797	-1.158
ME-0-2 2018	25.041	51.306	22.630	28.872	28.069	29.948	0.734	1.820
ME-0-2 2019	13.228	49.174	32.785	40.497	30.650	31.618	0.752	3.679
ME-12-1 2018	-36.722	0.379	89.115	84.913	15.830	54.399	10.753	1.433
ME-12-1 2019	-50.091	9.951	91.999	93.470	27.684	54.095	4.717	2.500
MK-12-2 2018	-54.096	-20.011	97.013	97.308	-5.311	13.852	4.039	-3.170
MK-12-2 2019	-23.606	-19.438	90.370	86.327	-18.852	9.613	0.293	-13.071
MK-13-2 2018	-61.186	10.104	90.864	98.459	28.936	40.036	6.818	6.111
MK-13-2 2019	-59.664	4.759	93.224	99.064	21.779	33.284	0.569	3.145
MK-15-2 2018	-53.402	-20.558	98.621	97.505	-5.129	17.307	-4.344	0.960
MK-15-2 2019	-38.687	-12.571	94.720	94.215	-5.350	18.687	0.995	-3.659
MK-2-1 2018	-42.748	-18.798	96.760	95.196	-10.835	8.732	-13.008	-2.226
MK-2-1 2019	-12.121	-6.060	78.411	77.289	-12.516	9.616	-1.241	-6.537
MK-2-2 2018	-39.400	31.533	81.946	89.503	42.510	62.978	5.503	7.832
MK-2-2 2019	18.670	84.852	3.420	19.612	69.618	60.254	-7.178	4.691
MK-23-2 2018	-33.141	45.612	70.761	83.180	54.768	68.333	6.323	2.490
MK-23-2 2019	-28.049	56.600	64.675	78.361	63.615	74.603	-0.313	1.578
MK-9-1 2018	-9.998	-0.150	72.645	64.776	7.258	58.980	7.024	3.820
MK-9-1 2019	-21.320	-30.959	86.378	73.097	-21.905	27.117	-0.231	-11.103
SB-12-2 2018	-56.244	7.209	93.610	99.289	24.286	40.215	6.334	2.232
SB-12-2 2019	-29.900	-21.877	89.172	80.519	-16.236	11.023	-29.422	-19.849
SB-15-1 2018	-43.949	-13.992	94.723	92.914	-6.451	14.106	10.092	0.320
SB-15-1 2019	-31.286	-21.373	89.821	84.468	-21.329	-1.274	3.902	-5.357
SB-2-1 2018	-56.182	-3.848	96.892	99.488	13.675	34.115	6.118	2.431
SB-2-1 2019	-24.110	-20.091	77.233	67.793	-16.676	6.048	-41.987	-19.192
SB-20-1 2018	-61.164	-19.870	96.407	94.773	-2.101	15.828	0.830	0.953

Monster	Verwantschappen (%)							dEC
	MAtm	MV_atm	MLi_Du	MLi_Ang	MThxx	MRh	IonBalans	
SB-20-1 2019	-59.230	-2.920	96.254	97.703	15.224	34.892	0.724	2.808
SB-23-2 2018	-57.701	-23.867	98.702	95.840	-6.360	15.873	7.153	1.994
SB-23-2 2019	35.915	26.532	12.596	2.950	21.150	68.212	-3.391	3.225
SB-3-2 2018	-41.099	-21.723	97.404	91.925	-8.274	27.407	12.174	2.798
SB-3-2 2019	-22.879	-6.219	95.205	90.457	-3.920	31.666	-3.131	-4.756
SB-36-2 2018	-55.984	-18.881	98.929	98.064	-2.263	19.312	3.186	2.381
SB-36-2 2019	-52.784	-4.962	97.151	98.680	11.029	34.122	9.466	4.077
SB-8-1 2018	-56.040	-7.731	97.718	98.051	10.883	35.420	8.015	0.963
SB-8-1 2019	-23.379	24.230	75.097	76.530	34.442	73.082	4.265	0.197

Bijlage 3 Mengverhoudingen met Li_Ang

Monster	Mengverhouding (%)					dEC
	MiA_Atm	MiA_LiAng	MiA_Rh	MiA_Thxx	IonBalans	
AR-0-1 2018	32.1	43.7	24.2	0.0	6.170	11.102
AR-0-1 2019	74.0	15.5	10.4	0.0	-13.426	-29.112
AR-1-1 2018	34.5	43.6	21.9	0.0	5.318	2.426
AR-1-1 2019	69.4	18.6	12.0	0.0	-22.935	-2.830
BV-6-2 2018	22.1	43.3	34.6	0.0	1.596	14.934
BV-6-2 2019	16.5	64.1	19.4	0.0	1.421	3.430
BV-8-2 2018	14.9	67.6	17.5	0.0	2.688	4.861
BV-8-2 2019	12.5	73.7	13.8	0.0	0.385	4.010
BV-9-2 2018	22.0	45.8	32.2	0.0	1.839	5.422
BV-9-2 2019	17.6	60.4	22.0	0.0	1.097	5.586
GZ-0-2 2018	36.7	44.0	19.4	0.0	-56.419	-4.531
GZ-0-2 2019	92.4	4.4	3.1	0.0	-37.543	-18.636
GZ-1-1 2018	92.6	4.4	3.1	0.0	-18.517	-9.764
GZ-1-1 2019	93.3	3.9	2.8	0.0	-20.498	-1.235
GZ-3-1 2018	94.5	3.2	2.3	0.0	-20.061	-1.722
GZ-3-1 2019	95.7	2.5	1.8	0.0	1.581	8.313
GZ-6-2 2018	41.2	41.3	17.5	0.0	-9.172	-3.273
GZ-6-2 2019	67.7	20.1	12.2	0.0	-12.647	-2.725
KN-10-1 2018	31.8	32.7	35.3	0.1	13.325	72.633
KN-10-1 2019	51.7	30.0	18.3	0.0	-3.094	-3.366
KN-11-2 2018	25.3	29.8	44.9	0.0	-7.958	0.961
KN-11-2 2019	36.4	39.3	24.3	0.0	1.198	6.075
KN-3-2 2018	36.5	37.8	25.7	0.0	5.938	-0.576
KN-3-2 2019	39.9	36.3	23.8	0.0	9.568	3.476
KN-6-1 2018	33.6	37.2	29.2	0.0	10.728	0.454
KN-6-1 2019	35.4	42.0	22.6	0.0	0.797	-1.158
ME-0-2 2018	47.3	30.6	22.0	0.0	0.734	1.820
ME-0-2 2019	44.2	33.0	22.7	0.0	0.752	3.679
ME-12-1 2018	53.6	28.8	17.6	0.0	10.753	1.433
ME-12-1 2019	39.7	39.8	20.5	0.0	4.717	2.500
MK-12-2 2018	50.6	33.2	16.2	0.0	4.039	-3.170
MK-12-2 2019	77.0	14.0	9.0	0.0	0.293	-13.071
MK-13-2 2018	11.2	77.6	11.2	0.0	6.818	6.111
MK-13-2 2019	11.8	78.4	9.9	0.0	0.569	3.145
MK-15-2 2018	59.7	25.9	14.4	0.0	-4.344	0.960
MK-15-2 2019	58.7	26.5	14.8	0.0	0.995	-3.659
MK-2-1 2018	68.2	19.9	11.9	0.0	-13.008	-2.226
MK-2-1 2019	71.9	17.2	10.9	0.0	-1.241	-6.537
MK-2-2 2018	39.0	39.5	21.5	0.0	5.503	7.832
MK-2-2 2019	27.4	31.4	41.1	0.0	-7.178	4.691
MK-23-2 2018	21.2	40.2	38.6	0.0	6.323	2.490
MK-23-2 2019	21.4	36.1	42.5	0.0	-0.313	1.578
MK-9-1 2018	69.9	17.9	12.2	0.0	7.024	3.820
MK-9-1 2019	78.7	12.7	8.6	0.0	-0.231	-11.103
SB-12-2 2018	10.3	80.3	9.3	0.0	6.334	2.232
SB-12-2 2019	60.9	24.6	14.5	0.0	-29.422	-19.849
SB-15-1 2018	67.9	19.9	12.2	0.0	10.092	0.320
SB-15-1 2019	81.3	11.2	7.5	0.0	3.902	-5.357
SB-2-1 2018	33.1	49.0	17.9	0.0	6.118	2.431
SB-2-1 2019	66.7	20.4	12.8	0.0	-41.987	-19.192
SB-20-1 2018	57.8	27.1	15.0	0.0	0.830	0.953

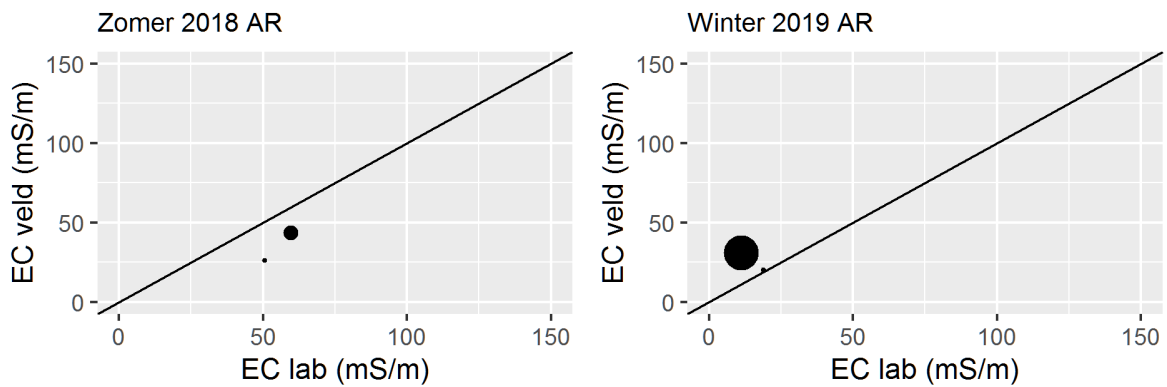
Monster	Mengverhouding (%)					dEC
	MiA_Atm	MiA_LiAng	MiA_Rh	MiA_Thxx	IonBalans	
SB-20-1 2019	43.5	38.1	18.3	0.0	0.724	2.808
SB-23-2 2018	64.9	22.0	13.0	0.0	7.153	1.994
SB-23-2 2019	64.5	20.0	15.4	0.0	-3.391	3.225
SB-3-2 2018	73.2	16.3	10.5	0.0	12.174	2.798
SB-3-2 2019	62.7	23.1	14.1	0.0	-3.131	-4.756
SB-36-2 2018	56.8	28.1	15.1	0.0	3.186	2.381
SB-36-2 2019	46.5	35.9	17.7	0.0	9.466	4.077
SB-8-1 2018	42.1	39.5	18.4	0.0	8.015	0.963
SB-8-1 2019	43.3	34.6	22.1	0.0	4.265	0.197

