

ADMIRE



Het natte perspectief: veenvorming terug in het Dommeldal

Landschapsecologische systeemanalyses van verschillende gebieden in het stroomgebied van de Dommel, met het oog op herstel van veenvormende processen



Radboud University



ZOO
ANTWERPEN



Antwerp Zoo
Foundation

Stichting
Bargerveen
for ecosystem restoration



Bosgroep Zuid Nederland

Natuurmonumenten

pidpa
water in beweging



VLAAMSE
LAND
MAATSCHAPPIJ



University
of Antwerp

Auteurs

Ir. D.P.H.F. van Staveren, Stichting Bargerveen

Dr. A.J.M. Jansen, Jansen-de Hullu Landschapsecologie en Circulair

Ing. R. Versluijs, Stichting Bargerveen

Datum

Februari, 2026

Contact

Katrien Wijns | Projectcoördinator Interreg ADMIRE

Natuurpunt Beheer | Coxiestraat 11, 2800 Mechelen, Belgium

katrien.wijns@natuurpunt.be | +32 (0)497/05.29.21

www.grensregio.eu/projecten/admire

Dit project werd mogelijk gemaakt door Interreg Vlaanderen-Nederland met steun vanuit het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



Inhoudsopgave

1	Introductie.....	1
1.1	Aanleiding.....	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Ligging en introductie	2
1.4	Leeswijzer	3
2	Aanpak.....	4
2.1	Dataverzameling.....	4
2.2	Veldonderzoek.....	4
2.3	Uitvoeren landschapsecologische systeemanalyse	5
2.4	Kansen- en knelpuntenanalyse	5
2.5	Afwegingskader, herstelstrategie en inrichtingsplan.....	5
3	Regionaal systeemfunctioneren	6
3.1	Geologie en reliëf.....	6
3.1.1	Geohydrologie	6
3.1.2	Geomorfologie.....	9
3.1.3	Reliëf.....	10
3.2	Grond- en oppervlaktewatersysteem en waterkwaliteit.....	11
3.2.1	Grondwatersysteem.....	11
3.2.2	Grondwaterkwaliteit.....	14
3.2.3	Oppervlaktewatersysteem.....	16
3.3	Landschapshistorie, bodem en vegetatie	20
3.3.1	Natuurlijk systeemfunctioneren	20
3.3.2	De invloed van de mens	21
3.3.3	Bodem.....	25
3.3.4	Vegetatie.....	27
3.4	Landschapsecologisch functioneren.....	30
3.5	Herstelvisie	32
4	Systeemanalyses deelgebieden	33
4.1	Kleine Beekloop	33
4.1.1	Gebiedsbeschrijving.....	33
4.1.2	Landschapsopbouw	34
4.1.3	Grond- en oppervlaktewatersysteem	37

4.1.4	Een blik op het verleden.....	52
4.1.5	Historische en actuele vegetatie.....	55
4.1.6	Synthese	57
4.1.7	Kansen- en knelpuntenanalyse	62
4.1.8	Herstelstrategie	63
4.1.9	Herstelmaatregelen.....	64
4.2	Gijzenrooise Zegge	66
4.2.1	Gebiedsbeschrijving.....	66
4.2.2	Landschapsopbouw	67
4.2.3	Grond- en oppervlaktewatersysteem	71
4.2.4	Een blik op het verleden.....	82
4.2.5	Historische en actuele vegetatie.....	84
4.2.6	Synthese	85
4.2.7	Kansen- en knelpunten analyse	88
4.2.8	Herstelstrategie	89
4.2.9	Herstelmaatregelen.....	90
4.3	Urkhovense Zeggen.....	94
4.3.1	Gebiedsbeschrijving.....	94
4.3.2	Landschapsopbouw	95
4.3.3	Grond- en oppervlaktewatersysteem	103
4.3.4	Een blik op het verleden.....	120
4.3.5	Historische en actuele vegetatie.....	123
4.3.6	Synthese	127
4.3.7	Kansen- en knelpuntenanalyse	134
4.3.8	Herstelstrategie	136
4.3.9	Herstelmaatregelen.....	138
4.4	Watermolenlandschap Hooijdonkse Watermolen	141
4.4.1	Gebiedsbeschrijving.....	141
4.4.2	Landschapsopbouw	142
4.4.3	Grondwatersysteem.....	150
4.4.4	Oppervlaktewatersysteem.....	162
4.4.5	Een blik op het verleden.....	169
4.4.6	Historische en actuele vegetatie.....	171
4.4.7	Synthese	175
4.4.8	Kansen- en knelpuntenanalyse	180
4.4.9	Herstelstrategie	185

4.4.10	Herstelmaatregelen.....	186
4.5	De Dommelbeemden.....	191
4.5.1	Gebiedsbeschrijving.....	191
4.5.2	Landschapsopbouw	192
4.5.3	Grond- en oppervlaktewatersysteem	195
4.5.4	Een blik op het verleden.....	210
4.5.5	Historische en actuele vegetatie.....	211
4.5.6	Synthese	214
4.5.7	Kansen- en knelpuntenanalyse	219
4.5.8	Herstelstrategie	220
4.5.9	Herstelmaatregelen.....	222
	Literatuur	225

1 Introductie

1.1 Aanleiding

Het Dommeldal is van oudsher een kletsnat gebied. De veenbodems die we vandaag de dag nog vinden zijn hier het bewijs van. Door ontginningen, die al honderden jaren geleden begonnen zijn, is het Dommeldal steeds verder drooggetrokken. Veenvorming is iets wat tot het verre verleden behoort en de nog bestaande veenbodems zijn zelden nat genoeg om de afbraak te stoppen.

Dit terwijl veenvormende gebieden een enorme bijdrage kunnen leveren aan de uitdagingen van deze tijd: de gevolgen van klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en een ontoereikende waterkwaliteit. Natte veengebieden waarin veenvorming plaatsvindt slaan CO₂ op in plaats van het uit te stoten, vormen zeldzame habitats waarin veel bedreigde planten- en diersoorten zich thuis voelen en vormen een filter en spons voor water.

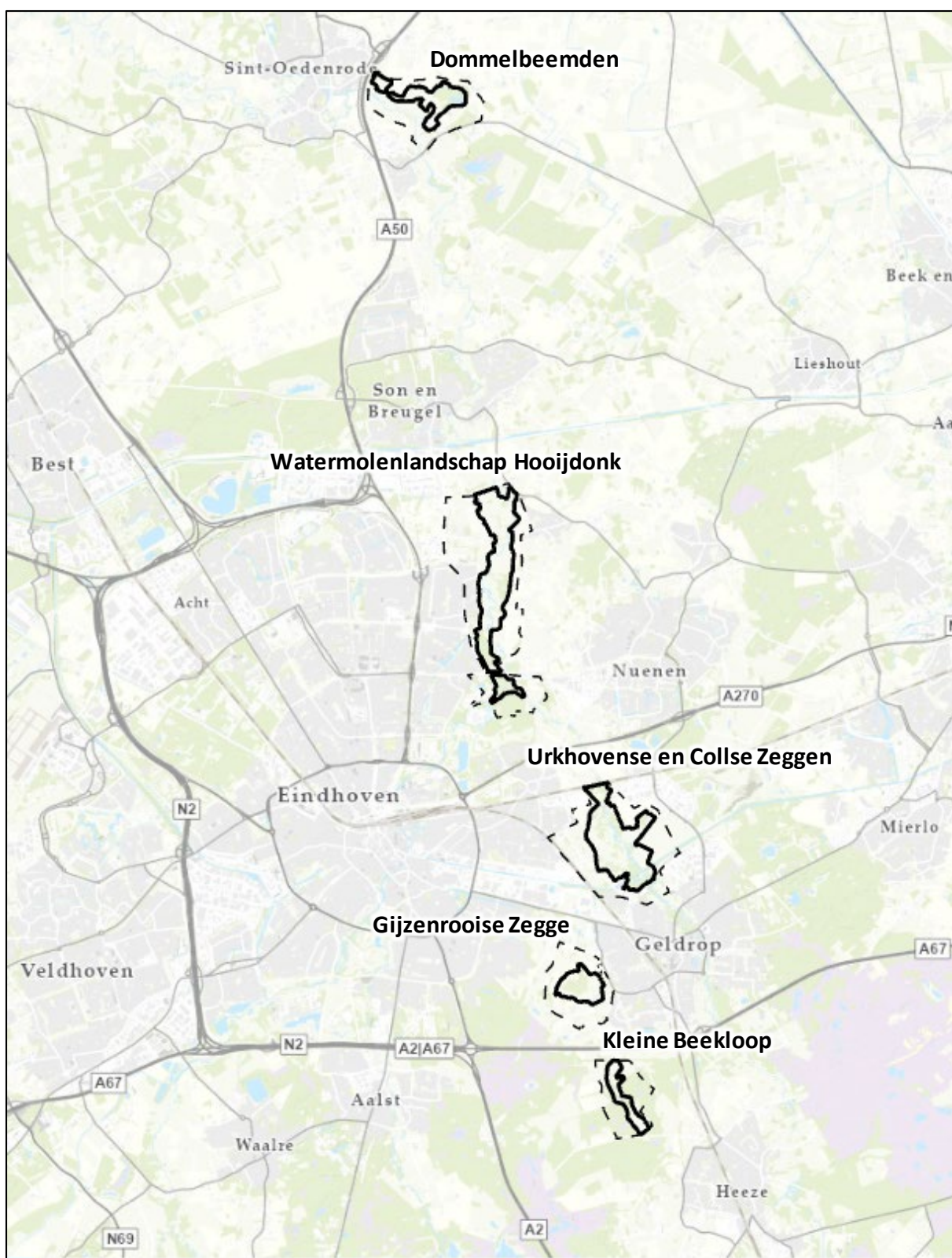
Dit maakt veenherstel tot een van de belangrijkste 'nature based solutions' die onze beekdalen en landschappen kunnen bieden. Door opnieuw ruimte te geven aan veenvormende processen ontstaat een robuuster watersysteem dat beter bestand is tegen periodes van droogte én extreme neerslag. Tegelijkertijd draagt het herstel van veenvorming bij aan het versterken van de biodiversiteit, het vastleggen van broeikasgassen en het verhogen van de landschappelijke kwaliteit. Kortom: veenherstel in het Dommeldal is niet alleen een stap terug naar een natuurlijker verleden, maar vooral een investering in een veerkrachtige toekomst.

Binnen het Interreg Vlaanderen-Nederland project ADMIRE wordt daarom breed ingezet op onderzoek naar en herstel van veengebieden in het grensgebied. Dit rapport bevat landschapsecologische systeemanalyses (LESA's) van alle Nederlandse ADMIRE projectgebieden. Deze zijn opgesteld in samenwerking met Bosgroep Zuid Nederland, die samen met de eigenaren (o.a. Gemeente Eindhoven, Stichting Brabants Landschap, Staatsbosbeheer en Brabant Water) deze projectgebieden heeft aangedragen. De LESA's zijn de basis voor het systeemherstel dat deels binnen, maar ook deels buiten dit project plaats gaat plaatsvinden.

1.2 Doelstelling

In ADMIRE staan het behoud, herstel en beheer van natuurwaarden in een breed samenwerkingsverband voorop. De LESA's die uitgevoerd worden door Stichting Bargerveen hebben als doel het systeemfunctioneren in kaart te brengen en vanuit daardoor te redeneren naar de kansen en knelpunten voor veenherstel in de verschillende gebieden. Hierbij wordt een herstelstrategie opgesteld en een maatregelenkaart gemaakt zodat er na afronding van het onderzoek door de gebiedspartners heel concreet werk kan worden gemaakt van veenherstel in de praktijk.

1.3 Ligging en introductie



Figuur 1.1: Overzichtkaart Projectgebieden.

De projectgebieden liggen allemaal binnen het stroomgebied van de Dommel en vormen een gradiënt van brongebied via bovenloop tot middenloop. Het meest bovenstroomse projectgebied is de Kleine Beekloop, waar ook de gelijknamige beek ontspringt. Deze beek stroomt vervolgens richting de Gijzenrooise Zegge, een voormalig kalkmoeras met oorspronkelijk een afvoerloos karakter, maar tegenwoordig aangetakt op het stroomgebied van de Beekloop. De Beekloop mondt bij de Urkhovense Zeggen uit in de Kleine Dommel, een zijbeek van de Dommel. Verder naar het zuiden, in het watermolenlandschap Hooijdonk, komt de Kleine Dommel uit in de Dommel zelf. Noordelijker doorkruist de Dommel de Midden-Brabantse Dekzandrug, waar zich het meest benedenstroomse projectgebied, de Dommelbeemden, bevindt.

De unieke positie van deze projectgebieden binnen het watersysteem van de Dommel maakt het mogelijk om met de LESA-benadering op verschillende locaties een beeld te krijgen van het herstellend potentieel van grondwatergevoede, en op sommige plaatsen veenvormende, beekdalsystemen.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit twee delen. Het eerste deel (hoofdstuk 3) bestaat uit een regionale systeemanalyse, waarbij het functioneren van het dal van de Dommel en Kleine Dommel wordt besproken. Daarna volgen in hoofdstuk 4 de analyses van alle deelgebieden, die van bovenstrooms (Kleine Beekloop, 4.1) tot benedenstrooms (Dommelbeemden, 4.5) worden behandeld.



Foto | Grondwatergevoede vegetatie in de Urkhovense Zeggen met blaasjeskruid

2 Aanpak

Het verwerven van kennis over het hydro-ecologisch functioneren van het Dommeldal geschiedt door het uitvoeren van een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) waarin processen worden achterhaald die sturend zijn voor de totstandkoming van de standplaatscondities van de vegetatie. Hierbij wordt een beeld gevormd van zowel het historisch als het huidige hydrologisch functioneren van de gebieden en hun omgeving en wordt de samenhang tussen geologie, bodem, reliëf, grond- en oppervlaktewater en vegetatie onderzocht. Eerst wordt een beeld verkregen van het regionale systeemfunctioneren. Het gaat hierbij grofweg om het landschap tussen Sint-Oedenrode en Heeze. Vervolgens wordt ingezoomd op het functioneren van de deelgebieden in het licht van het regionale systeem.

Om tot een LESA te komen worden de volgende fasen doorlopen:

2.1 Dataverzameling

Deze studie is grotendeels uitgevoerd op basis van bestaande kennis en data. Daartoe zijn aanwezige/beschikbare gegevens over de geohydrologie, geomorfologie, reliëf, bodem, grond- en oppervlaktewater en historie verzameld en opnieuw geanalyseerd.

In eerste instantie zijn daarvoor open-source gegevens uit bijvoorbeeld het Dinoloket (www.dinoloket.nl) geraadpleegd voor de geohydrologische opbouw van het projectgebied, grondwaterstanden en bodemopbouw. Ook zijn hoogtekarten via het AHN (www.ahn.nl) gebruikt. De geomorfologische kaart en bodemkaart (www.bodemdata.nl) zijn vrij digitaal beschikbaar. Verder zijn in de deelgebieden en aangrenzende gebieden onderzoeken uitgevoerd die bijdragen aan kennis over het hydro-ecologisch functioneren.

Om vat te krijgen op de historische ontwikkelingen in het gebied wordt gebruik gemaakt van historische kaarten die beschikbaar zijn via Topotijdreis. Hiermee wordt een korte analyse gemaakt van veranderingen in het landgebruik vanuit cultuurhistorisch perspectief.

2.2 Veldonderzoek

Nadat er op basis van de verzamelde data een indruk van het gebied is verkregen zijn er veldbezoeken gebracht om aanvullende informatie te verzamelen. Dit veldonderzoek richtte zich tot het in kaart brengen van de bodemopbouw en de waterkwaliteit in specifieke delen van het gebied. In het gehele gebied is tijdens de veldbezoeken gekeken naar vegetatie, ontwatering en landschap.

Voor de bodemopbouw zijn vooraf een aantal raaien vastgelegd waarmee we een beter inzicht kunnen verschaffen in de ruimtelijke samenhang. De locaties van de raaien zijn bepaald op basis van de literatuurstudie, waarbij we gebruik gemaakt hebben van de hoogtekaart, bodemkaart en luchtfoto's. Per raai zijn vooraf boorlocaties vastgelegd, maar de exacte locaties zijn in het veld bepaald op basis van veldkenmerken. Per locatie zijn de verschillende bodemhorizonten en -lagen benoemd volgens Ten Cate et al. (1995), zijn eventueel aanwezige veenlagen ingedeeld naar veentype volgens Meier-Uhlherr et al. (2015) en is de humificatiegraad van het veen vastgesteld volgens Von Post (1926, bijlage 1).

Op verschillende plekken is ook de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit bemonsterd in de winter en het voorjaar van '24 en '25. Het grondwater is bemonsterd met behulp van poreuze cups (lysimeters) op 10-100 cm diepte. De watermonsters zijn op het bodemlaboratorium van de Radboud Universiteit

geanalyseerd op zuurgraad, alkaliniteit, anorganisch koolstof, nutriënten (stikstof, fosfor) en vervuiling (sulfaat, chloride, natrium en kalium).

2.3 Uitvoeren landschapsecologische systeemanalyse

Deze wordt uitgevoerd volgens de systematiek zoals beschreven door Van der Molen et al. (2010) en Besselink et al. (2017). Hierin worden alle verzamelde gegevens over het gebied in een logische volgorde geanalyseerd. Hieruit volgt een heldere beschrijving van het historische en actuele systeemfunctioneren. De wisselwerking tussen het oppervlaktewater- en het grondwatersysteem vraagt om speciale aandacht, evenals de betekenis ervan voor de standplaatscondities.

2.4 Kansen- en knelpuntenanalyse

Vervolgens is een kansen- en knelpuntenanalyse uitgevoerd. Deze maakt inzichtelijk waar kansen liggen voor herstel van veenvormende processen en vegetaties, andere vochtige tot natte, grondwatergevoede vegetatietypen en waar de standplaatscondities simpelweg te droog zijn en waar ingezet moeten worden op drogere, grondwateronafhankelijke begroeiingen. Uit de analyse volgen ook de knelpunten in het hydrologisch functioneren en of de wordt nagegaan of de nutriëntenbeschikbaarheid in waterlopen en bodem adequaat is om op betrekkelijk korte termijn tot een optimale vegetatieontwikkeling te komen.