Bijlage 4 Beoordeelde modellen waterkwaliteit

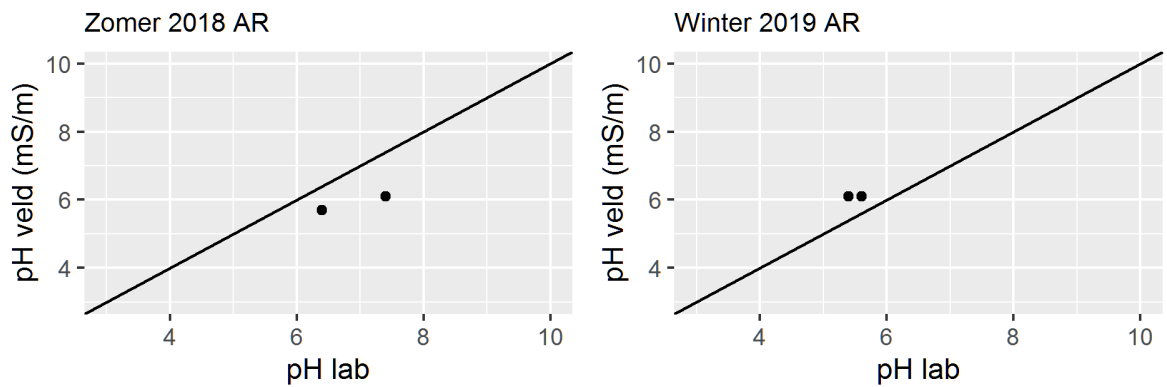
Respons	Test	Model			Est			s.e.			T					
		Input	P0	p_1	E_intercept	E_Var1	E_Var2	E_Var3	Se_intercept	Se_Var1	Se_Var2	Se_Var3	T_intercept	T_Var1	T_Var2	T_Var3
Mli_Ang	Alles	Nul	NA	NA	76.88				6.97				11.03			
		pH_Veld	1.944e-04	1.944e-04	-82.99	24.38			39.82	5.99			-2.08	4.07		
		pH_Veld GLG	1.672e-05	4.394e-03	-91.37	26.54	-11.52		36.41	5.54	3.68		-2.51	4.79	-3.13	
	dEC < 5%	Nul	NA	NA	79.91				6.29				12.71			
	dEC < 10%	Ln_EC	3.480e-02	3.480e-02	41.63	11.57			18.29	5.26			2.28	2.20		
		Nul	NA	NA	78.35				7.36				10.65			
		pH_Veld	1.011e-03	1.011e-03	-74.84	23.33			43.45	6.53			-1.72	3.57		
		pH_Veld GLG	1.065e-04	6.212e-03	-89.20	26.42	-11.97		39.87	6.07	3.99		-2.24	4.35	-3.00	
	dEC < 20%	Nul	NA	NA	77.52				7.07				10.96			
		pH_Veld	1.784e-04	1.784e-04	-83.49	24.56			39.60	5.95			-2.11	4.13		
		pH_Veld GLG	1.631e-05	4.676e-03	-92.15	26.73	-11.31		36.36	5.52	3.68		-2.53	4.84	-3.07	
	dEC < 5% IB < 10%	Nul	NA	NA	84.78				6.02				14.08			
		FGR	3.286e-02	3.286e-02	92.27	-24.12	4.32		3.88	7.08	8.22		23.80	-3.41	0.53	
	dEC < 10% IB < 10%	Nul	NA	NA	71.63				13.12				5.46			
	dEC < 20% IB < 10%	Nul	NA	NA	70.97				12.87				5.51			
MThxx	Alles	Nul	NA	NA	14.23				7.03				2.02			
		Ln_EC	1.482e-07	1.482e-07	-67.65	24.70			10.09	3.07			-6.70	8.04		
	dEC < 5%	Nul	NA	NA	14.67				5.29				2.77			
		Ln_EC	2.368e-05	2.368e-05	-53.00	20.22			12.59	3.76			-4.21	5.38		
	dEC < 10%	Nul	NA	NA	15.42				6.58				2.34			
		Ln_EC	5.497e-07	5.497e-07	-59.45	22.58			9.37	2.83			-6.35	7.98		
	dEC < 20%	Nul	NA	NA	16.02				7.22				2.22			
		Ln_EC	5.105e-08	5.105e-08	-67.92	25.10			9.26	2.82			-7.34	8.90		
	dEC < 5% IB < 10%	Ln_EC FGR	4.057e-08	2.258e-02	-57.66	20.19	11.54	16.09	9.26	3.13	6.08	5.85	-6.23	6.45	1.90	2.75
		Nul	NA	NA	21.17				3.87				5.48			
	dEC < 10% IB < 10%	Ln_EC	1.431e-02	1.431e-02	-35.26	15.86			20.29	5.81			-1.74	2.73		
		Nul	NA	NA	21.00				5.09				4.13			
	dEC < 20% IB < 10%	Ln_EC	2.707e-05	2.707e-05	-50.68	20.68			13.17	3.80			-3.85	5.44		
		Nul	NA	NA	22.28				5.90				3.78			
	dEC < 5% IB < 10%	Ln_EC	2.502e-05	2.502e-05	-59.89	23.49			14.49	4.16			-4.13	5.64		
		Ln_EC FGR	1.141e-05	1.960e-02	-43.29	16.51	12.44	19.15	14.09	4.42	6.71	6.57	-3.07	3.73	1.85	2.92

Bijlage 5 Vergelijking veld- en labmetingen

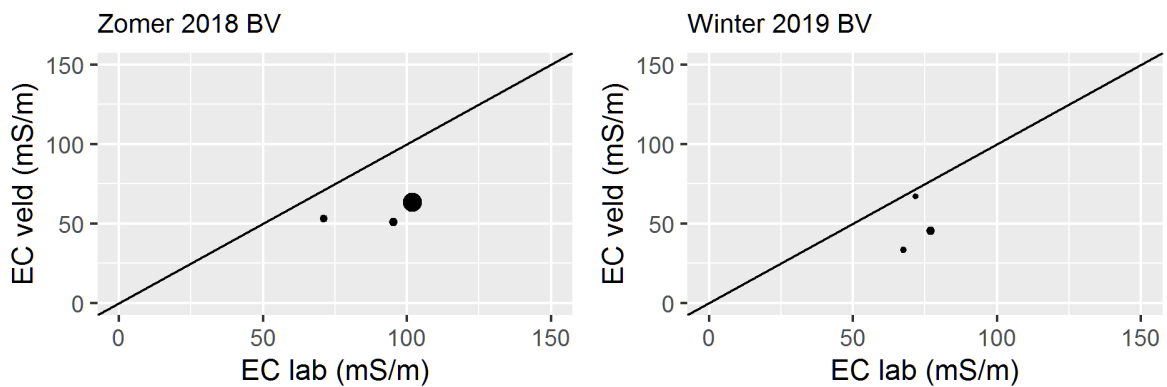
Armenland Ruwiel



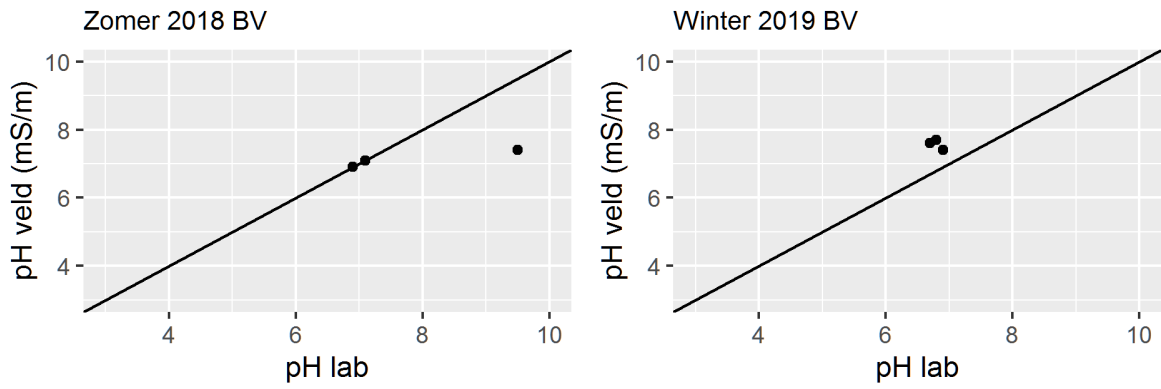
Armenland Ruwiel



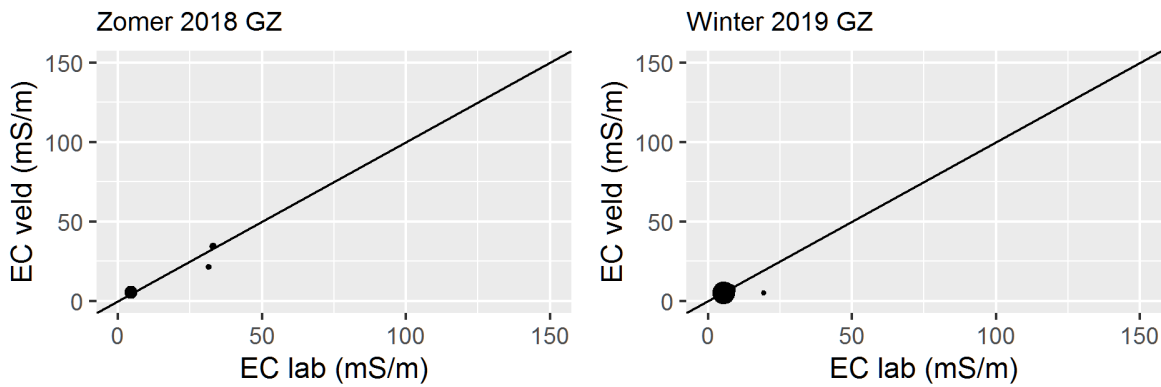
Bijleveld



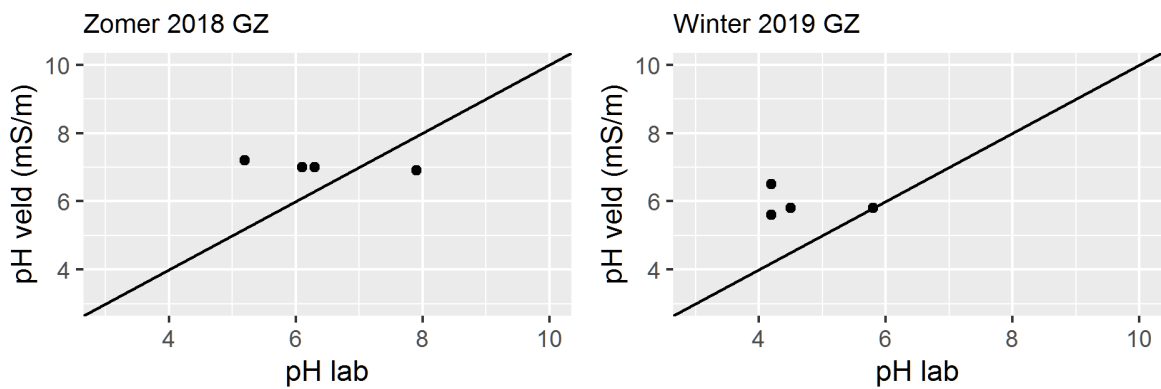
Bijleveld



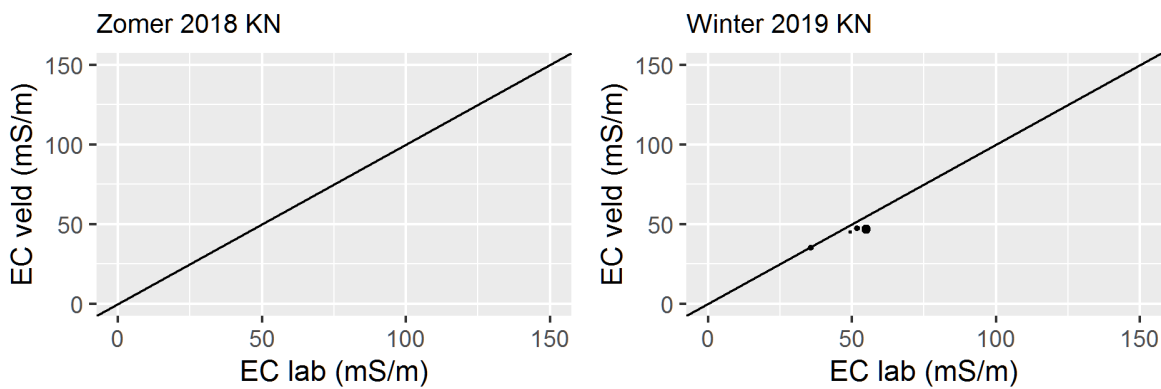
Groot Zandbrink



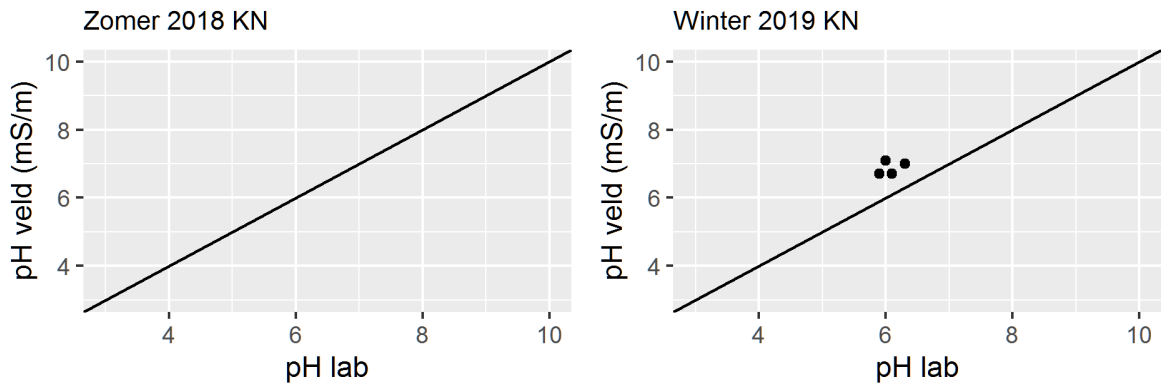
Groot Zandbrink



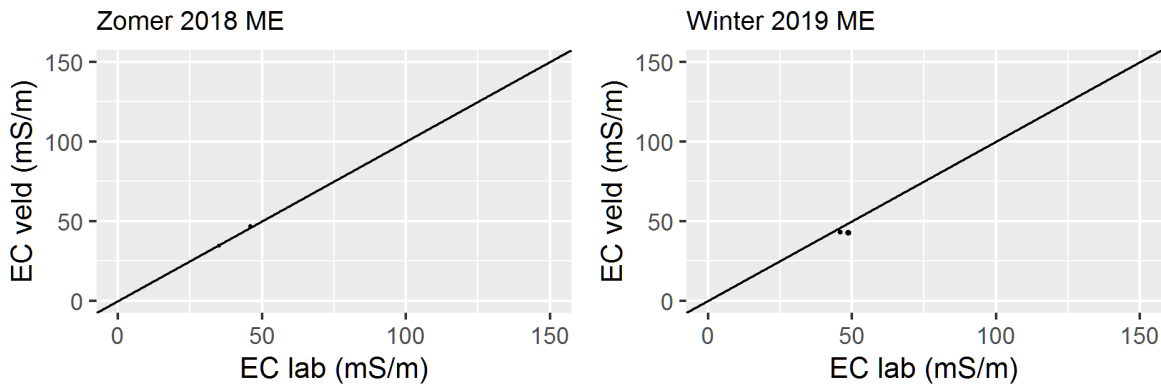
Kamerikse Nessen



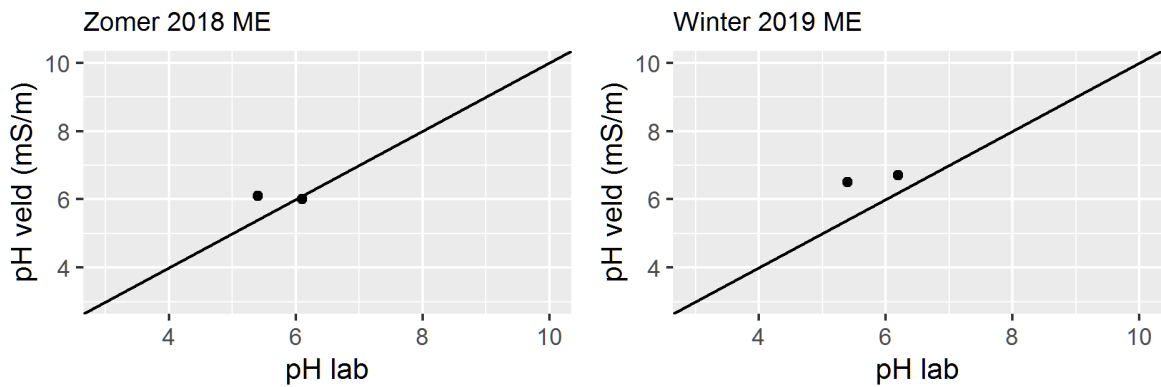
Kamerikse Nessen



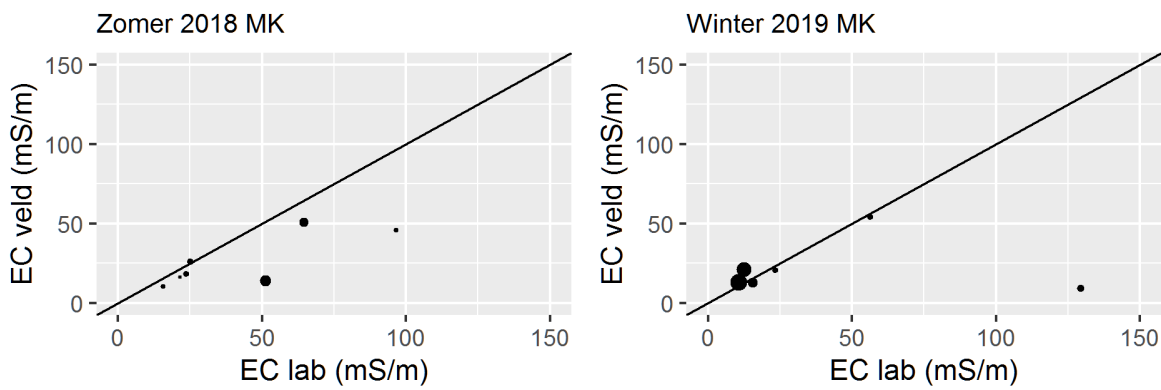
De Meije



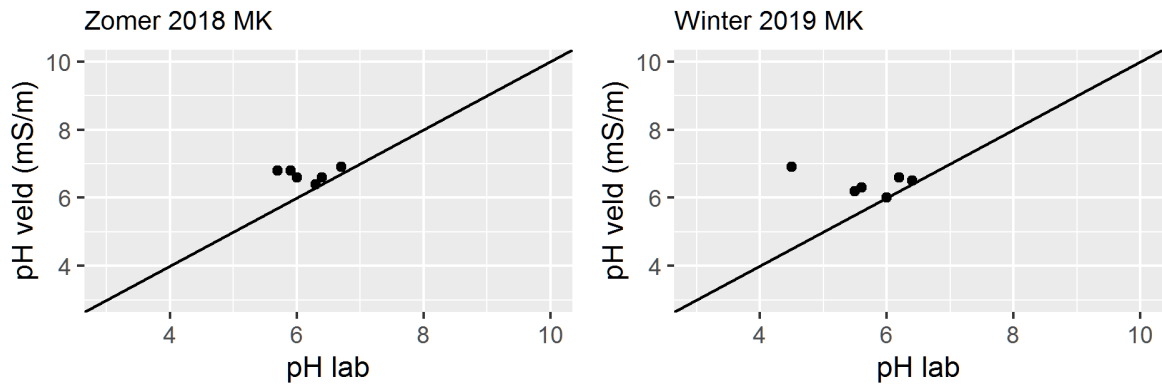