2.5 Afwegingskader, herstelstrategie en inrichtingsplan

De volgende stap is het bepalen van de herstelstrategie: Is het mogelijk om tot veenvormende begroeiingen te komen? Zo ja, waar moet dan op worden ingezet om dit te realiseren? Op het verhogen van de gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) opdat de waterstanden in de zomer minder diep wegzakken of gaat het vooral om het verhogen van de gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GHG) en het verlengen van de duur dat hoge grondwaterstanden optreden? De gekozen strategie mondt uit in een visie waarin op hoofdlijnen de ontwikkelingsrichting wordt omschreven en hoe deze te bereiken is.



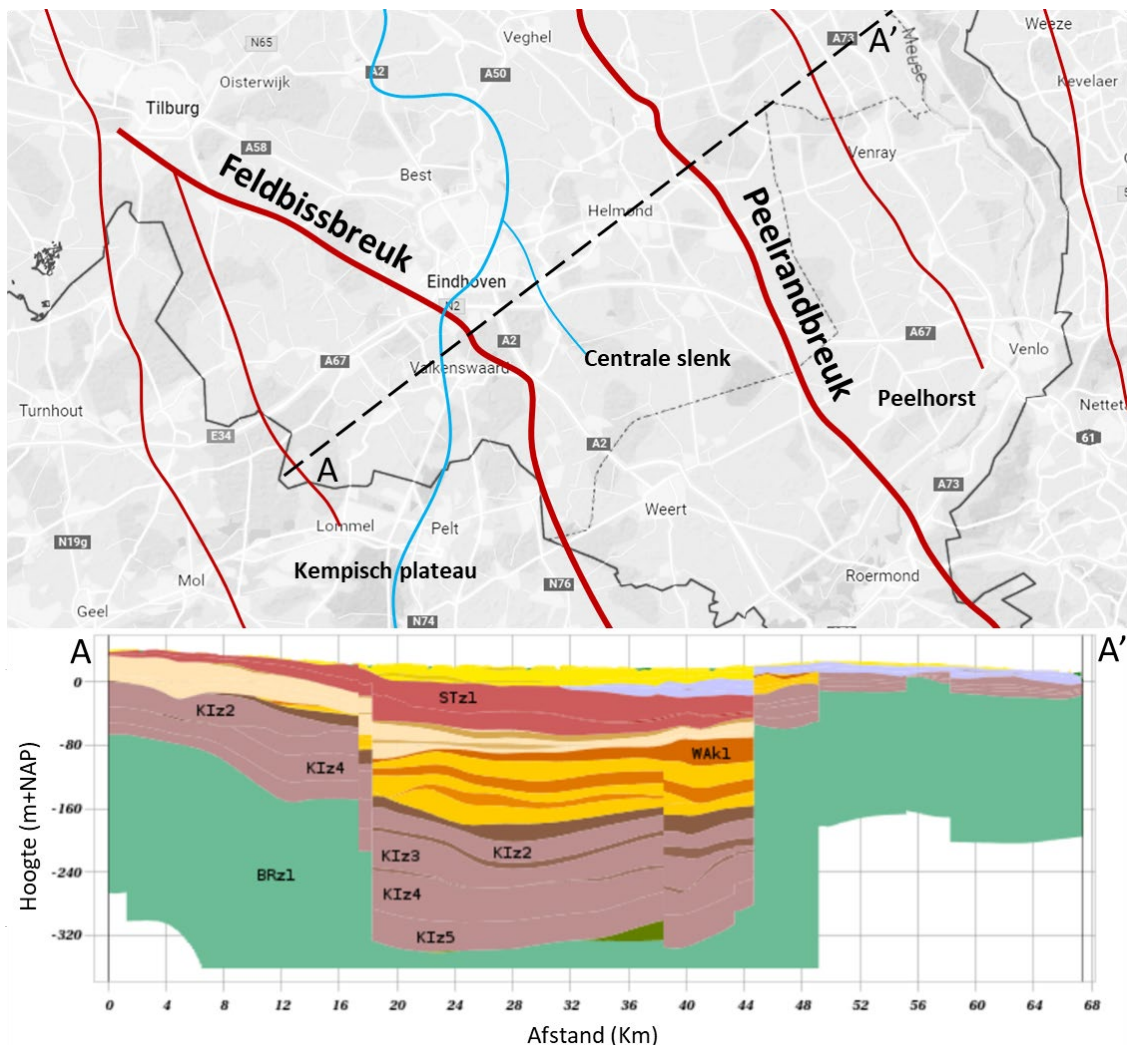
Foto | Recent herstelde grotezegemoerassen met Dotterbloemen in de Boktse Beemden

3 Regionaal systeemfunctioneren

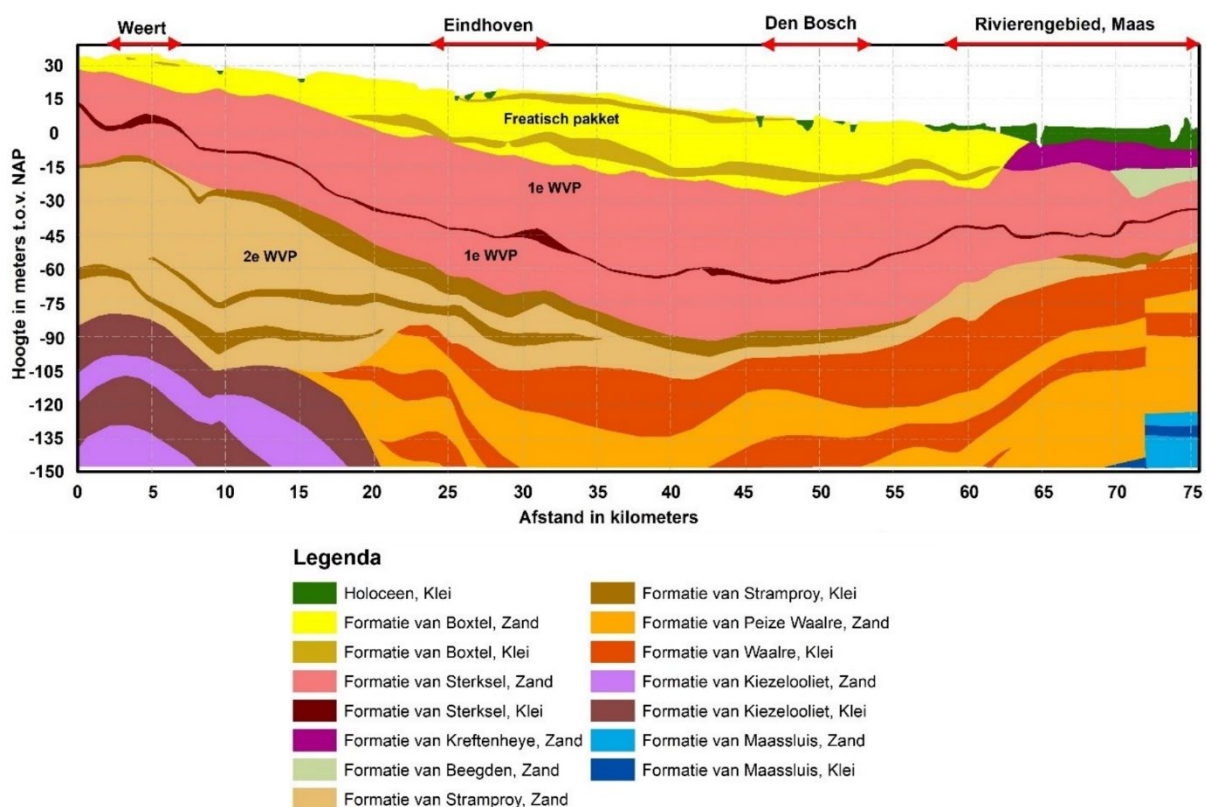
3.1 Geologie en reliëf

3.1.1 Geohydrologie

Het Dommeldal bij Eindhoven ligt in de Centrale Slenk, een gebied dat als gevolg van tektonische bodemdaling, steeds lager is komen te liggen (Stuurman et al., 1990; Nolte, 1996). De Centrale Slenk wordt in het westen begrenst door de Feldbiss-breuk en in het oosten door de Peelrandbreuk (Figuur 3.1). De Maas vormt de noordelijke begrenzing en aan de zuidkant vormt het Kempisch plateau de regionale waterscheiding voor de belangrijkste watervoerende pakketten (Pieterse et al., 1998; Stuurman & Griffioen, 2003). Door bodemdaling in de Centrale Slenk is dit gebied opgevuld geraakt met veel dikkere pakketten van sedimenten uit vergelijkbare perioden dan op de hogere horsten, waar bepaalde geologische afzettingen slechts in dunne pakketten aanwezig zijn (Hemel & Stuurman, 1999).



Figuur 3.1: Belangrijkste geologische breuken in het gebied rondom de Centrale Slenk. Op de geologische doorsnede (Dinoloet) is duidelijk te zien hoe de geohydrologische basis (Formatie van Breda, BRz1) in de Centrale Slenk 150-250 meter dieper ligt dan in het Kempisch plateau of de Peelhorst. Ook is duidelijk te zien dat er in de Centrale Slenk meer en dikkere pakketten van verschillende formaties (van onder naar boven Kiezeloöliet, Peize-Waalre, Stramproy, Sterksel, Beegden, Boxtel) afgezet zijn. In blauw is het (Kleine) Dommeldal weergegeven.

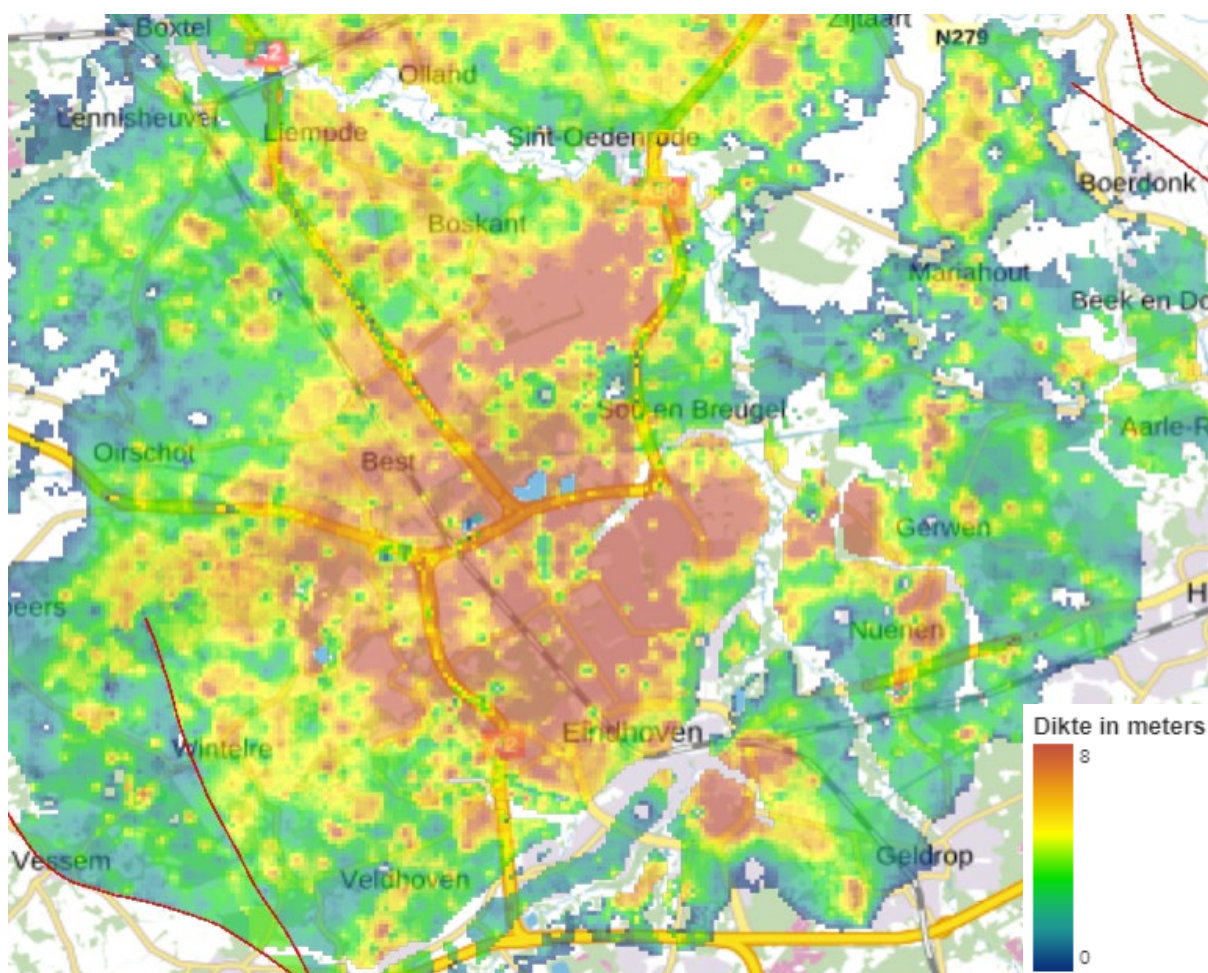


Figuur 3.2: Geologische doorsnede in de Centrale Slenk (Dinoloket) met daarin de positionering van de verschillende watervoerende pakketten (WVP). De ligging van enkele steden is ter referentie aangegeven.

De Formatie van Breda wordt als geohydrologische basis van het Centrale slenk systeem beschouwd. Deze formatie bestaat uit zeer fijnkorrelige afzettingen die ondiep marien en in de kustzone zijn gevormd (Waterschap De Dommel 2010; Hemel & Stuurman, 1999). Daarboven zijn door de voorlopers van de Rijn en Maas overwegend fluviale afzettingen van de Kiezeloöliet Formatie, de Formatie van Peize - Waalre afgezet (Figuur 3.2). De kleilagen in de Formaties van Waalre en Peize vormen de basis voor het Dommeldalsysteem omdat de eronder gelegen watervoerende pakketten niet van invloed zijn op de grondwaterstanden in het freatisch grondwater (Waterschap De Dommel, 2010).

Binnen het Dommeldalsysteem zijn twee watervoerende pakketten aanwezig. Het onderste, tweede watervoerende pakket bestaat uit de zandige en sterk leemhoudende afzettingen van de Formatie van Stramproy (Figuur 3.2). Deze Formatie is grotendeels eolisch afgezet (Dinoloket). Ter hoogte van Eindhoven ligt de bovenste slecht doorlatende laag van deze Formatie op een diepte van 80-90 meter onder maaiveld en vormt een nagenoeg aaneengesloten laag (Figuur 3.2, bruine laag in beige). Daarboven ligt het eerste watervoerende pakket. Dit bestaat uit grofzandige afzettingen van de Rijn en later de Maas, die gerekend worden tot de Formatie van Sterksel (Figuur 3.2). Op grotere diepte ligt in dit pakket een 2 – 4 meter dikke kleilaag (Figuur 3.2).

Op de Formatie van Sterksel zijn vooral in de Centrale Slenk dikke pakketten dekzand afgezet. Deze fijne zanden worden gerekend tot de Formatie van Bortel en vormen het freatisch watervoerend pakket (Jalink & Loeb, 2005; Van der Molen et al., 2006; Stuurman & Van de Weg, 1994). De Formatie van Bortel is gemiddeld zo'n 20-30 meter dik (Figuur 3.2). Binnen deze Formatie zijn dunne zwak tot sterk zandige leemlagen aanwezig, waarvan de ondiepste tot het Laagpakket van Liempde gerekend wordt, beter bekend als de Brabantse Leem (Dinoloket). De leem is afgezet in ondiepe, vochtige depressies en meren onder periglaciaire omstandigheden, vermoedelijk zo'n 30.000 jaar geleden. Uit



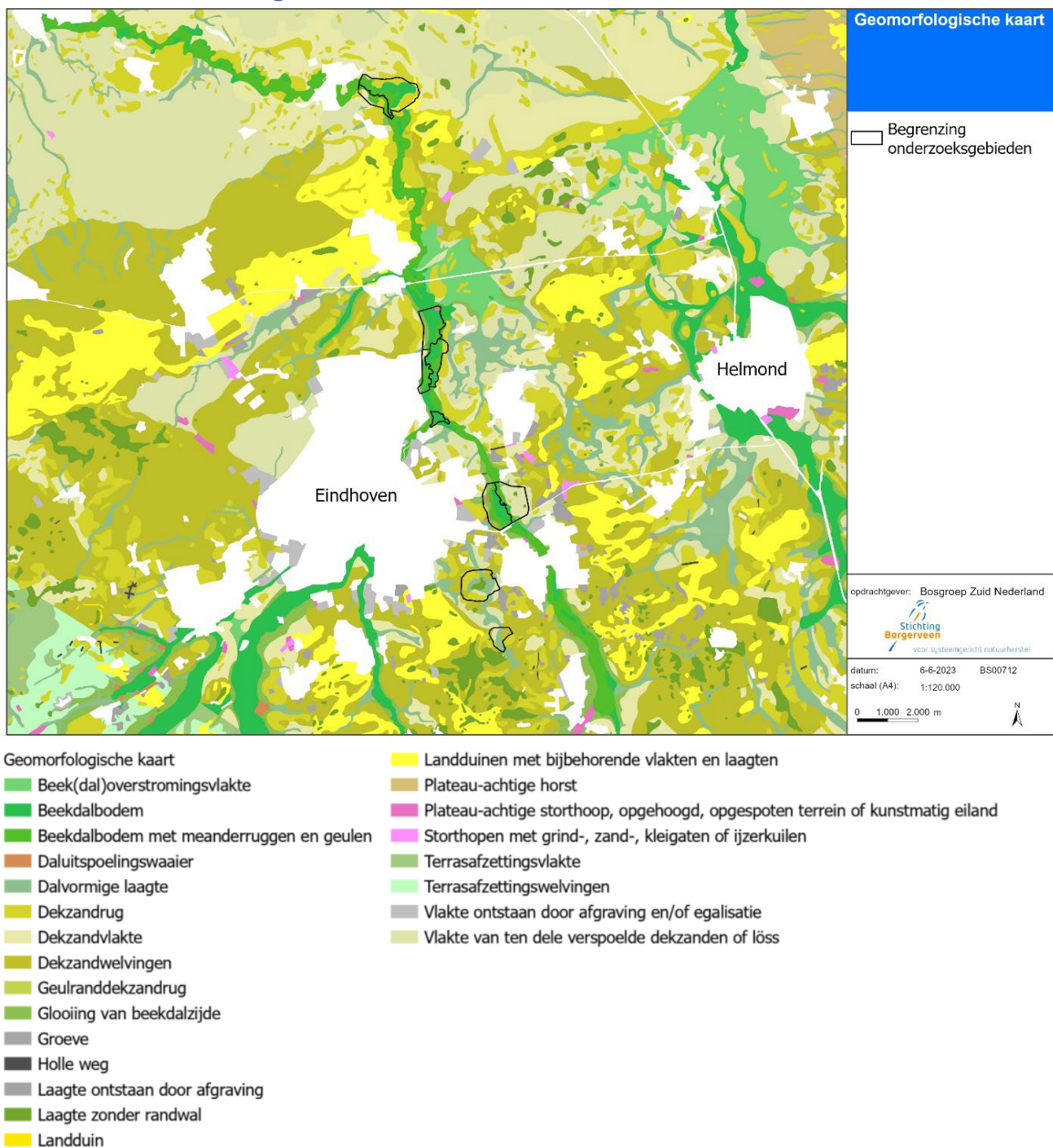
Figuur 3.3: Voorkomen van Brabantse Leem in het stroomgebied van de Dommel (Dinoloket). De dalen van Dommel en Kleine Dommel, waarin de leem geërodeerd is, zijn goed te zien.

Figuur 3.2 blijkt dat deze ondiepe, slecht waterdoorlatende leemlagen in de Formatie van Bixtel niet overal en aaneengesloten aanwezig zijn.

De aanwezigheid van de Brabantse Leem in de omgeving van Eindhoven is nader onderzocht op basis van diepe geohydrologisch boringen voor het REGISII model. Het Laagpakket van Liempde komt niet overal voor. Daar waar de leem voorkomt is ze vaak al op zeer geringe diepte aanwezig en soms tot wel 8 meter dik (Figuur 3.3). De smeltwatergeul waarin nu de Dommel en Kleine Dommel lopen zijn door deze slecht doorlatende laag heen geërodeerd. Het wel of niet voorkomen van deze laag is van grote invloed op de lokale hydrologie.

Op basis van dezelfde boringen is de kalkrijkdom bepaald van de verschillende geologische pakketten. Rond Eindhoven zijn kalkrijke afzettingen aangetroffen op zeer geringe diepte in de Formatie van Bixtel en onder in de Formatie van Sterksel. Het ondiep voorkomen van kalk komt grofweg overeen met de verspreiding van de Brabantse Leem (Bisschops et al., 1985). Doordat kalkrijke afzettingen zowel ondiep als op grotere diepte voorkomen, zullen lokale én regionale grondwaterstromen er in contact mee kunnen komen en aldus voor basenrijke standplaatscondities kunnen zorgen (Hemel & Stuurman et al., 1999).

3.1.2 Geomorfologie

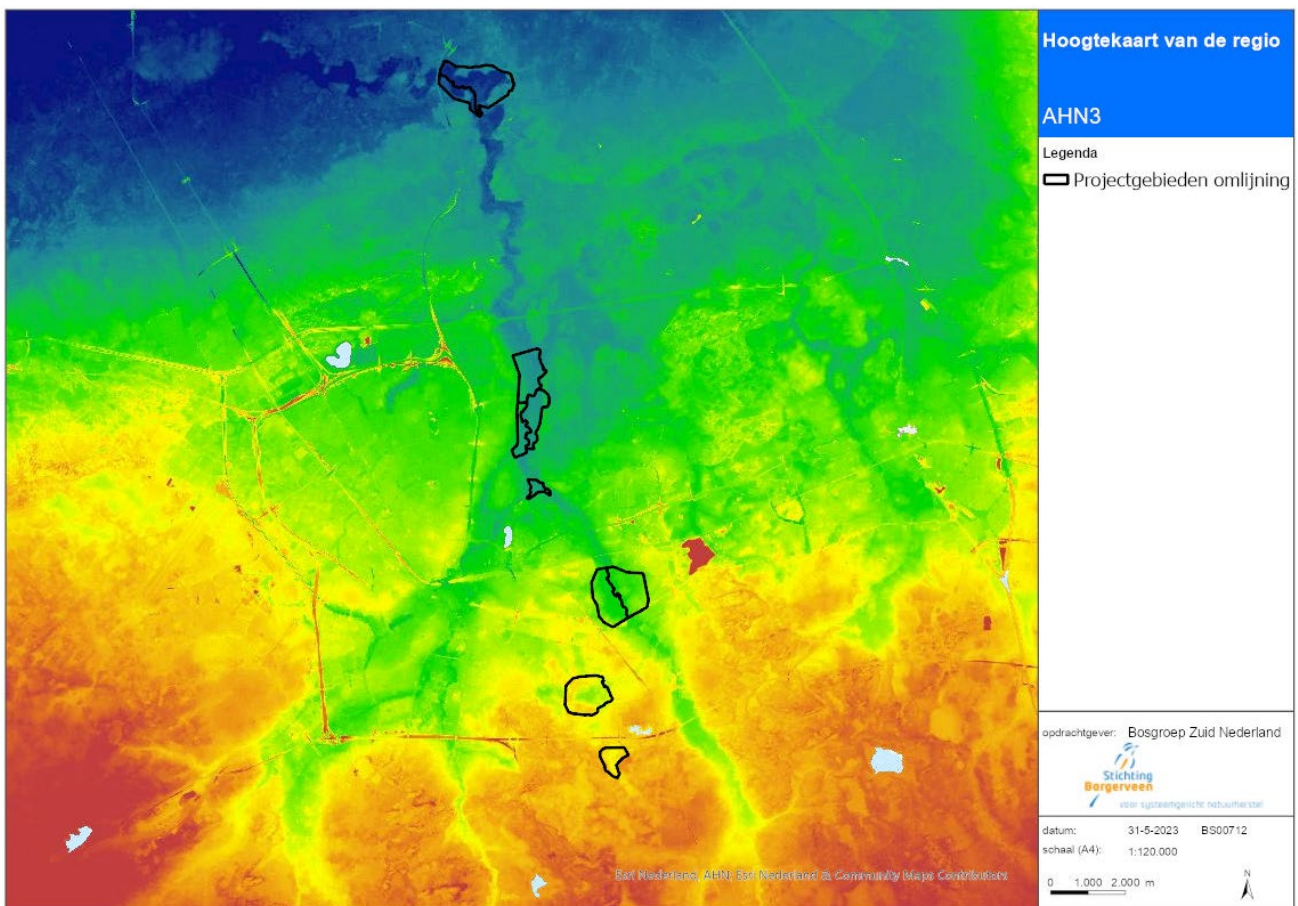


Figuur 3.4: Geomorfologische kaart, PDOK

Het landschap rond Eindhoven bestaat uit een afwisseling van hogere dekzandruggen, dekzandwelingen en landduinen (geel, groengeel, Figuur 3.4) met daartussen lagere dekzandvlakten, dalvormige laagtes (grijsgroen) en de diep ingesneden beekdalen van de Dommel, Kleine Dommel en Tongelreep (groen). Aan de basis van de huidige beekdalen liggen diepe erosie- of smeltwatergeulen, zogenaamde “paleovalleien” (Huybrechts & Verbruggen, 1994), die aan het eind van de laatste ijstijd, het Weichselien, zijn ontstaan onder invloed van smeltwaterstromen. Ze zijn op de geomorfologische kaart 1:50.000 weergegeven als beekdalbodems en beekdaloverstromingsvlakten.

Bij Waalre, net ten zuiden van Eindhoven, gaan de smalle beekdalen die van de flank van het Kempisch plateau stromen over in de bredere beekdalen van de Centrale Slenk. Deze stromen door het dekzandlandschap naar het noorden. Op de lijn Middelbeers-Best-Son doorkruisen ze de “Midden Brabantse Dekzandrug” die van zuidwest naar noordoost door de Centrale Slenk loopt. Deze flessenhalzen zorgden voor opstuwing waardoor tussen Son en Breugel en Gerwen overstromingsvlaktes ontstonden. Deze dekzandrug is de noordelijke begrenzing van het dekzandlandschap. Dit gewelfde landschap met duidelijke hoogtegradiënten gaat ten noorden van de dekzandrug over in een landschap van lagere vlakten van ten dele verspoelde dekzanden. De Dommel buigt na het doorkruisen van de dekzandrug bij Sint-Oedenrode af naar het noordwesten, richting Boxtel. Hier stroomt ze door een landschap bestaande uit lage vlakten van ten dele verspoelde dekzanden. Hierin heeft de ‘oerdommel’ een sterk meanderend beekdal uitgesleten.

3.1.3 Reliëf



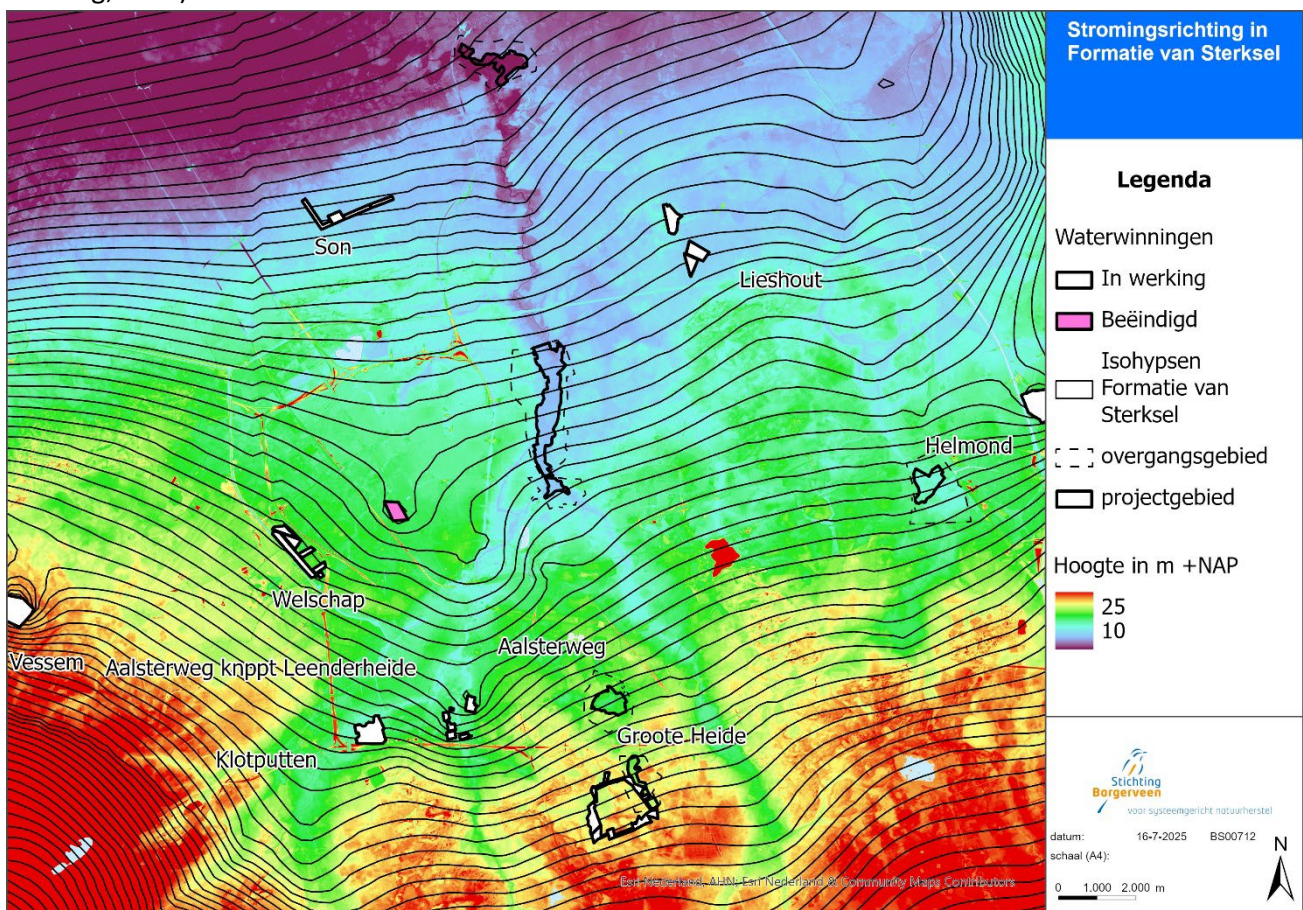
Figuur 3.5: Hoogtekaart van de regio (AHN3, PDOK)

Op de regionale hoogtekaart (Figuur 3.5) zijn de beekdalen van de Dommel en de Kleine Dommel goed herkenbaar. Ze ontspringen ten zuiden van Eindhoven op het Kempisch plateau in België en uiteindelijk loopt de Dommel in noord- tot noordwestelijk naar de Maas, waar ze net voorbij 's Hertogenbosch in uitmondt. Het reliëf in het onderzoeksgebied is zwak hellend in noordelijke richting. Zuidelijk van Waalre is het landschap sterker hellend dan noordelijk ervan. Het hoogste punt van het stroomgebied ligt op het Belgische Kempisch Plateau op ongeveer 78 m +NAP, ofwel zo'n 60 meter hoger dan de beekdalen rond Eindhoven. Het hellingprofiel van het Kempisch Plateau tot 's Hertogenbosch is licht concaaf van karakter. De helling is maximaal 1% (Pieterse et al., 1998).

3.2 Grond- en oppervlaktewatersysteem en waterkwaliteit

3.2.1 Grondwatersysteem

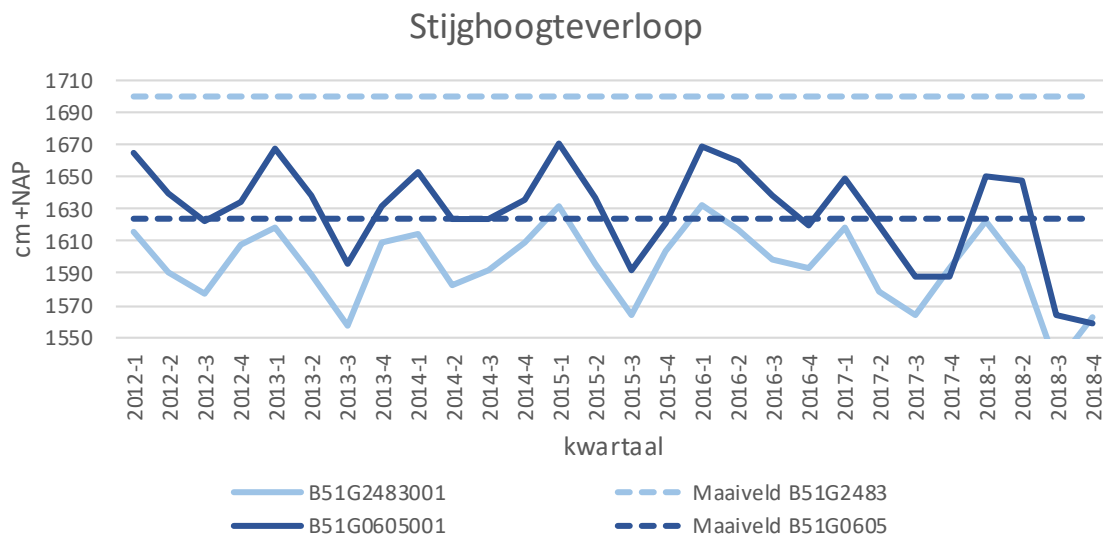
Het regionale grondwater in het Dommeldalsysteem stroomt in noord tot noordwestelijke richting (Figuur 3.6). In de dalen van de Dommel en Kleine Dommel reikt de stijghoogte van het grondwater uit het eerste watervoerende pakket op veel plekken tot ruim een halve meter boven maaiveld (Stuurman & Van de Weg, 1994). In Figuur 3.12 (pagina 16) is te zien dat op de flanken van het Kempisch plateau ook een overdruk optreedt uit diepere watervoerende pakketten, maar dat bij de projectgebieden alleen nog de stijghoogte uit het eerste (en mogelijk tweede, maar hierin wordt weinig gemeten) watervoerende pakket boven maaiveld reikt. De overdruk is het grootst langs de Kleine Dommel en bereikt een maximum, van gemiddeld 1,5 meter, bij de samenvloeiing van Kleine Dommel en Dommel. De gemiddeld laagste stijghoogte van het eerste watervoerende pakket ligt op veel plekken niet meer dan een halve meter onder maaiveld. Daarmee ligt de stijghoogte van het regionale grondwatersysteem vrijwel jaarrond boven de grondwaterstanden in het freatisch pakket. De waterstanden in het freatisch pakket worden sterk door lokale ontwatering gestuurd en liggen op veel plekken in de beekdalen ruim onder maaiveld (zie Figuur 3.12 pagina 19) (Stuurman & Van de Weg, 1994).



Figuur 3.6: Isohypskaart WVP1 (Formatie van Sterksel, Grondwatertools.nl) met daarin de winningen en de projectgebieden.

Ter illustratie van het voorgaande kunnen peilbuisgegevens worden gebruikt. Peilbuis B51G0605 staat in het dal van de Kleine Dommel, even zuidelijk van de Collse Watermolen. De peilbuis heeft zes filters in verschillende watervoerende pakketten. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is in de eerste twee filters (filterdiepten: 9.8-10.8 m -NAP & 48-50 m -NAP) nagenoeg gelijk. De stijghoogte reikt ongeveer 50% van het jaar tot boven maaiveld (Figuur 3.7) en zakt tot maximaal 50 cm onder

maaiveld weg. In enkele zeer droge jaren (1996, 2018) reikt de stijghoogte jaarrond niet tot in maaiveld, maar wel tot in de wortelzone, circa 20-40 cm onder maaiveld. De stijghoogte staat jaarrond enkele decimeters boven de grondwaterstand in het ondiepe filter van peilbuis B51G2483, die 85 meter zuidelijk van B51G0605 staat (Figuur 3.7), met een filter op 2-3 meter onder maaiveld. Er is daarmee het gehele jaar sprake van een potentiële waterstroming vanuit het eerste watervoerende pakket naar het freatisch pakket.



Figuur 3.7: Meetreeksen B51G2483001 filter 1 (freatisch) en B51G0605 filter 1 (WVP1) uit Grondwatertools.