De Meije



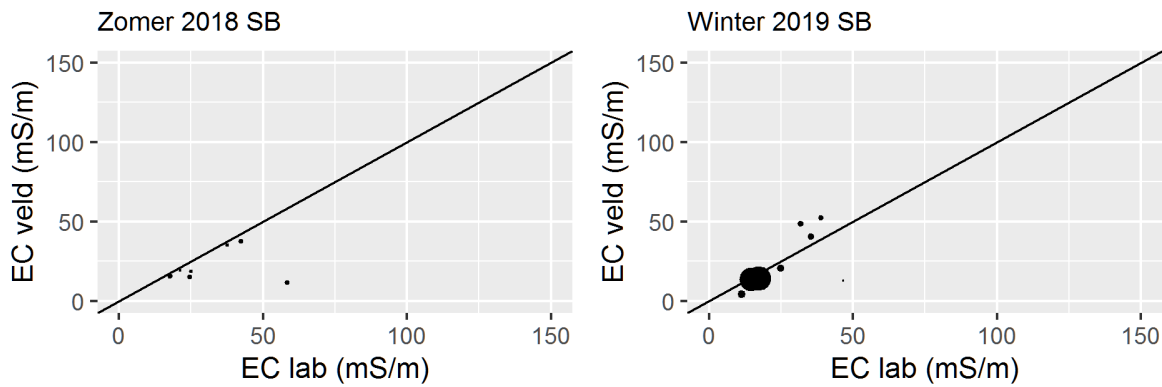
Meeuwenkampje



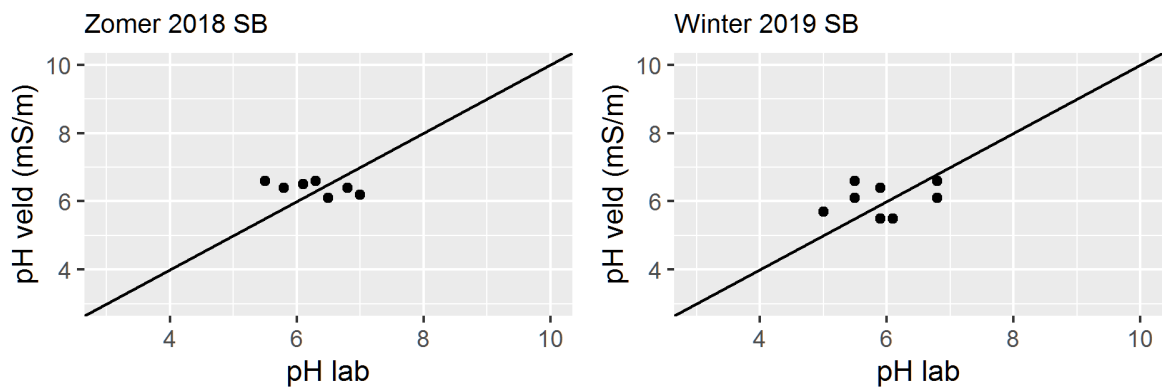
Meeuwenkampje



Schoolsteegse Bosjes



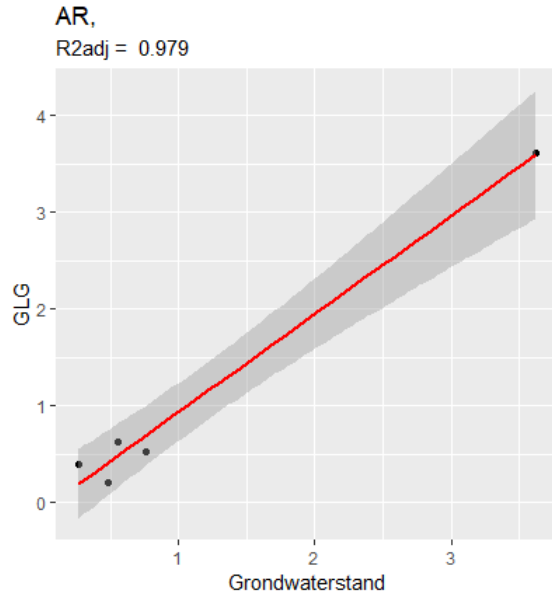
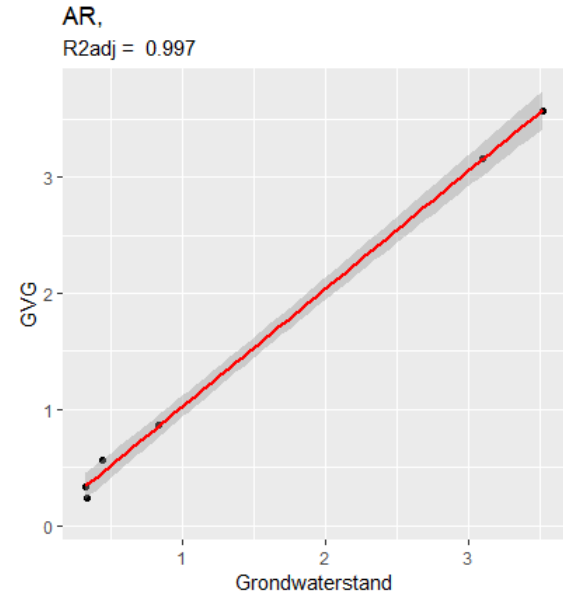
Schoolsteegse Bosjes



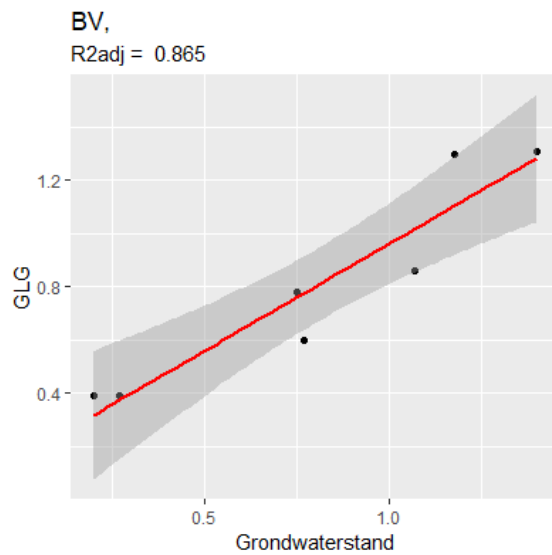
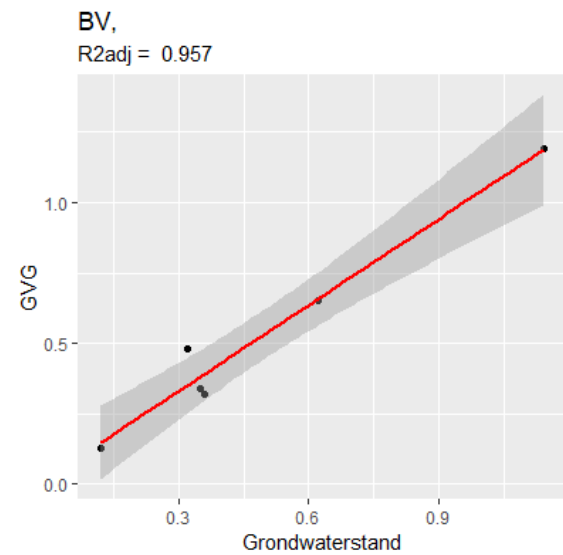
Bijlage 6 Regressiemodellen GxG

De punten geven de waarnemingen aan, de rode lijn het gefitte stambuis-regressiemodel en de grijze band geeft het 95%-voorspellingsinterval aan.

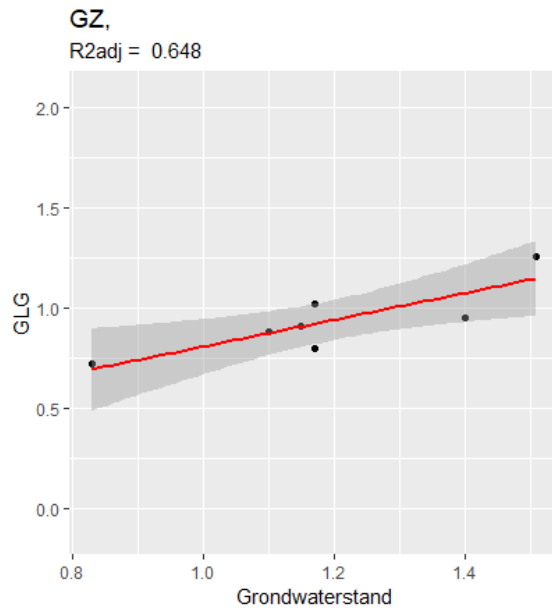
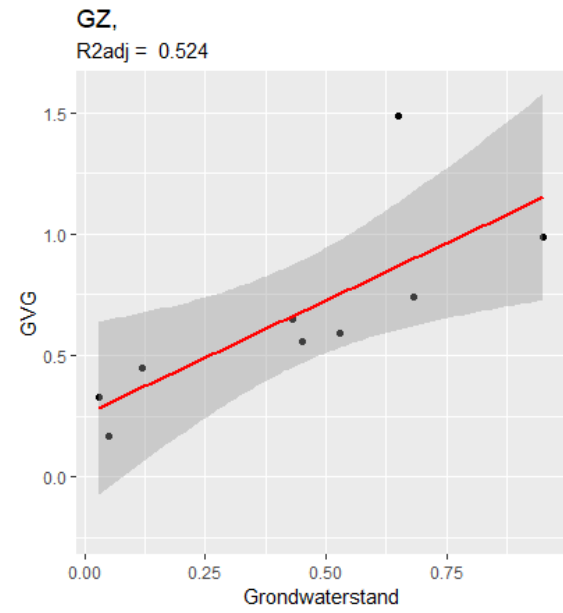
Armenland Ruwiel