Van invloed op het grondwatersysteem zijn de waterwingebieden die in de buurt van het projectgebied liggen (Figuur 3.6). Binnen de gemeentegrens van Eindhoven liggen de waterwingebieden Aalsterweg, Klotputten en Welschap, daarbuiten liggen nog enkele andere winningen in de buurt van projectgebieden. De laatste twee onttrekken water beneden de scheidende lagen uit de Formatie van Peize en Waalre (tussen de 200 en 280 meter beneden maaiveld), de eerste onttrekt ook water uit het eerste watervoerende pakket (tussen de 25 en 80 meter beneden maaiveld). Er was in het verleden nog een winning in het eerste watervoerende pakket door Philips, maar deze is inmiddels beëindigd. Rond alle waterwingebieden bevinden zich boringsvrije zones, zodat slecht doorlatende lagen die het watervoerende pakket afdekken intact blijven en antropogene invloeden (verontreinigingen) in het freatisch pakket blijven (Atlas van de ondergrond, n.d.). De onttrekkingen in het eerste watervoerende pakket laten op de isohypsenkaart (Figuur 3.6) een duidelijke daling van de stijghoogte zien. Deze daling zorgt voor veranderingen in de grondwaterstroging in het eerste watervoerende pakket. Het lijkt er echter op dat de projectgebieden buiten de invloedssfeer van deze onttrekkingen liggen.

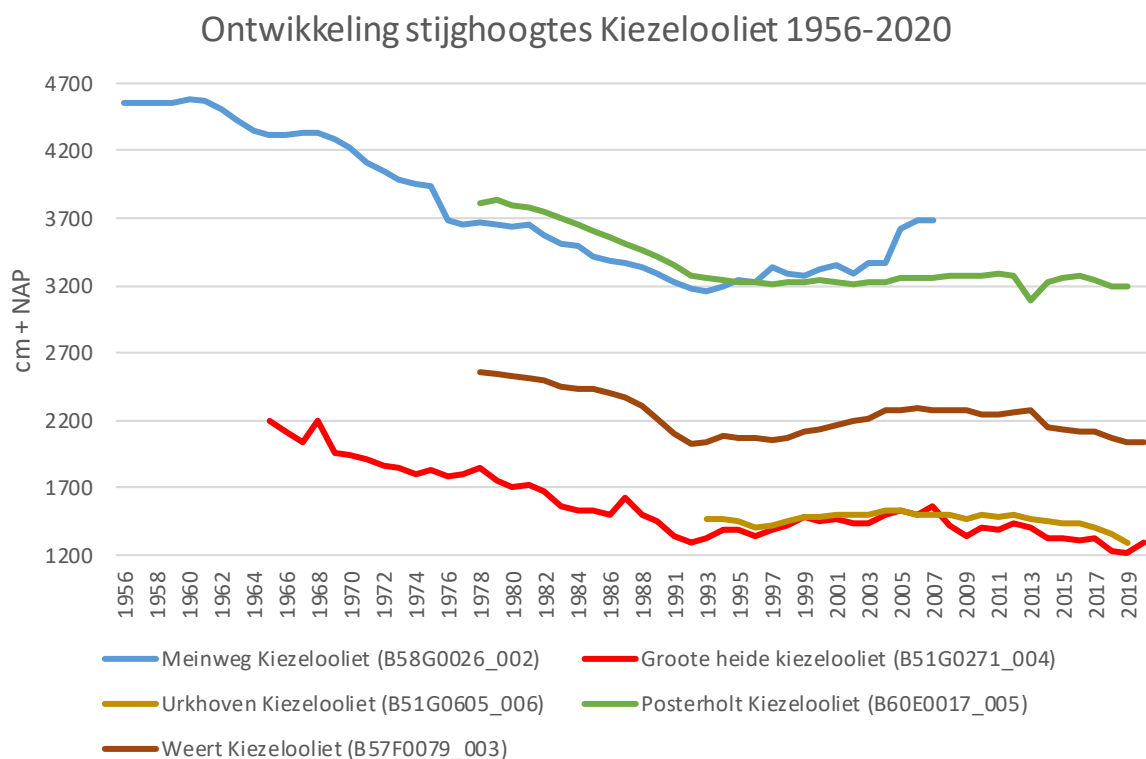
3.2.1.1 Diepe kwel in het Dommeldal

Vroeger (rond 1850) is er mogelijk sprake geweest van diepere kwel vanuit de pakketten onder de slecht doorlatende lagen van Peize en Waalre (Stuurman & Griffioen, 2003). Dit betrof zeer oud grondwater dat veel verder zuidoostelijk in de Centrale Slenk infiltreerde. Door de bruinkoolwinningen in Duitsland is de stromingsrichting van het diepe grondwater aldaar omgekeerd. Waar het eerst vanuit Duitsland richting Den Bosch stroomde, stroomt het nu in de richting van de bruinkoolgroeve het water wordt weggepompt. Dit verlaagt de druk op het resterende diepe grondwater in de Centrale Slenk. De vele waterwinningen in de diepere watervoerende pakketten hebben de stijghoogte waarschijnlijk verder doen dalen.

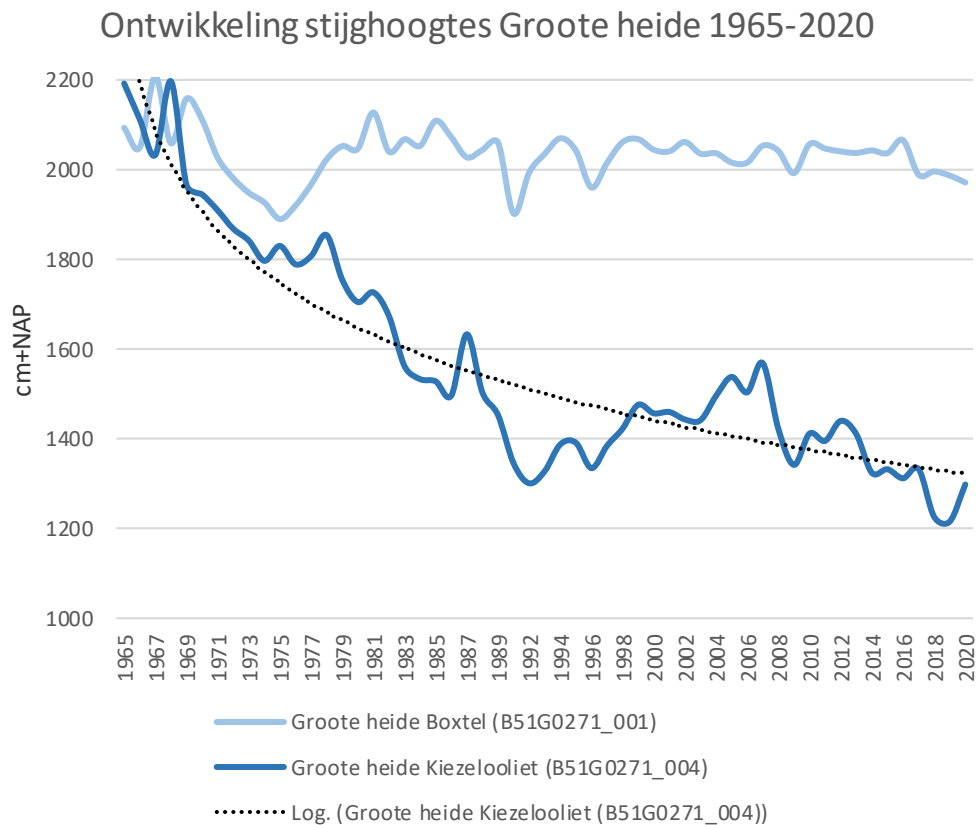
De ontwikkelingen in de stijghoogten gedurende de laatste 60 jaar staan in

Figuur 3.8. Hier is te zien dat de stijghoogtes in de Kiezeloooliet Formatie zeer sterk zijn afgenomen in de gehele Centrale Slenk. De oudste metingen stammen uit 1955, waar het begin van de daling lijkt te zijn ingezet rond 1960. Tussen 1960 en 1990 is op deze locatie in de Meinweg de stijghoogte met ca. 14 meter afgenomen. Op de Groote Heide, dicht bij de projectgebieden begint de meetreeks in 1965 en daalt de stijghoogte tot 1990 met ca. 11 meter. De diepe peilbuis bij de Urkhovense Zeggen begint zijn reeks pas in 1993, toen de daling gestopt is. De laatste jaren lijkt de stijghoogte in de Kiezeloooliet Formatie opnieuw een daling in te zetten (bij de Urkhovense Zeggen ca. 2 meter daling tussen 2012 en 2019).

Waar in 1965 de stijghoogte van het diepe grondwater (Figuur 3.9) nog even hoog was als die van het freatisch pakket (en voor inzet daling waarschijnlijk zelfs hoger was) ligt deze er tegenwoordig ca. 8 meter onder. Volgens Stuurman & Van der Weg (1994) heeft deze daling, die na een vrije val in de jaren '60 en '70 langzaam lijkt te stabiliseren, geleid tot een sterke afname van de diepe kwel. Omdat er tussen deze diepe watervoerende pakketten en het oppervlakkige systeem verschillende aanzienlijke slecht doorlatende lagen zitten is het echter de vraag of deze potentiële kwel indertijd ook daadwerkelijk het maaiveld heeft bereikt en zo ja, met welke intensiteit?



Figuur 3.8: Overzicht van het verloop van de jaarlijks gemiddelde stijghoogte in de Kiezeloooliet Formatie op verschillende locaties.

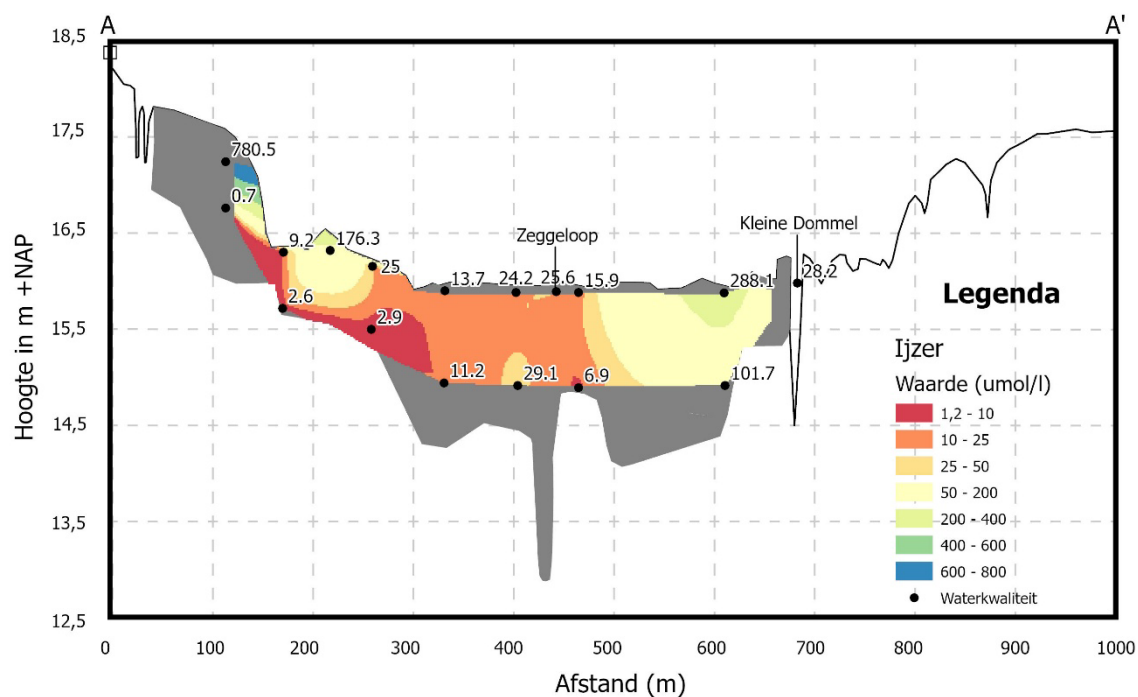


Figuur 3.9: Verloop stijghoogtes in de Formatie van Boxel en Kiezeloet Formatie bij de Groote Heide.

3.2.2 Grondwaterkwaliteit

De beekdalen van de Dommel en Kleine Dommel worden gevoed door lokaal afstromend water uit het freatisch pakket en basenrijk grondwater uit het eerste watervoerende pakket (Stuurman & van de Weg, 1994).

Bemonsteringen binnen dit onderzoek laten zien dat er in het Dommeldalsysteem veel variabiliteit zit in de grondwaterkwaliteit, dit wordt in de gebiedsanalyses uitgebreid beschreven. In de bovenloop van de Kleine Beekloop op de Groote Heide wordt zwak- tot matig gebufferd water gevonden dat veelal rijk is aan ijzer en een lichte vervuiling kent. In de Gijzenrooise Zegge, het meest zuidelijke gebied waar Brabantse Leem voorkomt, komt vrij sterk gebufferd water voor in de sloten en lage flanken, waarin ook landbouwinvloed lokaal sterk terug te vinden is. Verder benedenstrooms vinden we in zowel de Urkhovense Zeggen als in de Boktse Beemden een gradiënt in waterkwaliteit haaks op het beekdal, waarbij aan de flanken doorgaans matig tot vrij sterk gebufferd grondwater uittreedt. Dit water is zeer ijzerarm (Figuur 3.10) en sterker vervuild met nutriënten en sulfaat. Dichter bij de beek treedt steeds sterker gebufferd en ijzerrijker (Figuur 3.10) water uit, wat ook een zeer geringe belasting met nutriënten en sulfaat heeft. In het meest benedenstroomse gebied, de Dommelbeemden, wordt in de toplaag ook een sterke accumulatie van vervuilingsindicatoren gevonden, waarschijnlijk als gevolg van overstromingswater.



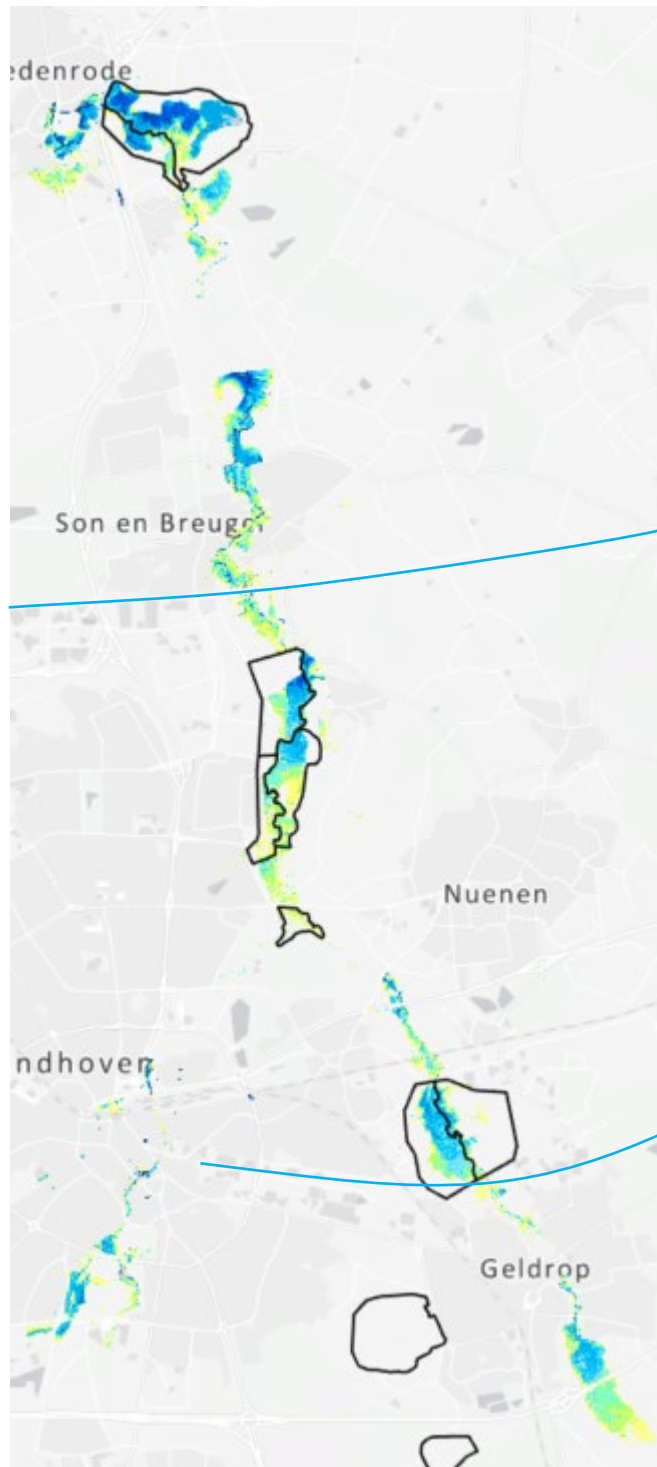
Figuur 3.10: Figuur haaks op stromingsrichting Kleine Dommel bij de Urkhovense Zeggen. Ter illustratie van de verschillende ijzerconcentraties die in het grondwater gemeten worden. Onderstaande foto is genomen bij het punt met de hoogste ijzerconcentratie in het water.

3.2.3 Oppervlaktewatersysteem

Het stroomgebied van de Dommel is onderdeel van dat van de Maas. De Dommel ontspringt op het Kempisch plateau bij Wauberg in de Belgische gemeente Peer. De Tongelreep is een zijbeek van de Dommel, die in België ontspringt bij Neerpelt (aldaar Warmbeek) en via Valkenswaard en Aalst ter hoogte van Eindhoven in de Dommel stroomt. De Kleine Dommel ontstaat uit de samenvloeiing van de Groote Aa en de Sterkselse Aa bij Kasteel Heeze in Heeze. Tussen Eindhoven en Nuenen mondt hij uit in de Dommel. De beken van het Dommelstelsel zijn laaglandbeken met een verhang van 0.2 – 1 promille en hebben een gemiddelde stroomsnelheid van 0.15 – 0.5 m/sec (Buskens et al., 2011). De Kleine Dommel moet tot ze in Eindhoven in de Dommel uitmondt worden beschouwd als een middenloop, net als de Tongelreep (Buskens et al., 2011). De Dommel zelf heeft tot Son en Breugel zijn middenloop en krijgt na de doorkruising van de Midden Brabantse Dekzandrug het karakter van een sterker meanderende benedenloop. De beken hebben onregelmatige afvoeren die neerslag gestuurd zijn.

3.2.3.1 Watermolenlandschappen

In de Dommel en Kleine Dommel zijn vanaf 1000 na Christus watermolens gebouwd om het stromende water te benutten (Figuur 3.11, Figuur 3.12). Om in de zomer voldoende verval te houden werd het beekpeil hoog opgestuwd. Het beekpeil ligt hierdoor stroomopwaarts van een watermolen veel hoger dan stroomafwaarts ervan. De verschillen in waterpeil zijn vaak meer dan 1 meter. Dit zorgt voor het ontstaan van 'watermolenlandschappen' (De Mars et al., 2019), waarbij stroomopwaarts van een watermolen een moerassig landschap ontstaat en stroomafwaarts van de watermolen juist drogere omstandigheden heersen. In Stuurman, Peeters & Reckman (1997) is dit voor de Urkhovense Zeggen duidelijk beschreven en blijken de zeer bijzondere (historische) natuurwaarden nauw verbonden met het watermolenlandschap. Uit eigen modelleringen



Figuur 3.11: Overzicht invloed historische winterstuwpeilen watermolens (Peilen uit Deckers, 1927) Grondwaterstanden ten opzichte van actueel maaiveld +1m (donkerblauw) tot -0,5m (geel). Zwart omlijnd de projectgebieden. Blauwe lijnen zijn de kanalen.

waarbij stroomopwaarts van een watermolen een moerassig landschap ontstaat en stroomafwaarts van de watermolen juist drogere omstandigheden heersen. In Stuurman, Peeters & Reckman (1997) is dit voor de Urkhovense Zeggen duidelijk beschreven en blijken de zeer bijzondere (historische) natuurwaarden nauw verbonden met het watermolenlandschap. Uit eigen modelleringen

met historische watermolenpeilen (Figuur 3.11) blijkt dat nagenoeg de gehele Dommel tussen Geldrop en Sint-Oedenrode uit een cascade van watermolenlandschappen bestond (Deckers, 1927).

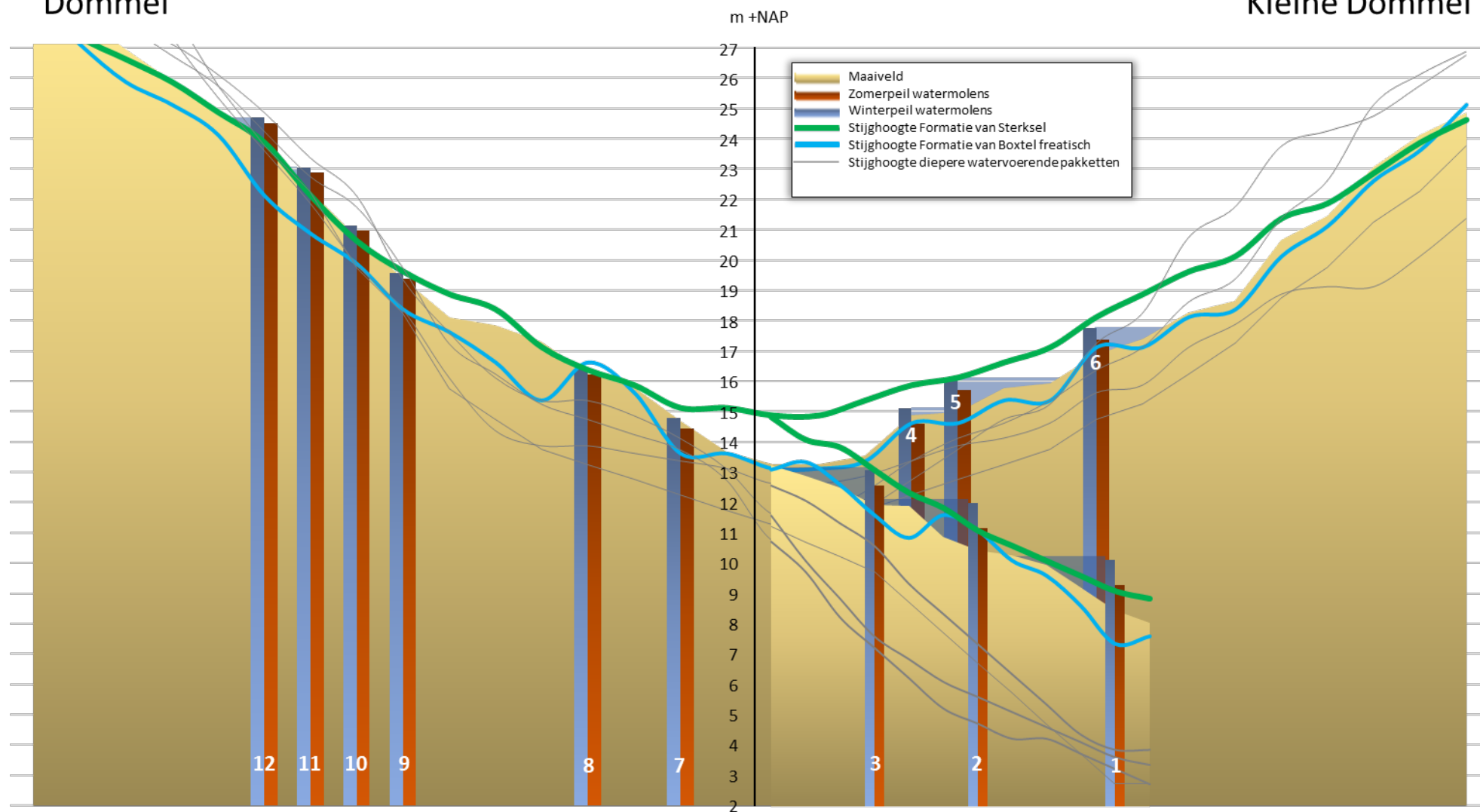
In Figuur 3.12 is het verval van de Dommel en Kleine Dommel te zien samen met de locaties van (vroegere) watermolens en hun toenmalige stuwpeilen. Deze figuur toont duidelijk de watermolenlandschappen (zie blauwe vlakken achter winterstuwpeil). Deze waren (en zijn) vooral aanwezig in de dalen van de Kleine Dommel en de Dommel benedenstrooms van de samenvloeiing met de Kleine Dommel. Bovenstrooms hiervan ligt Eindhoven (bij 7 en 8), waar sinds het begin van de 20^e eeuw veel gronden kunstmatig zijn opgehoogd. Vroeger lag bovenstrooms van de Woenselse watermolen ook een nat gebied 'De Gooren'. Hier ligt tegenwoordig de campus van de TU. Verder stroomopwaarts, zuidelijk van Eindhoven, stroomt de Dommel op de rand van het Kempisch plateau en is het verval zo groot dat de stuwpeilen slechts zorgden voor de vernatting van een klein gebied. In dit gedeelte lagen daarom op geringe afstand vier watermolens (9 t/m 12). Alle onderzoeksgebieden in de beekdalen liggen in een watermolenlandschap. Bovenstrooms van de Borgmolen (1) liggen de Dommelbeemden. Bovenstrooms van de Hooijdonkse watermolen (3) liggen het Vaartbroek, de Rietmusschen, de Boktse Beemden en de Bogten. Bovenstrooms van de Collse watermolen (5) liggen de Urkhovense/Collse Zeggen.

3.2.3.2 Kanalen

Om wateroverlast in de stad Eindhoven door hoogwater in de Dommel te beperken is in de jaren '30 het Afwateringskanaal aangelegd. Het twee kilometer lange kanaal verbindt de Dommel met het Beatrixkanaal. Een stuw in de Dommel moet het overvloedige water via het Afwateringskanaal naar het Beatrixkanaal afvoeren die op zijn beurt weer in het Wilhelminakanaal uitkomt. De beekdalen van de Dommel en Kleine Dommel worden doorsneden door het Eindhovens Kanaal en het Wilhelminakanaal: Het Eindhovens kanaal loopt van Eindhoven tot de Zuid-Willemsvaart in oostelijke richting, het loopt net zuidelijk van de Urkhovense Zeggen (onderste kanaal Figuur 3.11). De gemiddelde waterhoogte is 18.5 m +NAP, de gemiddelde breedte is 19 meter en de waterdiepte is 2.5 meter. Het Wilhelminakanaal loopt van de Zuid-Willemsvaart tot Tilburg in een west-oost richting, net noordelijk van de Hooijdonkse Watermolen (bovenste kanaal Figuur 3.11). De waterhoogte is 15 m+ NAP, de gemiddelde breedte is 24 meter en de waterdiepte is 2.6 meter. Het waterpeil in de kanalen ligt hoger dan het maaiveld in de aangrenzende beekdalen waardoor infiltratie optreedt van kanaalwater naar de omgeving. Doordat de bodem van de kanalen uit zand bestaat, treedt in de beekdalen kanaalkwel op (Jalink, 2003; Cools et al., 2006). Een groot deel van deze kwel wordt via sloten die parallel aan de kanalen lopen afgevangen en naar de beek geleid. In de beekdalen zijn intensieve slotenstelsels aangelegd om de graslanden voldoende droog te leggen voor gebruik als cultuurland.

Dommel

Kleine Dommel



Figuur 3.12 Doorsnede van het dal van de Kleine Dommel en Dommel. Lijnen geven gemiddelde stijghoogte watervoerende pakketten aan volgens modellering op basis van LHM lagen in grondwatertools.nl In het midden van de figuur mondt de Kleine Dommel uit in de Dommel. Dommel vanaf Nederlandse grens, Kleine Dommel weergegeven vanaf samenvloeiing Sterkselse Aa en Groote Aa. Nummers geven de individuele watermolens aan, hieronder vermeld met vermeend bouwjaar:

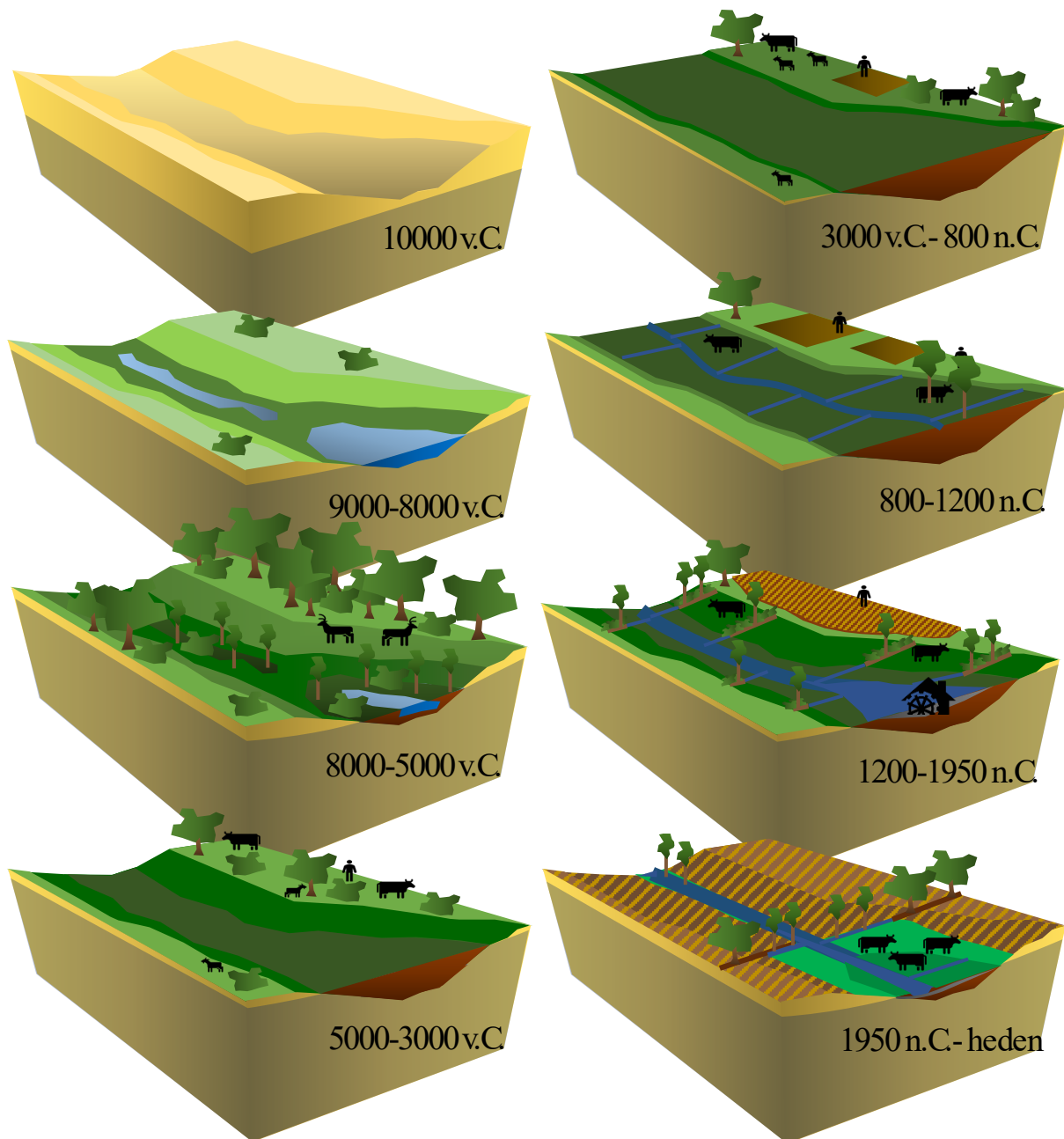
- 1) Borgmolen* (14^e eeuw¹),
- 2) Wolfwinkelsche watermolen* (<12^e eeuw¹),
- 3) Hooijdonkse watermolen (12^e eeuw¹),
- 4) Opwettense watermolen (11^e eeuw²),
- 5) Collse watermolen (1200-1250²),
- 6) Geldropse watermolen* (1403¹),
- 7) Woenselse watermolen* (16^e eeuw¹),
- 8) Gennepermolen (1249²),
- 9) Waalresche molen (711¹),
- 10) Loonder molen* (<16^e eeuw¹),
- 11) Dommelsche molen (1500¹),
- 12) Venbergsche molen (850-900²)

* afgebroken

bron: grondwatertools.nl, ¹(Deckers, 1927) ²(De Mars, 2019)

3.3 Landschapshistorie, bodem en vegetatie

3.3.1 Natuurlijk systeemfunctioneren



Figuur 3.13: Landschappelijke historie van de meeste beekdalen in het Nederlandse dekzandlandschap, waarbij de aanwezigheid van watermolens (weergegeven in 1200-1950 n.C.) voor het Dommelgebied karakteristiek is.

De beekdalen van de Dommel, Kleine Dommel en Tongelreep zijn aan het eind van de laatste IJstijd, als diepe erosie- of smeltwatergeulen ontstaan, zogeheten “paleovalleien” (Figuur 3.13) (Huybrechts & Verbruggen, 1994). Daarna zijn deze erosiegeulen deels weer opgevuld geraakt met sedimenten. Vanaf het begin van het Holoceen, ca. 12.000 jaar geleden, werd het grondwater via de weer deels opgevulde smeltwatergeulen afgevoerd, vaak diffuus over maaiveld of in ondiepe beddingen en laagten, waar het vaak stagneerde of slechts zeer langzaam stroomde. Er ontstonden bij een langzaam stijgende grondwaterstand broekbossen die broekveen vormden. De venen die bij deze geleidelijk stijgende grondwaterstanden worden gevormd, worden vermorsingsvenen genoemd

(Succow & Joosten, 2001). Geleidelijk werden de grondwaterstanden te hoog voor bos, waardoor dat afstierf en plaats maakte voor open kleinezeggemoerassen. Beeklopen en rivieren waren niet als zodanig herkenbaar, in plaats daarvan was sprake van een diffuus afwateringssysteem, waarbij een groot deel van het water stroomde door de bovenste, zeer open bodemlaag van het veen. Zulke grondwatergevoede venen worden doorstromingsvenen genoemd (Succow & Joosten, 2001) en zullen plaatselijk in de boven- en middenloop van het (Kleine) Dommeldal gelegen hebben.

De benedenlopen van deze geulen ontvangen van nature veel grondwater uit de naastliggende Pleistocene plateaus en oppervlaktewater uit de boven- en middenlopen, waardoor bekensystemen zijn ontstaan. De beekdalen overstromden in natte periodes regelmatig met slibrijk oppervlaktewater uit de beken, die de grote hoeveelheden water bij hevige neerslag niet snel genoeg konden afvoeren naar de grote rivieren, die ook zeer hoge peilen hadden, of de zee (Everts & de Vries 1991). In de benedenlopen van het Dommeldal – ter hoogte van Den Bosch – vormden zich overstromingsvenen en -moerassen. Overstromingsvenen kunnen ook ontstaan in boven- en middenlopen waar beken samenkomen of stroomopwaarts van plekken waar beekdalen zich versmallen (flessenhalzen). Grote delen van het Dommeldal hebben uit veen bestaan (Vos & de Vries, 2013). Deze venen fungeerden als grote spons, vertraagden de oppervlakkige afvoer en zorgden voor hogere grondwaterstanden in de aangrenzende dekzandruggen. De veenvorming vond veelal plaats onder mesotrofe tot zwak eutrofe omstandigheden, waarbij de vegetatie door kleine zeggen en slaapmossen werd gedomineerd en in de benedenlopen door grote zeggen en riet. Plaatselijk was er sprake van meer dynamische omstandigheden en werd er behalve veen ook mineraal sediment in het beekdal afgezet, in het Dommeldal worden met name zwak tot sterk organische lagen van verspoelde leem aangetroffen.