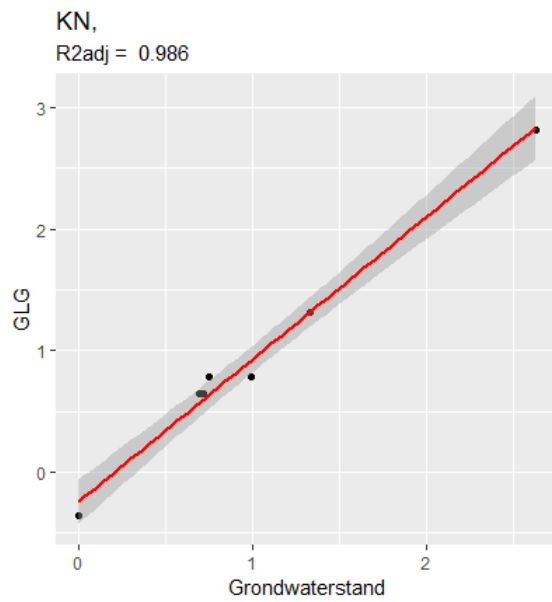
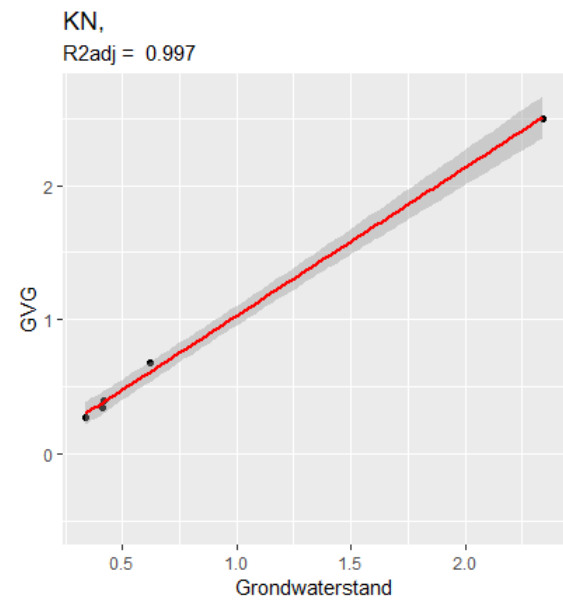
Bijleveld



Groot Zandbrink

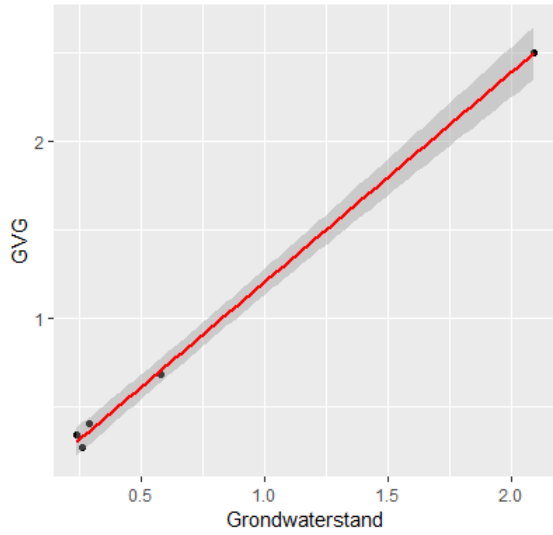


Kamerikse Nessen

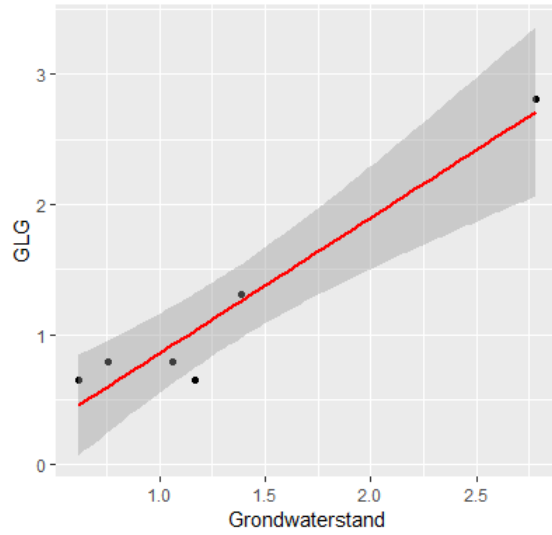


Meije

ME,
R2adj = 0.997

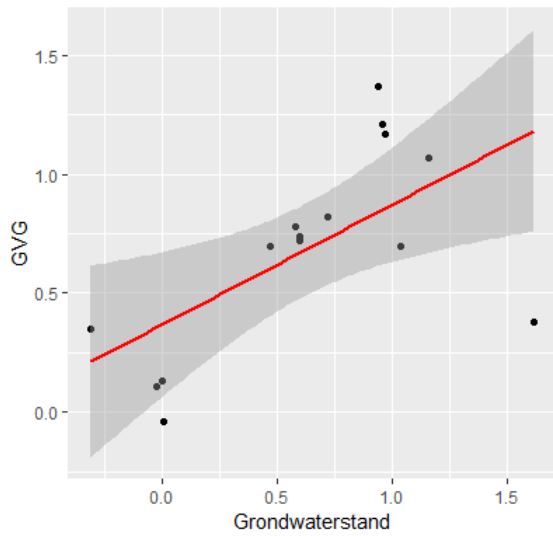


ME,
R2adj = 0.913

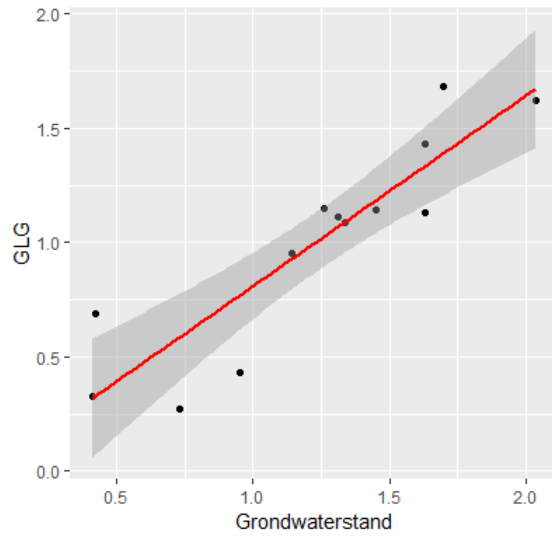


Meeuwenkampje

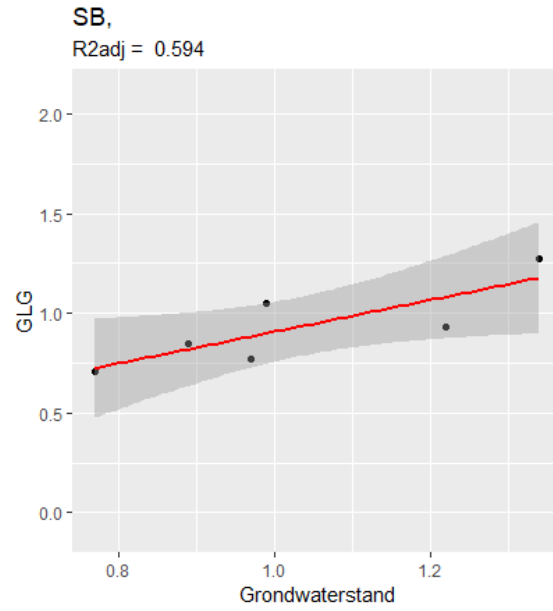
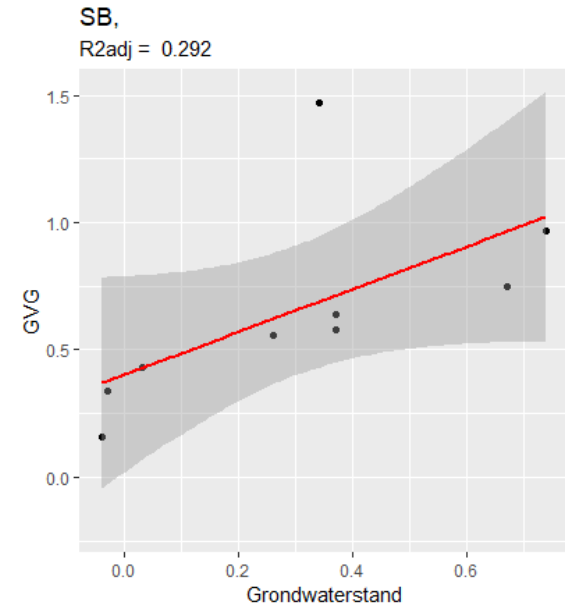
MK,
R2adj = 0.34



MK,
R2adj = 0.782



Schoolsteegse Bosjes



Bijlage 7 GxG's op gerichte opnamelocaties

Tabel B5.1 GxG-voorspellingen voor gerichte opnamelocaties in Armenland-Ruwiel.

Locatie gerichte opname		Jaar gerichte opname				Verschil 2013-2019	
x	y	2013		2019		GLG (m)	GVG (m)
		GLG (m)	GVG (m)	GLG (m)	GVG (m)		
124206	465685.7	0.422084	0.158764	0.256298	0.097861	0.165786	0.060904
124242.8	465716.1	0.688804	0.369825	0.37804	0.108014	0.310764	0.261812
124268.8	465622.3	0.678546	0.148714	0.276588	0.067402	0.401957	0.081312
124292.5	465677.6	0.206657	0.138663	0.144701	0.067402	0.061956	0.071262
124324.7	465630.7	0.257949	0.289421	0.225862	0.02679	0.032087	0.262631
124327	465610.3	0.678546	0.500482	0.408476	0.047096	0.27007	0.453386
124207.9	465604.8	0.298983	0.158764	0.276588	0.02679	0.022395	0.131975
124215.1	465549.3	0.545186	0.420078	0.418621	0.341532	0.126565	0.078546
124188.5	465678.6	0.822164	0.26932	0.37804	0.057249	0.444124	0.212071
124173.3	465633.8	0.575961	0.038158	0.540363	0.02679	0.035598	0.011368

Tabel B5.2 GxG-voorspellingen voor gerichte-opnamelocaties in De Bijveld.