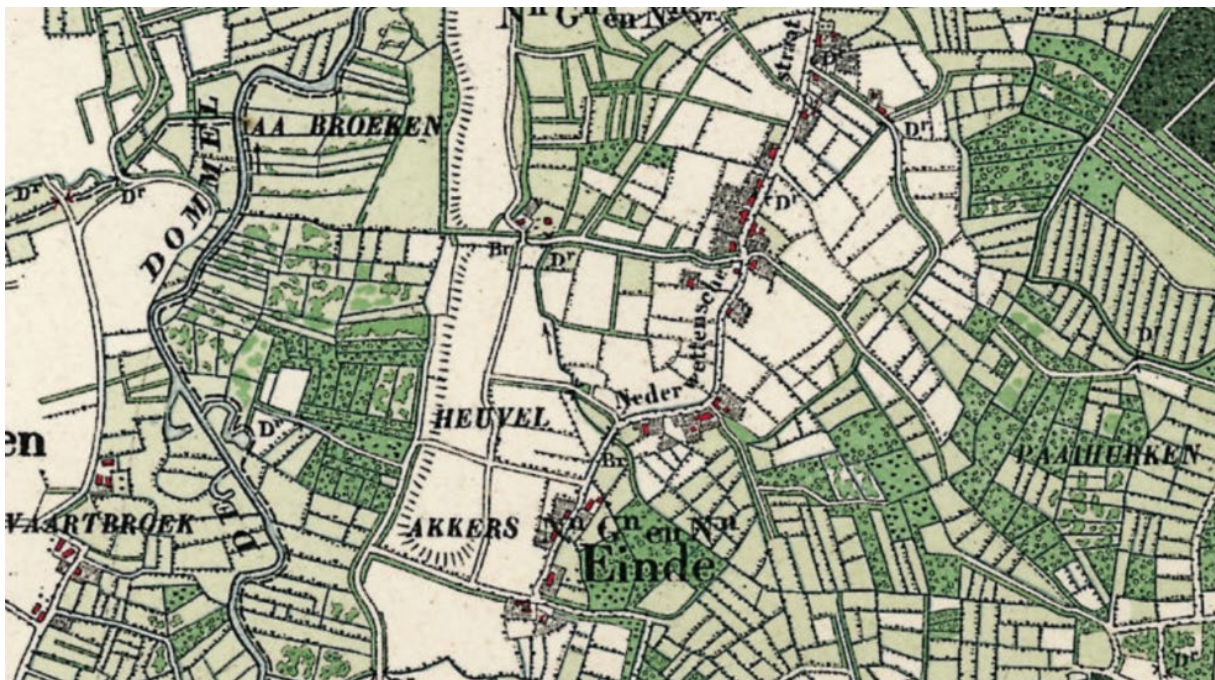
3.3.2 De invloed van de mens

3.3.2.1 Het dekzandlandschap in het kort

In het dekzandlandschap rond Eindhoven vond het historisch landgebruik plaats volgens het klassieke patroon (Figuur 3.14) van beekdal met hooilanden, beekdalflank met bewoning, akkers en bosjes en vervolgens heide en stuifzanden op de hogere dekzanden. Wanneer hogere dekzanden ontbreken (Figuur 3.15) concentreert de bewoning met akkers zich op de hogere delen (donken) en worden de lagere dekzandvlaktes veelal als weiland gebruikt, omzoomd door hagen en houtwallen. Opvallend is de 'Midden Brabantse Dekzandrug'; op de topografische militaire kaart (TMK, Figuur 3.16) is te zien hoe deze volledig uit woeste grond bestond met enkel akkers en bewoning op de plaats waar de Dommel de rug doorsnijdt. Ook is te zien hoe rond Son en Breugel grote draslanden aanwezig zijn op de plaats waar dalen door de dekzandrug geblokkeerd werden.



Figuur 3.14: Klassiek dekzandlandschap rond Opwetten: beekdal met hooilanden, beekdalflank met bewoning en akkers, en hogere dekzandwellingen met heide met bosjes (topotijdreis.nl)



Figuur 3.15: Vochtigere variant van het dekzandlandschap zonder hogere heidegronden tussen Nederwetten en Nuenen (topotijdreis.nl)



Figuur 3.16: TMK met daarop de Midden Brabantse Dekzandrug, doorsneden door de Dommel en met aan de zuidkant de draslanden rond Son en Breugel.

3.3.2.2 Het beekdallandschap

De menselijke invloed op het beekdallandschap nam vanaf het einde van het Atlanticum (ca. 3.000 v.C.) al sterk toe. Het branden en kappen van bos op de hogere gronden was waarschijnlijk één van de belangrijkste oorzaken voor de vanaf die tijd ontstane vernatting en het ontstaan van ondiepe meanderende bekensystemen in de boven- en middenlopen. Gedurende de Middeleeuwen worden de dalen van de Dommel en Kleine Dommel langzaam op steeds grotere schaal ontwaterd voor gebruik als hooiland (Figuur 3.13), onduidelijk is wanneer dit precies begon, maar vanaf de 11^e eeuw werden de watermolens gesticht en werd het beekdal daarmee sterker in gebruik genomen. De veenvorming stopte en de veenafbraak begon als gevolg van de lagere beekpeilen en de eerste ontwatering. Doorstroming van de bovenste, heel open veenlaag was daardoor niet langer mogelijk, en piekafvoeren en veenerosie namen toe (en dus de overstromingsfrequentie), hoewel basen- en/of ijzerrijk grondwater nog wel in maaiveld uittraden.

In de Dommel en Kleine Dommel zijn al vanaf 1000 na Christus watermolens gebouwd om het stromende water te benutten. Om in de zomer voldoende verval te houden werd het beekpeil hoog opgestuwd. Daardoor werd de afwatering in grote delen van de Dommel en Kleine Dommel bemoeilijkt, waardoor moerassen konden ontstaan zoals de Urkhovense Zeggen (Van der Burg et al., 2009). Reeds in 1545 werd door Karel V een plakkaat uitgevaardigd, om te voorkomen dat de watermolens aan de Dommel het water te hoog opstuwden (Deckers, 1927). Ook werd al vroeg zeer strikte schouw over alle tot het Dommelstroomgebied behorende beken uitgevoerd. Deckers benoemt dat Stephan Hanewinkel (kroniekschrijver over de Meijerij) het niet eens was met de schouw, omdat het water dat in de hoge en droge Meijerij zo zeer gewenst is te snel zou worden afgevoerd door de te schone beken. Hanewinkel suggereerde dat er geen overstroming te vrezen was, zolang de stroming van de beken maar niet volledig gestremd werd. Dit terwijl hij ook beschrijft hoe in 1740 het zeer hoge water in veel dorpen in de Meijerij grote ellende veroorzaakt heeft. Verder omschrijft hij hoe met een dam in de Dieze de weilanden rond Den Bosch vrijwel geheel onder water kunnen worden gezet. Deckers vermeldt 'Hoe geheel anders dan thans!' dat er eind 19^e eeuw zelfs zonder deze dam bij grote regens grote delen rond Den Bosch overstromen. Dit kwam met name

door de ontginning van de heiden en venen in de negentiende eeuw, hierdoor namen de overstromingen in beekdalen, maar ook van hogere gronden, verder toe onder invloed van toegenomen piekafvoeren; in de ontgonnen en ontwaterde “woeste gronden” werd veel minder vastgehouden en geborgen. Delen van doorstromingsvenen veranderden in overstromingsmoerassen, waardoor lokaal een laag klei en/of leem is afgezet op het veen (Figuur 3.13).

In de 19^e eeuw was te nat eerder een probleem dan te droog. De provincie Noord Brabant was over het algemeen een erg natte provincie, met op grote schaal (zeer) hoge grondwaterstanden. In de geschiedenis van de Dommel is op verschillende manieren getracht de afvoer van Dommel en zijbeken te vergroten. Ten eerste werd in 1798 voorgesteld de Dommel uit te diepen en bevaarbaar te maken, deze was namelijk enkel met een platte schuit tot Boxtel bevaarbaar. Dit plan is niet uitgevoerd, in plaats daarvan werd in 1826 de Zuid-Willemsvaart gegraven (Deckers, 1927).

De vele watermolens die er destijds langs de Dommel stonden hadden zich te houden aan een vastgesteld zomer- en winterpeil dat middels pegels in de Dommel openbaar was vastgelegd. Dit kwam doordat molenaren het water graag opstuwden, waarvan de boeren bovenstrooms in het Dommeldal hinder van ondervonden. In 1818 werd geconstateerd dat deze pegels verplaatst of verdwenen waren en dat de peilen verhoogd waren in belang van de moleneigenaren. Om de afvoer te verbeteren werd in 1823 door de Provinciale Staten besloten dat er 2x per jaar (eind mei en eind juni) geschouwd moet worden op watergangen. Daarna werd in 1830 middels Koninklijk besluit afgekondigd dat Gedeputeerde Staten moesten gaan beslissen bij verzoeken over het aanleggen of veranderen van molenstuwen (Deckers, 1927).

De wateroverlast bleef hierna toenemen. In het Belgisch deel van het Dommeldal lagen rond 1850 ca. 1700 ha vloeiveide, die met Maaswater bevoeid werden dat aangevoerd werd via het Kempensche Kanaal. Wanneer het water van deze weides afgelaten werd via de Dommel ontstond in het Nederlandse deel wateroverlast. Na klachten werd besloten al het Dommelwater in het Kempensche Kanaal terug te laten stromen en enkel overtollig water via een duiker onder het kanaal de Dommel in te leiden. Enkele jaren later (1851-1853) blijkt er nog steeds overlast te zijn, daar de gemeentes Bergeijk, Waalre, Valkenswaard en Riethoven klaagden over de schade aan de overstroomde weilanden en turfvelen in de gemeentes door het water uit de vloeivelden onder Lommel (Deckers, 1927).

Het ver buiten de oevers treden van de Dommel in deze periode leidde tot een onderzoek naar het verbeteren van de waterafvoer van deze rivier en het benutten van het afstromende water uit België voor de Noord-Brabantse ontginningen. Als oorzaak voor de overstroming werden genoemd (Deckers, 1927):

- Toevoer bevoeiingswater uit België;
- De ontginning van de woeste gronden;
- Het misbruik dat door watermolens op de Dommel werd gemaakt;
- De belemmering van de waterafvoer door ondiepten met zandplaten;
- De onbekwaamheid van de Dommel en zijrivieren om het water te ontvangen en af te voeren.

In 1864 kwam het tot de eerste ‘verbeteringswerken’ (i.e. verwijderen zandplaten, afsnijden meanderbochten), die plaatsvonden rond Den Bosch. Daarna werd in 1879 de Dommel tussen St. Oedenrode en Woensel verbeterd. In 1880 werden de Kleine Dommel en de Dommel tussen Woensel en de Loonder watermolen verbeterd en in 1881 de Dommel boven de Loonder molen. In

de jaren 1880-1885 werden ook de verbeteringswerken aan de Essche stroom, Strijpse Aa, Keersop, de Beekloop en Tongelreep uitgevoerd. Sluizen bij watermolens werden in deze periode ook verbreed, in 1893 werd als laatste de sluis bij Boxtel verbreed na veel gesteggel met de eigenaar. Voor een totaal van ca. 550.000 Gulden (omgerekend ca. 9 miljoen) werden in dat jaar alle verbeteringswerken voltooid (Deckers, 1927).

In 1917 vonden opnieuw grote overstromingen in het Dommelgebied plaats, terwijl de Maas zich binnen de kribben bevond. Hieruit werd geconcludeerd dat de overstroming toegeschreven diende te worden aan onvoldoende afvoerend vermogen van de Dommel en zijbeken (Deckers, 1927).

In de jaren '20 werd door Bongaerts (1921) een classificering gemaakt van gronden binnen het overstromingsgebied van de Dommel. Het ging hier om A (213 ha) gronden die ook in de zomer erg nat zijn, B (380 ha) gronden die 's winters geregeld onderlopen en dus zeer merkbaar benadeeld worden, C (352 ha) gronden die bij hoge winterstanden en buitengewoon hoge zomerstanden onderlopen met veel minder schade, D (1155 ha) gronden die ook 's winters vrijwel geen schade ondervinden. Deckers beargumenteert dat om tot een 'landbouwkundig goeden toestand' te komen de grondwaterstand minstens 40-50 cm onder maaiveld moet staan en dat de peilen van de watermolens naar beneden moeten om dit te bewerkstelligen.

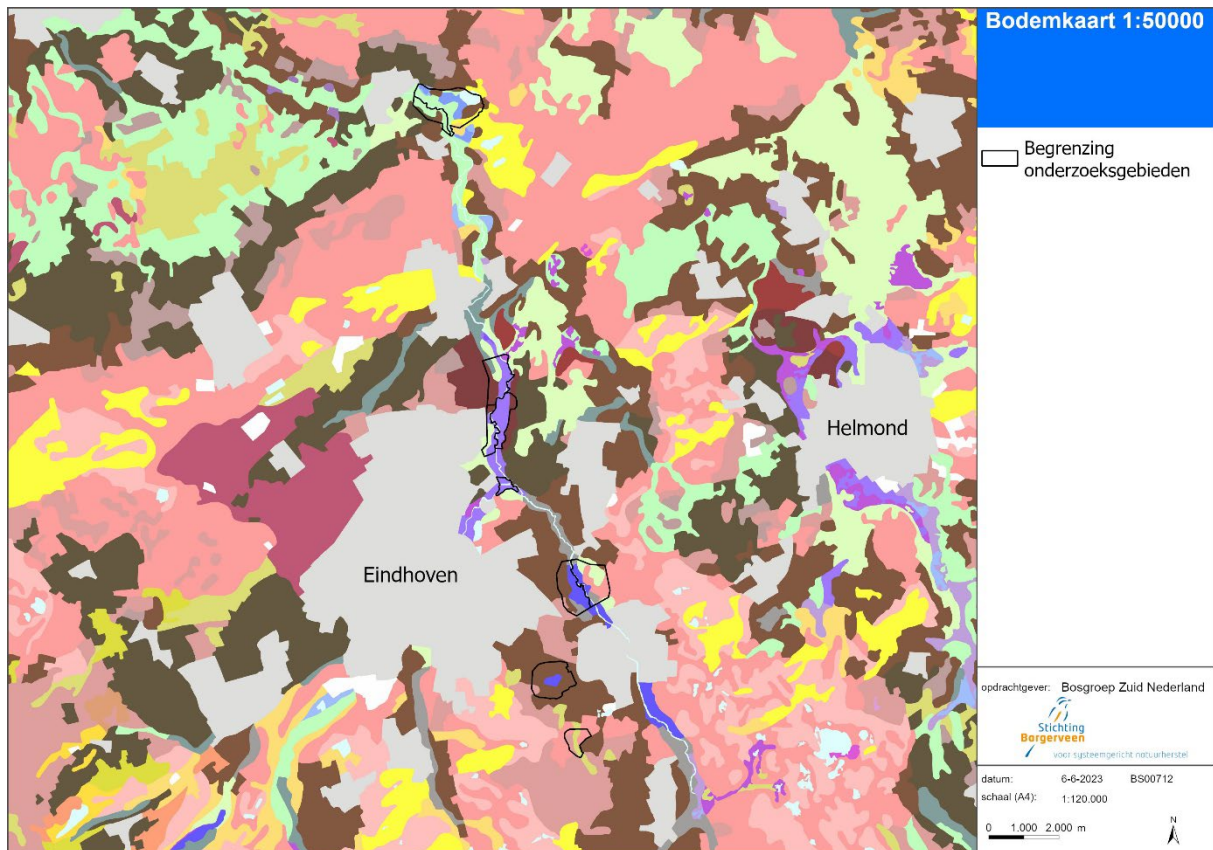
Met de grootschalige ontginningen van intrekgebieden en/of bovenstroomse delen van beekdalen in het begin van de 20e eeuw zijn grote oppervlakten geschikt gemaakt voor landbouw. Het oppervlaktewater werd versneld naar de beken afgevoerd. Dit leidde in veel gebieden tot nog grotere wateroverlast. Om deze problemen op te lossen werd onder andere naar aanleiding van het rapport van Bongaerts (1921) tussen 1931-1941 een afwateringskanaal aangelegd om Dommelwater via het Beatrix- en Wilhelminakanaal af te voeren. Tegelijkertijd werd tussen 1933-1936 onder Boxtel een afwateringskanaal aangelegd. Hierdoor waren de inundaties tussen Eindhoven en Boxtel voor een groot deel verholpen (Deckers, 1927).

Sindsdien zijn door de aanleg van complexe ontwateringssystemen, die vaak benedenstrooms van watermolens of afleidingskanalen afwaterden, ook de laatste moerassen ontwaterd en als hooiland in gebruik genomen. Bovendien zorgden de verbeteringswerken voor stabielere beekpeilen, waardoor overstromingen met beekwater minder vaak voorkwamen. Het grondwater kan het maaiveld definitief niet meer of nog slechts kortstondig bereiken en wordt hoofdzakelijk via sloten afgevoerd. Het doorstroomkarakter, dat al in de Middeleeuwen grotendeels verloren ging, is aldus geheel verdwenen en de vegetatie sterk veranderd (Van Loon et al., 2009).

3.3.3 Bodem

De droge dekzandruggen rondom het beekdal van de Dommel en Kleine Dommel bestaan uit haarpodzolgronden en duinvaaggronden (Figuur 3.17). Haarpodzolgronden zijn hoofdzakelijk onder heide gevormd. Het moedermateriaal bestaat uit schraal, kalkloos en leemarm grof dekzand. Duinvaaggronden hebben zich in stuifzanden ontwikkeld en vertonen weinig tekenen van bodemvorming. Beide bodemtypen vormen infiltratiegebieden voor regenwater.

Op de flanken van de dekzandruggen, dus richting de beekdalen, zijn onder vochtige, wisselnatte condities in de heiden veldpodzolgronden ontstaan (Figuur 3.17). Dit type hydropodzol wordt gekenmerkt door hydromorfe kenmerken hoog in het bodemprofiel, wat erop wijst dat ze in het verleden periodiek met water verzadigd waren. Ze vormen de natte tot vochtige infiltratiegebieden, waar onder heel natte omstandigheden zijdelingse afstroming van ondiep grondwater (over maaiveld) kon optreden.



Bodemkaart	
Lage enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Koopveengronden op zand, beginnend ondieper dan 120 cm
Lage enkeerdgronden; lemig fijn zand	Leek-/woudeerdgronden; zandige leem; colluvium in dal
Haarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Beekeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Beekeerdgronden; lemig fijn zand
Veldpodzolgronden; lemig fijn zand	Gooreerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Poldervaaggronden; zandige leem in situ	Gooreerdgronden; lemig fijn zand
Vierveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm	Moerige podzolgronden met een moerige bovengrond
Holtpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand
Holtpodzolgronden; lemig fijn zand	Hoge zwarte enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Vorstvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Hoge zwarte enkeerdgronden; lemig fijn zand
Vorstvaaggronden; lemig fijn zand	Meerveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen
Duinvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Meerveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm
Vlakvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Moerige podzolgronden met een humushoudend zanddek en een moerige tussenlaag
Vlakvaaggronden; lemig fijn zand	Moerige eerdgronden met een zanddek en een moerige tussenlaag op zand
Madeveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of broekveen	Zand-, leem- of grindgroeve
Madeveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm	Afgegraven
Hoge bruine enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Opgehoogd of opgespoten
Hoge bruine enkeerdgronden; lemig fijn zand	Moeras
Laarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	Water
Laarpodzolgronden; lemig fijn zand	Bebouwing

Figuur 3.17: Bodemkaart 1:50.000 PDOK

De veldpodzolgronden gaan via gooreerdgronden over in beekeerdgronden (Figuur 3.17). Beekeerdgronden zijn zand-eerdgronden die ontstaan in gebieden met een licht fluctuerende grondwaterstand waarbij basen- en ijzerrijk grondwater langdurig tot dichtbij of in maaiveld reikt. In de bodem treedt door de wisselende grondwaterstanden oxidatie van ijzer op, waardoor tot hoog in het profiel hydromorfe kenmerken (roestvlekken) voorkomen. Dit bodemtype is vooral laag op de beekdalflank en in het beekdal te vinden. Deels zijn het vroegere, dunne veengronden waar door ontwatering het veen sterk veraard is geraakt en vermengd raakte met de top van het onderliggende zandpakket. Gooreerdgronden liggen doorgaans hoger in het landschap en ontstaan onder invloed van zuurder, ijzer- en basenarmer grondwater, waarbij de grondwaterstanden doorgaans sterker

fluctueren. Hydromorfe kenmerken ontbreken of worden pas vanaf 35 cm onder maaiveld gevonden en zijn vaak minder sterk.