Locatie gerichte opname		Jaar gerichte opname				Verschil 2013-2019	
x	y	2013		2019		GLG (m)	GVG (m)
		GLG (m)	GVG (m)	GLG (m)	GVG (m)		
127401.3	457513.6	0.840464	0.716022	0.680656	0.472414	0.159808	0.243608
127389.6	457560.2	1.2774	0.94349	0.859207	0.880582	0.418193	0.062908
126867	457688.1	1.038125	0.126673	0.481998	0.02343	0.556127	0.103243
126900.4	457604.6	1.027722	0.457535	0.511756	0.298943	0.515966	0.158592
126963.7	457646.9	1.121351	0.591948	0.658136	0.135676	0.463215	0.456272
126922.9	457579.5	0.996512	0.395499	0.598619	0.278535	0.397893	0.116964
126892.9	457740.1	1.069335	0.767719	0.711219	0.635682	0.358116	0.132037
126869.6	457785.9	1.225384	0.622967	0.852773	0.503027	0.372611	0.11994
126926	457712.2	1.183771	0.064636	-0.07778	0.696907	1.261551	-0.63227
127017.9	457737	0.632399	0.416178	1.171269	0.268331	-0.53887	0.147847
127093.1	457609.2	0.850867	0.674664	-0.51612	0.666294	1.366987	0.00837
127095.5	457615.6	0.850867	0.622967	-0.73488	0.666294	1.585747	-0.04333
127022.7	457636.7	0.516923	0.261086	0.952504	0.258126	-0.43558	0.00296
126991	457638	1.162964	0.788398	0.421677	0.625477	0.741287	0.162921
127040.3	457575	0.601189	0.498893	-0.03676	0.411189	0.637949	0.087704
127038.1	457582.5	0.53877	0.240407	0.762693	0.309147	-0.22392	-0.06874
127058.5	457662.2	0.372318	0.137012	1.060278	0.02343	-0.68796	0.113582
127056.4	457649.8	0.620955	0.416178	1.040975	0.02343	-0.42002	0.392748
127098.7	457554.4	0.621996	0.519572	0.933201	0.441802	-0.31121	0.07777
127120.1	457560.2	0.746835	0.488554	0.883335	0.421394	-0.1365	0.06716

Tabel B5.3 GxG-voorspellingen voor gerichte-opnamelocaties in Groot Zandbrink.

x	y	2013		2019		Verschil	
		GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv
161274.1	459875.3	1.155326	0.441397	1.081285	0.302207	0.074041	0.13919
161325.4	459902.3	1.272036	0.769227	1.241648	0.651786	0.030388	0.117441
161156.7	459846.9	1.417924	0.778869	1.281739	0.528961	0.136186	0.249908
161174.9	459804.1	1.058067	0.335335	1.007785	0.311656	0.050281	0.023679
161315.9	459975.3	1.349843	0.9235	1.415374	0.831299	-0.06553	0.092201
161343	459945.3	0.960808	-0.06963	0.900877	0.254967	0.059931	-0.3246
161205.7	459927.1	1.417924	0.807795	1.375284	0.491169	0.042641	0.316627
161230.9	459950.9	1.320665	0.749943	1.308466	0.538409	0.0122	0.211534
161167	459878.2	1.349843	0.894574	1.328511	0.670682	0.021332	0.223892
161192.3	459819.3	1.223407	0.682449	1.154785	0.500617	0.068622	0.181832
161024.6	459799.1	1.106696	0.431755	0.974376	0.500617	0.13232	-0.06886
160972.5	459796.6	1.1456	0.605312	1.128058	0.585649	0.017542	0.019663
161138.4	460016	0.717661	0.364261	0.827377	0.302207	-0.10972	0.062053
161141.6	460035.8	0.883001	0.335335	0.867468	0.528961	0.015533	-0.19363
161084.6	459908.4	0.863549	0.402829	0.840741	0.349448	0.022809	0.053381
161105.6	459909	1.174777	0.653522	1.201557	0.642338	-0.02678	0.011185
161155.6	459767.9	1.563812	0.701733	1.315148	0.651786	0.248665	0.049947
161222.1	459775	1.952847	1.232046	1.47551	1.417079	0.477337	-0.18503
161364.1	460033.8	1.058067	0.422113	1.128058	0.547857	-0.06999	-0.12574
161303.7	460031.6	1.019163	0.682449	1.001104	0.283311	0.01806	0.399137
161095.5	459799.4	0.737113	0.238914	0.87415	0.292759	-0.13704	-0.05385
161076.5	459827.5	0.795468	0.190704	0.780605	0.330552	0.014863	-0.13985
161196.8	460002.8	0.989986	0.373903	1.007785	0.358896	-0.0178	0.015007
161195.3	460006.1	0.93163	0.373903	1.06124	0.377792	-0.12961	-0.00389
161333	459819.7	0.863549	0.364261	0.927604	0.406136	-0.06405	-0.04188
161292.5	459834.5	0.951082	0.238914	0.760559	0.311656	0.190523	-0.07274
161286.4	460026	0.951082	0.354619	0.91424	0.254967	0.036842	0.099652
161234.4	459973.6	1.369295	0.653522	1.308466	0.689578	0.060829	-0.03606
161291.9	459773.5	0.951082	0.325693	1.348556	0.292759	-0.39747	0.032933
161273.3	459828.3	0.853823	0.26784	0.887513	0.349448	-0.03369	-0.08161
161375.1	460016	1.563812	0.701733	1.381965	0.34	0.181847	0.361733
161424	459978.6	1.077519	0.422113	1.148103	0.547857	-0.07058	-0.12574
161152.5	459957.7	1.077519	0.711375	1.214921	0.708474	-0.1374	0.002901
161158.2	459955.9	1.1456	0.730659	1.261693	0.736818	-0.11609	-0.00616
161374	459903.1	1.165051	0.682449	1.208239	0.528961	-0.04319	0.153488
161349.9	459871.8	0.834372	0.634238	0.940968	0.368344	-0.1066	0.265894
161054.7	459904.9	0.883001	0.364261	0.793968	0.481721	0.089033	-0.11746
161106.2	459892.3	0.785742	0.354619	0.91424	0.311656	-0.1285	0.042963
160937.9	459816	1.661071	0.942784	1.328511	1.010812	0.33256	-0.06803
160945.3	459841.2	1.213681	0.721017	1.114694	0.717922	0.098987	0.003095

Tabel B5.4 GxG-voorspellingen voor gerichte opnamelocaties in Kamerikse Nessen.

Locatie gerichte opname		Jaar gerichte opname				Verschil 2013-2019	
x	y	2013		2019		GLG (m)	GVG (m)
		GLG (m)	GVG (m)	GLG (m)	GVG (m)		
118781.2	459322.2	-0.07763	-0.18164	-0.24489	-0.07868	0.167268	-0.10296
118770.3	459401.6	-0.16613	-0.1702	-0.24216	-0.07566	0.076025	-0.09455
118684.8	459315.1	0.528536	-0.27316	-0.2445	-0.07797	0.773032	-0.19518
118669.7	459323.9	0.529565	-0.2274	-0.24268	-0.07615	0.772248	-0.15125
118606.1	459265.2	-0.1085	-0.27316	-0.24371	-0.07768	0.135212	-0.19548
118707.2	459184.7	0.03558	-0.27316	-0.24344	-0.07786	0.279023	-0.19529
118738	459684	0.406069	-0.15876	-0.24357	-0.0781	0.649641	-0.08067
118790.2	459790.7	-0.00559	-0.2274	-0.24347	-0.07722	0.237881	-0.15018
118711.3	459541.6	0.045871	-0.1702	-0.24022	-0.07493	0.286086	-0.09528
118732.5	459570.6	0.4884	-0.13589	-0.24161	-0.07602	0.730007	-0.05987
119012.5	460397.7	0.364903	-0.2274	-0.24462	-0.07909	0.609528	-0.14831
118937.4	460391.4	0.169367	-0.21596	-0.24289	-0.07624	0.412261	-0.13972
119091.5	460432.9	0.395778	-0.11301	-0.24293	-0.07738	0.638706	-0.03563
119111.3	460420.8	0.272281	-0.27316	-0.24274	-0.07643	0.515023	-0.19673
118930.4	460358.3	0.251698	-0.1702	-0.2393	-0.07341	0.491002	-0.0968
118957.5	460356.4	0.066454	-0.14733	-0.24258	-0.07605	0.309031	-0.07127
118941.4	458843	0.107619	-0.21596	-0.24357	-0.07799	0.351191	-0.13798
118926.7	458891.6	-0.1085	-0.19308	-0.24272	-0.07751	0.134218	-0.11557
119472.7	457379.7	0.385486	-0.27316	-0.24377	-0.07773	0.629257	-0.19543
119491.3	457353.3	0.395778	-0.27316	-0.24445	-0.07848	0.640227	-0.19468
119308.4	457604.3	0.076745	-0.21596	-0.24483	-0.08006	0.32158	-0.1359
119335.6	457697	0.066454	-0.21596	-0.24396	-0.07791	0.310411	-0.13805
118815.5	459917.2	-0.05704	-0.2274	-0.245	-0.079	0.187956	-0.1484
118854.7	460053.7	0.097328	-0.09013	-0.24426	-0.07786	0.34159	-0.01226
119099.4	458240.8	0.454438	NA	-0.24538	-0.0787	0.699823	NA
119118.7	458243.3	0.15393	-0.1702	-0.24422	-0.07815	0.398145	-0.09205
119133.4	458353.7	0.056162	-0.2274	-0.24441	-0.07834	0.300576	-0.14906
119108.5	458337.5	-0.05704	-0.27316	-0.24472	-0.07829	0.187675	-0.19486
119373.4	460657.2	0.045871	-0.27316	-0.24272	-0.07696	0.288589	-0.1962
119454.4	460697.5	0.313447	-0.10157	-0.24126	-0.0758	0.554703	-0.02577
119217.4	457883.6	0.03455	-0.27316	-0.24485	-0.0793	0.279397	-0.19386
119226.9	457855	-0.05704	-0.18164	-0.24303	-0.07671	0.185991	-0.10494

Tabel B5.5 GxG-voorspellingen voor gerichte opnamelocaties in De Meije.

Locatie gerichte opname		Jaar gerichte opname				Verschil 2013-2019	
x	y	2013		2019		GLG (m)	GVG (m)
		GLG (m)	GVG (m)	GLG (m)	GVG (m)		
115780	461267.9	0.467366	0.229313	0.127064	0.076686	0.340302	0.152627
115777.7	461301.9	0.779678	0.297108	0.544296	0.147837	0.235382	0.149271
115517.2	461071	0.667663	0.156222	0.127064	0.076686	0.5406	0.079536
115651.1	461079.1	0.582228	0.102198	0.283526	0.076686	0.298703	0.025513
116018.2	460567.7	0.545206	0.591591	0.200079	0.076686	0.345127	0.514905
116158.7	460600.7	0.364844	0.083131	0.200079	0.064827	0.164764	0.018304
116143	460917.5	0.940106	0.200712	0.200079	0.100403	0.740026	0.10031
116199.3	460888.2	0.951497	0.176349	0.439988	0.076686	0.511509	0.099663
115932	461047.7	0.831888	0.286515	-0.18586	0.254563	1.017748	0.031952
116090.4	461005.4	0.52812	0.180586	0.158356	0.017393	0.369763	0.163193
115804.7	460734.8	1.104331	0.421045	0.638173	0.242704	0.466158	0.178341
115915.4	460509.1	0.832838	0.30876	0.241802	0.088544	0.591035	0.220216
115768.4	461074.1	0.551851	-0.07894	0.095771	0.171553	0.45608	-0.25049
115747.5	461085.6	0.467366	-0.08847	0.106202	0.088544	0.361164	-0.17702
116082.4	460638.3	NA	0.490958	0.231372	0.19527	NA	0.295688
116164.9	460719.7	1.166034	0.394563	0.21051	0.27828	0.955524	0.116283
115674.2	460802	1.042628	0.542863	0.825927	0.373148	0.216701	0.169716
115744.3	460776.1	1.009403	0.283337	0.638173	0.112261	0.37123	0.171076
115477.5	460893.8	0.498692	0.094783	0.022756	0.088544	0.475936	0.006239
115528.5	460861.3	0.374336	0.096902	0.179218	0.100403	0.195119	-0.0035
116294.3	460731.4	0.923019	0.186941	0.387834	0.088544	0.535185	0.098397
116247.1	460730.3	1.016997	0.285456	0.544296	0.135978	0.472702	0.149477
116414.9	460602.5	0.492047	0.150926	0.262664	0.017393	0.229383	0.133532
116368.1	460427.7	0.349655	0.356428	0.283526	0.017393	0.06613	0.339035
115841.6	460782.4	0.123727	0.209187	-0.0294	0.147837	0.153126	0.06135
116004.3	460786.5	0.732214	0.376555	0.387834	0.12412	0.34438	0.252435
115838.2	461233.6	1.22299	0.341598	0.59645	0.112261	0.626541	0.229337
115858.7	461225.5	1.060664	0.224017	0.617311	0.088544	0.443353	0.135473
116364	460416.8	2.653551	NA	0.179218	0.183412	2.474334	NA
116189.5	460437.5	0.271815	0.073597	0.460849	0.017393	-0.18903	0.056204

Tabel B5.6 GxG-voorspellingen voor gerichte opnamelocaties in Het Meeuwenkampje.

Locatie gerichte opname		Jaar gerichte opname				Verschil 2013-2019	
x	y	2013		2019		GLG (m)	GVG (m)
		GLG (m)	GVG (m)	GLG (m)	GVG (m)		
165873.7	451421.1	0.597995	0.27739	NA	0.382616	NA	-0.10523
165837.3	451414.4	0.534073	0.145223	NA	0.367529	NA	-0.22231
165949.8	451288.1	0.753235	0.409556	NA	0.432906	NA	-0.02335
165900.5	451377.1	0.698444	0.236723	NA	0.417819	NA	-0.1811
165830.1	451291.1	0.762367	0.440056	NA	0.432906	NA	0.00715
165848	451304.1	0.534073	0.206223	NA	0.367529	NA	-0.16131
166001.3	451277.7	0.515809	0.165557	NA	0.402732	NA	-0.23718
166068.4	451316.3	1.054583	0.358723	NA	0.407761	NA	-0.04904
166097.3	451276.6	0.826289	0.145223	NA	0.483195	NA	-0.33797
165815	451125.9	0.798894	0.511223	0.643706	0.417819	0.155188	0.093404
165825.2	451133.1	0.78063	0.490889	0.643706	0.417819	0.136924	0.073071
165738.1	451140.3	0.926738	0.643389	0.593954	0.382616	0.332784	0.260773
165767.3	451140.3	0.826289	0.582389	0.61883	0.392674	0.207459	0.189715
165967.2	451201.3	0.671049	0.318056	NA	0.493253	NA	-0.1752
165982.5	451177.9	0.72584	0.480723	NA	0.478167	NA	0.002556
165761	451217.9	0.671049	0.429889	0.651998	0.402732	0.019051	0.027158
165805.6	451197.4	0.734971	0.480723	0.502742	0.447993	0.232229	0.03273
165869.7	451132	0.908475	0.643389	0.74321	0.387645	0.165264	0.255744
165826.5	451119.7	0.853684	0.440056	0.602246	0.468109	0.251438	-0.02805
165944.9	451200.6	0.62539	0.33839	NA	0.432906	NA	-0.09452
165949.6	451217.6	0.634522	0.328223	NA	0.503311	NA	-0.17509
165903.9	451102	0.78063	0.531556	0.668582	0.392674	0.112048	0.138882
165922.8	451095.8	0.862816	0.582389	0.651998	0.417819	0.210818	0.16457
165937.1	451174.7	0.680181	0.30789	NA	0.387645	NA	-0.07976
165938.4	451167.7	0.62539	0.328223	NA	0.387645	NA	-0.05942
165869.7	451225.6	0.689312	0.389223	0.718334	0.437935	-0.02902	-0.04871
165851	451198.5	0.753235	0.440056	0.726626	0.41279	0.026609	0.027266
165832.5	450992.5	0.579731	0.328223	0.41153	0.41279	0.168202	-0.08457
165917.8	450974.6	0.552336	0.297723	0.37007	0.417819	0.182267	-0.1201
165887.3	451005.3	0.652785	0.379056	0.461282	0.46308	0.191504	-0.08402
165851.4	451054.7	0.72584	0.409556	0.469574	0.417819	0.256266	-0.00826
165854.5	451085.9	0.771498	0.419723	0.70175	0.41279	0.069748	0.006933
165990.3	450974.4	0.543204	0.33839	0.394946	0.417819	0.148259	-0.07943
165950.6	450999.9	0.680181	0.460389	0.477866	0.498282	0.202315	-0.03789
165985.1	451084.7	0.862816	0.633222	0.66029	0.392674	0.202526	0.240548
165933.3	451107.2	0.451887	0.348556	0.70175	0.427877	-0.24986	-0.07932
165995.6	451048.1	0.789762	0.562056	0.610538	0.432906	0.179224	0.12915
165991.5	451063.9	0.853684	0.633222	0.519326	0.402732	0.334358	0.23049
166023.6	451237.1	0.515809	0.023224	0.444698	0.367529	0.071111	-0.34431
165996.1	451241	0.652785	0.023224	0.394946	0.397703	0.25784	-0.37448
166011.4	451244.5	0.671049	0.074057	0.328609	0.468109	0.342439	-0.39405
166069.5	451213.3	0.607127	0.18589	0.461282	0.437935	0.145845	-0.25204
166083.5	451211.7	0.442755	0.114724	0.461282	0.392674	-0.01853	-0.27795
166014.9	451214.5	0.506677	0.287556	NA	0.392674	NA	-0.10512
166014.3	451213.8	0.488414	0.206223	0.685166	0.387645	-0.19675	-0.18142
166060.5	451243.6	0.387964	-0.07844	0.436406	0.367529	-0.04844	-0.44597
166069.9	451228.9	0.369701	0.084224	0.353486	0.367529	0.016215	-0.28331

Tabel B5.7 GxG-voorspellingen voor gerichte opnamelocaties in De Schoolsteegse Bosjes.