Op de natste plekken in het beekdal heeft zich veen gevormd (Figuur 3.17). Veel van het veen is inmiddels verdwenen waardoor alleen nog heel lokaal veenbodems zijn gekarteerd. Op de bodemkaart wordt onderscheid gemaakt tussen vlierveengronden en madeveengronden. Vlierveengronden zijn veengronden zonder bodemvorming en zonder een minerale bovenlaag van zavel, klei of zand. De grond is echter niet slap en nat zoals bij vlietveengronden. De naam vlierveengronden is afgeleid van vlier of vledder, een toponiem voor slecht ontwaterd grasland (Bakker & Schelling, 1989). Ze zijn vooral ten zuiden van de Collse Watermolen in het beekdal van de Kleine Dommel gekarteerd. Wanneer deze veengronden verdrogen en de toplaag sterk veraard raakt, ontstaan eerdveengronden, waaronder de madeveengronden. Madeveengronden hebben een dunne veraarde bovengrond van weinig zand, zandig veen of veen. De dikte van de veraarde bovengrond is minder dan 50 cm; in veel gevallen nog geen 25 cm. In de ondergrond komt vaak eutroof veen (broekveen) voor. Op grotere diepte, vanaf 80 tot 150 cm onder het oppervlak, bevindt zich vaak dekzand (Bakker & Schelling, 1989).

Opvallend is dat op veel plekken in het beekdal lage enkeerdgronden zijn ontstaan (Figuur 3.17). Enkeerdgronden ontstaan door het opbrengen van mest uit de potstal, die was gemengd met plaggen van de heide of het beekdal. Dit gebeurde eeuwenlang, waardoor de percelen langzaam zijn opgehoogd en vanwege hun hoge ligging en bolle vorm vaak makkelijk te herkennen zijn. Lage enkeerdgronden zijn in tegenstelling tot hoge enkeerdgronden onder natte condities ($GWT < III$) ontstaan. Ze liggen in de beekdalen en werden waarschijnlijk gebruikt als gras- en hooilanden. Van het dal van de Kleine Dommel en Dommel is ook bekend dat er in de late middeleeuwen en vroegmoderne tijd bezandingen zijn uitgevoerd (Jasper Candel, persoonlijke communicatie), waar in een korte periode een grote hoeveelheid zand op het veen is gebracht om de percelen te kunnen bewerken als gras- of akkerland. Op de flanken van de beekdalen, buiten het veen, liggen op veel plekken hoge zwarte enkeerdgronden. Deze plekken waren eeuwenlang in gebruik als akker.

3.3.4 Vegetatie

3.3.4.1 Ontwikkeling van het dekzandlandschap na de ijstijd

In het dekzandlandschap in en om het Dommeldal kwam na de laatste ijstijd de plantengroei op gang, waarbij een poolwoestijn via een toendravegetatie schoksgewijs naar een bebost landschap overging. In het Preboreaal waren de dekzandruggen in de omgeving begroeid met den en berk, de veenvorming in de beekdalen kwam op gang en vond in de eerste instantie plaats als verlanding van open water met waterplanten en door vermorsing van ondiepere laagten. Wilgen groeiden aan waterkanten en in moerassige delen. In het Boreaал verscheen de Zwarte els en deze nam op veel plaatsen de positie van wilgen over. In het Atlanticum waren de bossen van den en berk uitgegroeid tot loofbossen met eik, iep en linde, ook esdoorn vestigde zich. In de beekdalen groeide veel Zwarte els en het percentage niet-boom pollen was laag, wat duidt op een gesloten boslandschap. In het Subboreaал kwam de veenvorming in de Noord-Brabantse beekdalen door klimatologische veranderingen tot stilstand, het aantal niet-boom pollen neemt toe, wat erop duidt dat het landschap meer open van karakter wordt. De Beuk komt pas op dit moment in Nederland aan. Aan het eind van het Subboreaал worden de eerste graanpollen gevonden en nemen pollen van struikhei en grassen toe terwijl pollen van els en eik afnemen. Dit indiceert de toegenomen invloed van de mens. In het Subatlanticum nemen pollen duidend op menselijke invloed verder toe (Biaxiaal, 2012).

3.3.4.2 Oorspronkelijke vegetatiegradiënten

In deze paragraaf bespreken we de natuurlijke gradiënten van de middenloop van laaglandbeekdalsystemen, waarvan de gebieden in dit rapport onderdeel zijn. Deze oorspronkelijke vegetatiegradiënten vormen een belangrijke referentie voor de toekomstige vegetatieontwikkelingen voor de lokale situatie. De beschrijving is gebaseerd op Grootjans et al. (2014) en beschrijft de ontwikkeling in zowel beheerde als onbeheerde en hydrologisch intacte en aangetaste beekdalen.

Inzigtgebied en beekdalflank

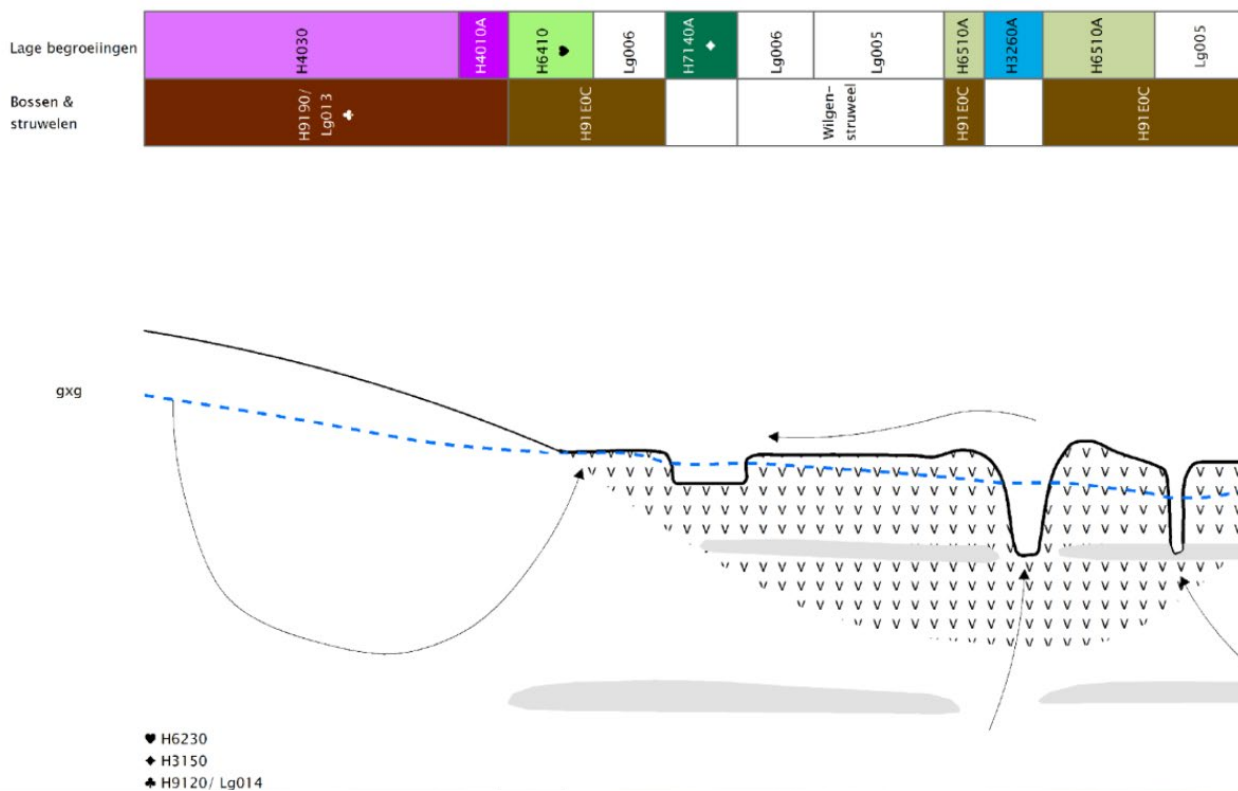
Op droge, grondwateronafhankelijke standplaatsen liggen Droge Heiden (H4030). Deze gaan naarmate het maaiveld lager komt te liggen over in Vochtige Heiden (H4010A). Zonder menselijk ingrijpen ontstaat hier een mozaïek van droge en vochtige bossen. Aan de voet van het beekdal, waar zijdelings basenarm, jong grondwater toestroomt en over maaiveld het beekdal instroomt, ontwikkelen zich Vochtige heiden met Beenbreek, Klokjesgentiaan en Veenmossen en/of Gagelstruwelen (40-RG1-[40Aa]) of zonder beheer Hoogveenbossen (H91D0) (Figuur 3.18, Figuur 3.19).

Op de overgang van de beekdalflank naar het beekdal ontstaan Heischrale graslanden (H6230) en Blauwgraslanden (H6410). De Heischrale graslanden vormen smalle gordels op plekken waar in het natte seizoen kortstondig basenrijker grondwater uittreedt. De wortelzone van de vegetatie blijft zich daardoor in het calciumbuffertraject bevinden. Beneden de Heischrale graslanden zijn Blauwgraslanden te verwachten. Deze staan op wat beter gebufferde, vochtige standplaatsen en worden gekenmerkt door een gelaagdheid in waterkwaliteit tussen het diepere, basenrijke grondwater (in het Dommeldal kan dit ook lokaal afstromend water over de kalkhoudende Brabantse Leem zijn) en lokaal, basenarm grondwater. Zonder hooilandbeheer ontwikkelen deze graslanden zich tot Beekbegeleidende bossen (H91E0C) van het Verbond van Els en Vogelkers (43Aa) (Figuur 3.18, Figuur 3.19).

Beekdal, beïnvloedde situatie:

Op plekken waar het basenrijke grondwater langdurig toestroomt en de invloed van overstromingswater vanuit de beek beperkt is, ontwikkelen zich Dotterbloemhooilanden (LG006) (Afb. 15). Dichter naar de beek, waar meer slib wordt afgezet tijdens overstromingen met beekwater, komen Grotezeggenmoerassen (LG005) voor, als gevolg van de overstromingen door watermolens in het Dommeldal kwamen deze moerassen hier waarschijnlijk op grotere schaal voor dan in niet door watermolens beïnvloedde beekdalen. Op langdurig overstroomde, maar 's zomers droogvallende standplaatsen komen door Riet (8Bb) of Liesgras (8-RG1-[8]) gedomineerde begroeiingen voor van de Rietklasse. Direct achter de oeverwal wordt de vegetatie gedomineerd door Rietgras (8-RG9-[8B]).

Overgangs- en trilvenen (trilvenen; H7140A), zijn in het aangetaste beekdallandschap alleen aan te treffen in voormalige veenputten, wanneer deze nog door grondwater worden gevoed of het oppervlaktewater grondwaterachtige kenmerken heeft. Voor het overige bestaat een groot deel van het beekdal uit Elzenbroekbossen, behorend tot de Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) (H91E0C), terwijl op zeer langdurig geïnundeerde plaatsen wilgenbroekstruwelen van Grauwe wilg (36Aa2) voorkomen. Op de lutumrijke en kleiige oeverwallen en op moerige eerbodems langs kleine riviertjes groeien beekbegeleidende bossen van het Verbond van Els en Vogelkers (H91E0C) (Figuur 3.18, Figuur 3.19).



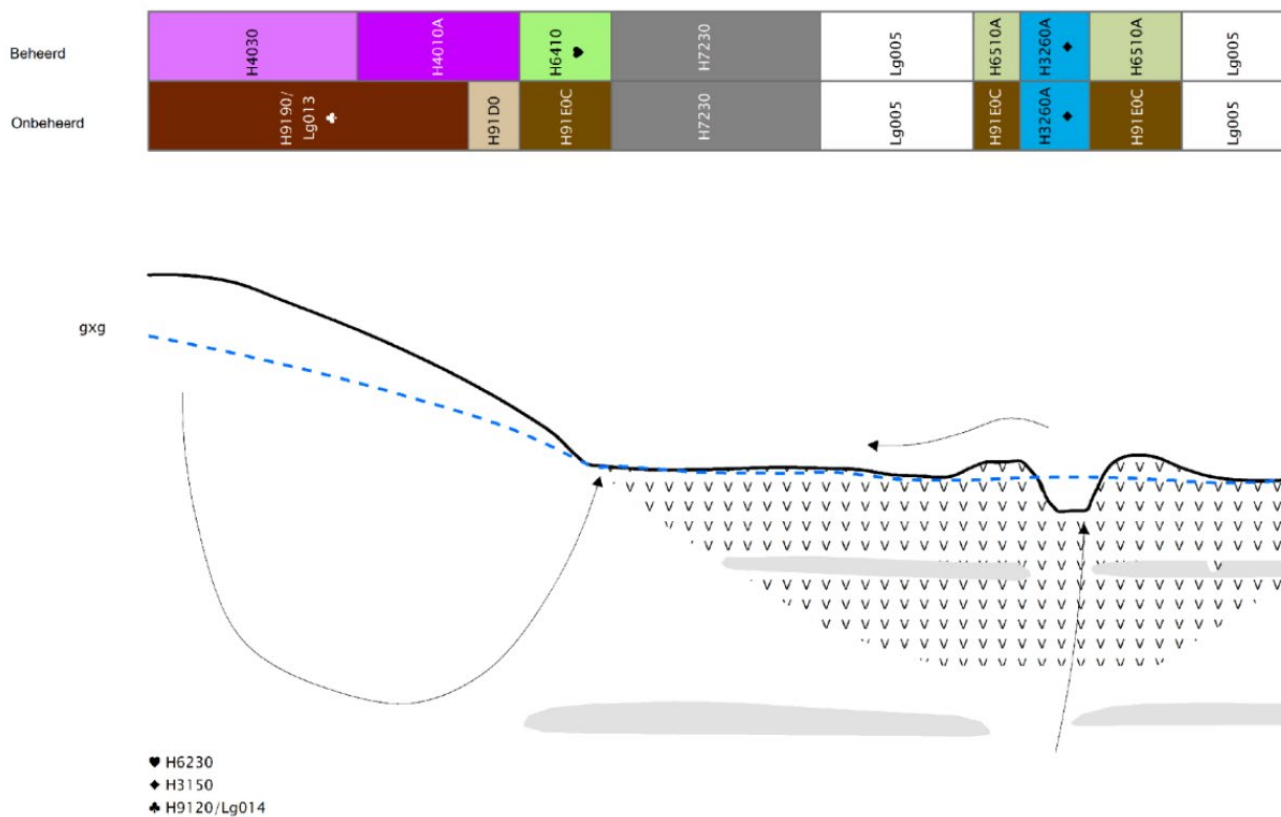
Figuur 3.18: Schematische weergave van de vegetatiegradiënt in beekdalen met licht beïnvloede hydrologie (Grootjans et al., 2014).