x	y	2013		2019		Verschil	
		GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv
157836.2	459689.4	0.393549	0.134862	0.460837	0.562483	-0.06729	-0.42762
157867	459690.1	0.413061	0.247973	0.444933	0.562483	-0.03187	-0.31451
157964.5	459696	0.500865	0.087732	0.5165	0.5206	-0.01564	-0.43287
157933.7	459647.4	0.637449	0.361085	0.317703	0.646248	0.319747	-0.28516
158597	459439.7	1.115494	0.709847	0.937952	0.972934	0.177542	-0.26309
158635.4	459419.9	0.442329	0.304529	0.739154	0.487094	-0.29683	-0.18256
158589.9	459182.7	0.491109	0.181991	0.444933	0.713261	0.046176	-0.53127
158615.2	459283.4	0.666717	0.181991	0.683491	0.595989	-0.01677	-0.414
158820.8	459182.6	0.73501	0.276251	0.651683	0.461964	0.083327	-0.18571
158900.7	459236.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158584.5	459598.9	0.78379	0.097158	0.770962	0.570859	0.012828	-0.4737
158615.4	459600.5	0.73501	0.06888	0.858433	0.528976	-0.12342	-0.4601
158744.4	459232.7	0.617937	0.229121	0.691443	0.436834	-0.07351	-0.20771
158723.2	459225.7	0.78379	0.483623	0.985663	0.696508	-0.20187	-0.21288
157642.4	459645.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
157785	459728	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158821.2	459499.1	1.154518	0.596735	0.246135	0.637872	0.908383	-0.04114
158884.4	459477.1	1.086226	0.511901	1.232173	0.554106	-0.14595	-0.04221
157986.3	459678.7	0.491109	0.125436	0.540356	0.771897	-0.04925	-0.64646
157976.5	459651.8	0.744766	0.549605	1.009519	0.78865	-0.26475	-0.23904
158976.3	459459.7	1.388663	0.973775	1.168557	0.981311	0.220105	-0.00754
158905.5	459544.6	0.647205	0.559031	1.09699	0.855662	-0.44978	-0.29663
158684	459130.7	0.627693	0.219695	0.747106	0.5206	-0.11941	-0.3009
158676.8	459126.8	0.637449	0.313955	0.755058	0.512223	-0.11761	-0.19827
158566.2	459041	0.481353	0.445919	0.72325	0.621119	-0.2419	-0.1752
158605.6	459097.2	0.617937	0.398789	0.5165	0.587612	0.101437	-0.18882
158802.3	459021.9	0.578913	0.606161	0.572164	0.453587	0.006749	0.152574
158780.2	459002.3	0.715497	0.398789	0.683491	0.503847	0.032007	-0.10506
158746.8	459572.9	1.02769	0.540179	1.073134	0.612742	-0.04544	-0.07256
158719.3	459588.7	1.378907	0.860663	1.462778	1.199101	-0.08387	-0.33844
158146.8	459574.5	1.222811	0.700421	1.248077	0.570859	-0.02527	0.129562
158125	459556.1	0.959398	0.483623	0.93	0.579236	0.029398	-0.09561
158125.4	459686.8	0.627693	0.040602	0.548308	0.487094	0.079385	-0.44649
158111.4	459664.9	1.066714	0.153713	0.699394	0.537353	0.36732	-0.38364
157978.3	459588.8	1.193542	0.606161	1.176509	0.621119	0.017033	-0.01496
157999.4	459536.2	0.695985	0.351659	0.731202	0.461964	-0.03522	-0.1103
157894.8	459610.8	0.959398	0.672143	1.184461	0.579236	-0.22506	0.092907
157879.3	459573.2	1.193542	0.568457	1.009519	0.487094	0.184023	0.081363
158015.4	459356.7	0.695985	0.700421	0.89024	0.864039	-0.19426	-0.16362
158024.8	459378	0.959398	0.511901	0.858433	0.73839	0.100965	-0.22649
157802.4	459434.8	1.193542	0.493049	0.76301	1.090206	0.430533	-0.59716
157717.1	459459.7	0.998422	0.549605	0.794817	0.914298	0.203605	-0.36469
158634.6	459471.2	0.97891	0.530753	1.494586	0.637872	-0.51568	-0.10712
158673	459482.1	0.764278	0.549605	1.26398	0.746767	-0.4997	-0.19716
158057.3	459505.6	NA	0.342233	0.715298	0.554106	NA	-0.21187
158097.2	459522.7	NA	0.464771	0.874337	0.49547	NA	-0.0307
158085.3	459366.9	NA	0.634439	0.93	0.76352	NA	-0.12908
158151.1	459363.3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158848.3	459364.7	1.105738	0.860663	1.192413	0.730014	-0.08667	0.130649
158765.9	459402.2	1.252079	0.804107	1.359403	0.797026	-0.10732	0.00708
158145.1	459472.4	0.666717	0.323381	0.667587	0.403328	-0.00087	-0.07995
158131.1	459474.5	0.676473	0.323381	0.659635	0.445211	0.016838	-0.12183
158172.5	459644.3	0.871594	0.323381	0.72325	0.646248	0.148344	-0.32287
158155.6	459663.6	0.520377	0.332807	0.580116	0.487094	-0.05974	-0.15429
157941.2	459412.8	0.949642	0.417641	0.802769	0.838909	0.146873	-0.42127
157979.9	459411.1	0.959398	0.540179	0.850481	0.905922	0.108917	-0.36574

x	y	2013		2019		Vershil	
		GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv
158955.6	459363.5	NA	0.747551	0.89024	0.78865	NA	-0.0411
158903.6	459369.8	1.574027	1.011479	1.295788	0.947804	0.278239	0.063674
157869.8	459513.9	0.695985	0.445919	0.707346	0.646248	-0.01136	-0.20033
157955	459552.3	0.793546	0.398789	0.659635	0.47034	0.133911	-0.07155
158514.6	459598.6	0.276477	0.351659	0.635779	0.570859	-0.3593	-0.2192
158519	459593.5	0.286233	0.238547	0.460837	0.403328	-0.1746	-0.16478
158476	459298.5	0.413061	0.276251	1.041327	0.663001	-0.62827	-0.38675
158450.1	459319.1	0.549645	0.445919	0.794817	0.403328	-0.24517	0.042591
158483.9	459628.4	0.754522	0.276251	0.413126	0.528976	0.341396	-0.25273
158439.8	459644.1	0.481353	0.455345	0.651683	0.637872	-0.17033	-0.18253
158493.9	459446.5	0.676473	0.06888	0.532404	0.487094	0.144069	-0.41821
158459.5	459473	1.164274	0.643865	1.081086	1.106959	0.083188	-0.46309
158353.4	459460.1	0.871594	0.511901	0.874337	0.730014	-0.00274	-0.21811
158393.6	459461.3	0.920374	0.200843	0.55626	0.604365	0.364114	-0.40352
158314.9	459490.9	0.452085	0.483623	0.731202	0.646248	-0.27912	-0.16263
158309.7	459464.9	0.481353	0.445919	0.739154	0.47034	-0.2578	-0.02442
158415.6	459256.1	0.325257	0.229121	0.627827	0.595989	-0.30257	-0.36687
158369	459218.6	0.701839	0.417641	0.627827	0.771897	0.074012	-0.35426
158544.2	459303.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158485.5	459298.3	0.481353	0.323381	0.572164	0.487094	-0.09081	-0.16371
158254.3	459507.5	0.578913	0.219695	0.675539	0.604365	-0.09663	-0.38467
158229.8	459537.4	1.095982	0.455345	1.160606	0.679755	-0.06462	-0.22441
158250	459624.7	0.656961	0.511901	0.564212	0.570859	0.092749	-0.05896
158223.8	459636.2	0.822814	0.304529	0.731202	0.579236	0.091612	-0.27471
158515.7	459219.8	0.383793	0.059454	0.444933	0.461964	-0.06114	-0.40251
158495.8	459191	0.393549	0.229121	0.532404	0.478717	-0.13886	-0.2496
158311.7	459651.7	NA	0.276251	0.476741	0.54573	NA	-0.26948
158351.3	459640.1	0.491109	0.266825	0.651683	0.679755	-0.16057	-0.41293
158500.2	459238.4	0.569157	0.323381	0.731202	0.570859	-0.16204	-0.24748
158464.7	459207	0.367208	0.257399	0.564212	0.696508	-0.197	-0.43911
158496.5	459437.1	0.637449	0.181991	0.651683	0.679755	-0.01423	-0.49776
158536.6	459444.3	0.852082	0.087732	0.492645	0.436834	0.359437	-0.3491
158387.8	459650.2	0.481353	0.097158	0.59602	0.579236	-0.11467	-0.48208
158405.6	459601.6	0.510621	0.351659	0.532404	0.688131	-0.02178	-0.33647
158195.7	459295.1	1.339883	0.672143	1.120846	0.730014	0.219037	-0.05787
158198.9	459367.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158478.1	459506.7	0.88135	0.483623	0.715298	0.78865	0.166052	-0.30503
158475	459537.3	0.949642	0.417641	0.985663	0.805403	-0.03602	-0.38776
158382.3	459548.1	0.510621	0.106584	0.429029	0.478717	0.081592	-0.37213
158375.5	459542.2	0.608181	0.134862	0.468789	0.49547	0.139392	-0.36061
158341.4	459589.1	0.627693	0.229121	0.59602	0.654625	0.031674	-0.4255
158365	459588	0.647205	0.200843	0.532404	0.805403	0.114801	-0.60456
158253.2	459381.8	0.73501	0.455345	0.770962	0.461964	-0.03595	-0.00662
158245.2	459411.6	0.539889	0.163139	0.627827	0.487094	-0.08794	-0.32395
158340	459254.3	0.578913	0.276251	0.540356	0.654625	0.038557	-0.37837
158342.2	459277.2	0.442329	0.163139	0.492645	0.436834	-0.05032	-0.27369
158021.9	459211	0.949642	0.436493	0.953856	0.897545	-0.00421	-0.46105
158011.5	459185.4	0.744766	0.323381	0.699394	0.746767	0.045371	-0.42339
158395	459422.9	0.520377	0.276251	0.55626	0.436834	-0.03588	-0.16058
158349	459364.6	0.676473	0.540179	0.858433	0.755144	-0.18196	-0.21496
158282.7	459456.5	0.637449	0.229121	0.635779	0.5206	0.00167	-0.29148
158332.2	459412.1	0.774034	0.351659	NA	0.47034	NA	-0.11868
158309.8	459599.8	1.066714	0.493049	0.548308	0.671378	0.518406	-0.17833
158298.8	459591.6	1.008178	0.568457	1.009519	1.148842	-0.00134	-0.58038
157923.4	459170.1	0.822814	0.389363	0.810721	1.232607	0.012092	-0.84324
157896.2	459174.7	0.969154	0.511901	1.13675	0.947804	-0.1676	-0.4359
158539.4	459508.5	NA	0.134862	0.842529	0.872415	NA	-0.73755

x	y	2013		2019		Vershil	
		GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv	GLG_mv	GVG_mv
158511.1	459504	0.920374	0.125436	0.826625	0.487094	0.093749	-0.36166
158237.8	459290.8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158255.2	459348.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
158239.8	459178.6	1.310615	0.672143	1.208317	0.931051	0.102298	-0.25891
158180.4	459144.6	0.73501	0.351659	0.786866	0.671378	-0.05186	-0.31972
158093.9	459132.5	1.505735	0.851237	1.327596	1.140465	0.178139	-0.28923
158109.8	459197.3	0.988666	0.295103	0.874337	0.713261	0.114329	-0.41816

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 2967
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 10.000 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 2967
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 10.000 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.