Beekdal, niet beïnvloede situatie:

In een hydrologisch niet-beïnvloede toestand (Figuur 3.19) bestaat een groter deel van het beekdal uit het habitatype Alkalisch laagveen (H7230) doordat uittredend basenrijk grondwater niet langer wordt gedraineerd en diffuus over maaiveld afstroomt. Bovendien is het overstromingswater uit de beek minder slibrijk en meer grondwaterachtig. Grotezeggenmoerassen en andere begroeiingen van de Riet-klasse komen zowel in een beheerde als onbeheerde situatie voor op de plaatsen waar de invloed van slibrijk beekwater het grootst is (Figuur 3.19). Aangezien de beek ondiep is en het beekdal verder geen drainage kent, treedt in deze delen van het dal ook zonder beheer geen (dichte) opslag op van struiken en bomen. Beekbegeleidende bossen (Elzenbroekbossen) zijn ook in een niet beheerde toestand beperkt tot de oeverwallen, de overgang van beekdalflank naar beekdal en zandopduikingen in het dal

Bijzondere flora in deze vegetatiegradiënten

De gradiënt tussen regenwatergevoede, zure en basen- en/of ijzerrijke, kwelgevoede standplaatsen maakte het Dommeldal tot een floristisch zeer rijk gebied. Basenminnende soorten als Moeraswespenorchis, Lange zonnedauw, Geelhartje en Parnassia zijn enkele paradepaardjes van de diverse historische vegetatie in het Dommeldal (Van der Burg et al., 2009), net als Veenmosorchis die op de overgang van zure veenmosbultjes naar grondwatergevoede alkalische zeggemoerassen groeit. Na de Tweede Wereldoorlog raakte de beemden in onbruik. Ze groeide daarna snel dicht met wilg, els en riet. Slechts enkele percelen in het Dommeldal bleven in hooilandbeheer of zijn op andere wijze open gebleven, deze hooilanden zijn vandaag de dag de floristische parels. In de Dommelbeemden bij Sint-Oedenrode komen soorten van Blauwgraslanden, Dotterbloemhooilanden en Kleinezeggemoerassen voor, zoals Spaanse ruiter, Kleine valeriaan, Knikkend nagelkruid, Blauwe



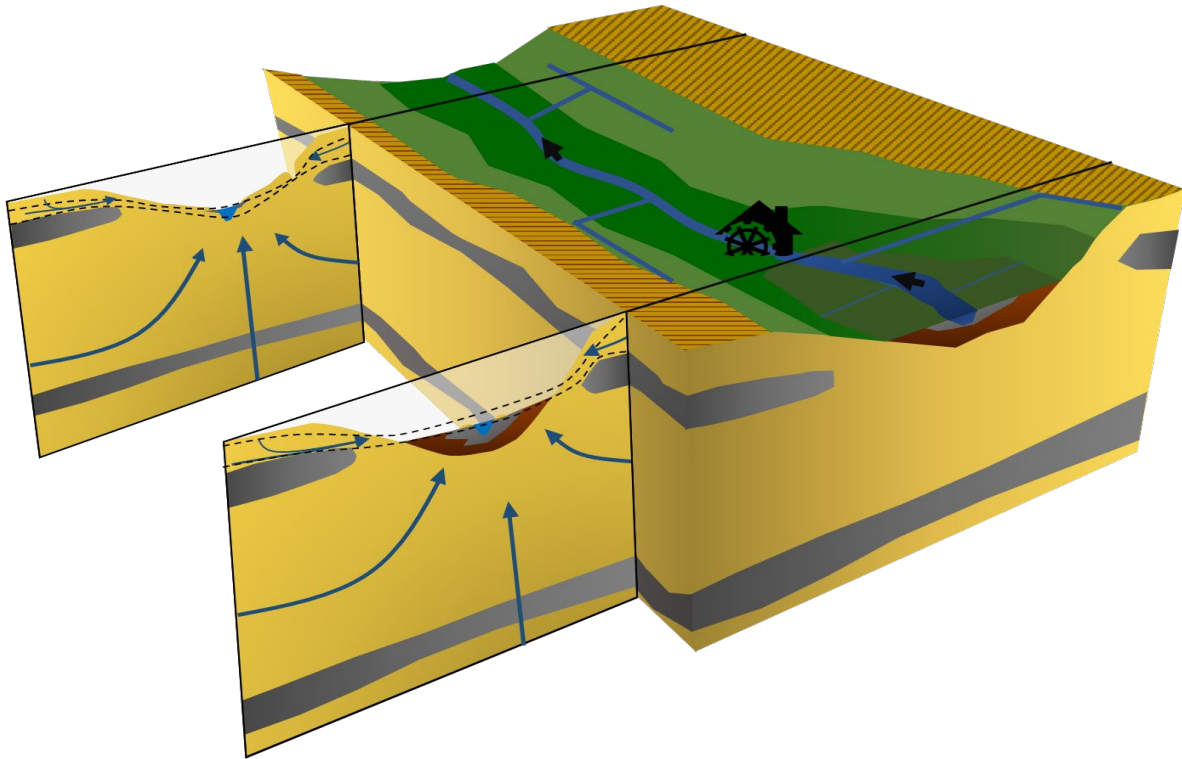
Figuur 3.19: Schematische weergave van de vegetatiegradiënt in beekdalen met een ongestoorde hydrologie (Grootjans et al., 2014).

knoop, Moeraskartelblad en Waterdrieblad, en ook Wilde gagel. In de Boktse beemden, net ten zuiden van de Hooijdonkse watermolen, groeien Moeraskartelblad, Paardenhaarzegge en Waterlepeltje. De Urkhovense Zeggen bij de Kleine Dommel zijn floristisch het meest interessant, hier groeien als Rode lijstsoorten o.a. Gulden sleutelbloem, Moeraskartelblad, Waterscheerling, Welriekende nachtorchis, Ronde zonnedaauw, Liggende vleugeltjesbloem, Draadzegge, Spaanse ruiter, Klokjesgentiaan, Gewone veenbies, Heidekartelblad, Wilde gagel, Moerashertshooi, Blauwe knoop en Vlozegge (NDFF). Het gaat om soorten van natte heiden, heischrale graslanden, blauwgraslanden, Glanshaverhooilanden, Oeverkruid-gemeenschappen, trilvenen en kleinezeggemoerassen.

3.4 Landschapsecologisch functioneren

Zoals eerder beschreven zijn de beekdalen van de Kleine Dommel en Dommel in hun huidige vorm ontstaan aan het einde van de laatste ijstijd, toen 'paleovalleien' werden uitgesleten in het dekzandlandschap. Deze valleien, waarin de Dommel en Kleine Dommel lopen, staan onder invloed van regionale grondwatersystemen uit het eerste watervoerende pakket, waarvan de stijghoogte nagenoeg jaarrond tot boven maaiveld reikt (Figuur 3.20). De regionale waterscheidingen van het eerste watervoerende pakket, dat helemaal doorloopt tot aan de Maas, liggen op de Peelhorst en het Kempisch Plateau. De stromingsrichting van het regionale grondwater is noordnoordwestelijk. Dit grondwater komt soms in contact met ijzer- en/of basenrijke afzettingen (met name het Laagpakket van Liempde en de Formatie van Sterksel) waardoor het uittredende grondwater in de beekdalen basen- en ijzerarm tot basen en ijzerrijk is.

De hoge dekzandruggen, landduinen en akkercomplexen vormen de infiltratiegebieden voor het grondwater. Een deel van het infiltrerende water zal naar het eerste watervoerende pakket stromen of nog dieper. De rest stroomt via korte stroombanen naar de beekdalen en andere lokale laagten, zoals vennen. Deze lokale grondwaterstromen kunnen in contact komen met de ondiepe kalkrijke Brabantse Leem. Een deel van het lokale grondwater kan daarom (zeer) basenrijk zijn (Figuur 3.20) (Jalink et al., 2003).



Figuur 3.20: Geohydrologische Doorsnede van het Dommeldal ter hoogte van de Hooijdonkse watermolen. Waarbij het Laagpakket van Liempde (Brabantse Leem) in het dal geërodeerd is en het Laagpakket van Best de scheiding is tussen het freatisch pakket en het eerste watervoerende pakket (Formatie van Sterksel). Stippellijnen indiceren GHG en GLG. Pijlen indiceren grondwaterstroom.

Tegenwoordig bereikt het basenrijke, regionale grondwater nauwelijks nog het maaiveld. De waterstanden in de beekdalen liggen, ondanks de grote stijghoogte (overdruk) van het regionale grondwater, ruim onder maaiveld. Veel van dat basen- en ijzerrijke grondwater wordt immers via slotensystemen afgevangen en versneld afgevoerd op de beken, die met hun relatief lage, stabiele peilen de regionale drainagebasis vormen. Op veel plekken zijn de grondwaterafhankelijke standplaatsen verdroogd en door het weggevalen van de toestroming van basen- en/of ijzerrijk grondwater – en de daarmee verhoudingsgewijs toegenomen invloed van regenwater – verzuurd. Kenmerkende plantensoorten van grondwaterafhankelijke standplaatsen groeien vaak alleen nog in de sloten en hun oevers. Ook grotezeggemoerassen en andere aan overstroming gebonden beekbegeleidende vegetaties zijn achteruitgegaan, doordat overstromingen met beekwater nog slechts sporadisch optreden. Na een overstroming wordt het eutrofe oppervlaktewater vaak weer snel afgevoerd naar de beken. De gebieden met nu nog op grotere schaal veen, kwel en hoge natuurwaarden bevinden zich allen bovenstrooms van een watermolen, die met zijn stuwpeil de verdroging, en daarmee veenafbraak, heeft beperkt (Figuur 3.20).

Maar ook lokale grondwatersystemen zijn door de, diepe drainage, grondwateronttrekkingen en verminderde infiltratie sterk aangetast. Door de drainage vullen dekzandruggen zich in de winterperiode tot minder grote hoogte met neerslagwater, met een lagere wintergrondwaterstand

tot gevolg, waardoor er minder jong grondwater naar de aangrenzende beekdalen kan stromen. Bovendien wordt in de ruggen minder water opgeslagen voor de droge zomerperiode, waardoor de grondwaterstanden er eerder en dieper wegzakken. 's Zomers wordt ook steeds harder aan dit grondwater getrokken door beregeningen ten behoeve van de landbouw. Door deze factoren is de invloed van grondwaterstromingen uit lokale grondwaterstromen op de flanken van de beekdalen verminderd en zakken de grondwaterstanden er al vroeg in het voorjaar diep weg, waardoor voor veel soorten al vroeg in het groeiseizoen vochttekorten optreden.

3.5 Herstelvisie

Vanaf de Middeleeuwen, toen er definitief een einde was gekomen aan veenvorming in de uitgestrekte beekdalvenen, bestonden de beekdalen uit uitgestrekte hooilanden. Vrijwel al het tegenwoordige natuurherstel in beekdalen richt zich op herstel van deze halfnatuurlijke, soortenrijke begroeiingen, die overwegend als nat en mesotroof tot zwak eutroof kunnen worden gekarakteriseerd. Deze keuze is ingegeven door de historische referentie van de 19e eeuw die ons is overgeleverd. Hierbij wordt voorbijgegaan aan herstel van natuurlijke processen en gradiënten in het beekdallandschap vanuit landschapsecologisch perspectief (Jansen et al., 2001; Aggenbach et al., 2011; Everts et al., 2022).

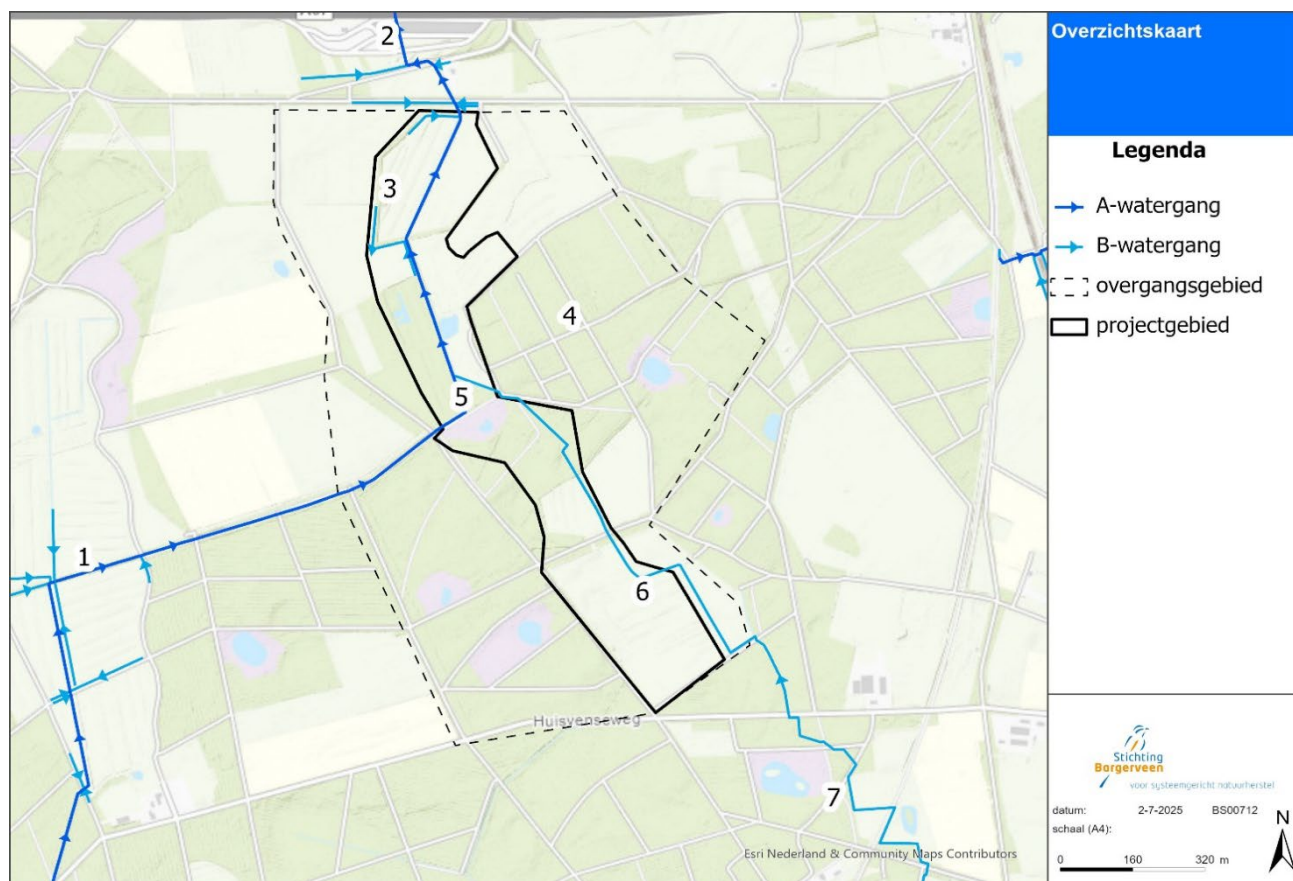
De beekdalen van de Dommel en Kleine Dommel zijn aangewezen als waterbergingsgebied bij hoge afvoerpieken (Waterschap de Dommel, 2019). Het landschap rond Eindhoven wordt in de komende jaren ingericht als natuurlijk buffergebied, waarbij de agrarische functie vrijwel volledig komt te vervallen. De integrale herstelstrategie voor het Dommeldal gaat uit van het langer vasthouden, bergen en zo vertraagd mogelijk afvoeren van grond- en oppervlaktewater en daar waar mogelijk herstel van de natuurlijke getemperde afvoersystemen (Jansen et al., 2001; Aggenbach et al., 2011; Verdonschot et al., 2017).

Via herstel van veenvormende beekdalsystemen kunnen weer getemperde afvoerdynamieken ontstaan. Hoge grondwaterstanden in het beekdal zullen ervoor zorgen dat het basen- en/of ijzerrijke grondwater weer langdurig tot in maaiveld kan reiken en over maaiveld kan afstromen. Herstel van dergelijke diffuse afvoersystemen stimuleert in principe de vorming van moerassen, doorstromingsvenen en broekbossen. Door de verminderde en vertraagde afvoer van grondwater (sponswerking) van de beekdalen zal 's winters meer grondwater in het aangrenzende dekzandlandschap vastgehouden en geborgen kunnen worden, waardoor in de zomer meer (lokaal) grondwater beschikbaar is voor de kwelgebieden in de beekdalen en de beregeningsbehoefte vanuit de landbouw zal afnemen; de grondwaterstanden zullen er minder diep wegzakken. Daarmee wordt integraal ingezet op herstel van (vegetatie)gradiënten tussen de beekdalflank en diffuse afvoersystemen in het beekdal.

4 Systeemanalyses deelgebieden

4.1 Kleine Beekloop

4.1.1 Gebiedsbeschrijving



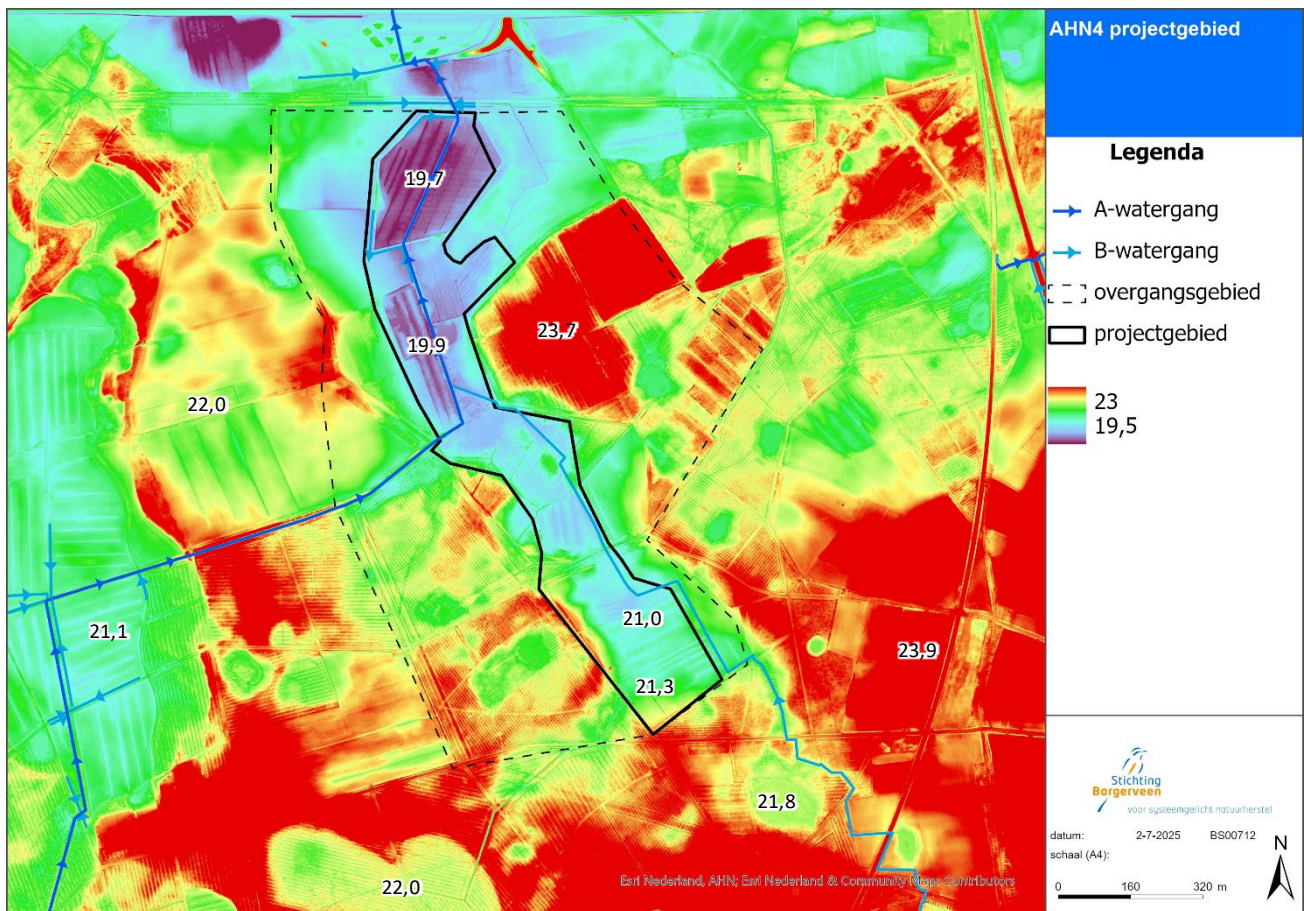
Figuur 4.1 Overzichtskaat Kleine Beekloop met 1) Groot Huisven, 2) Overkluizing A67, 3) Omwalde laagte ten westen en oosten van de Kleine Beekloop, 4) Meelse akkers, 5) Aanvoer via doorgraving dekzandrug, en laagte met Gagelstruweel 6) Historisch dal van de Kleine Beekloop met graslanden (de Oeffels) en bossen, 7) bovenloop van aangetakte afvoerloze laagtes.

De Kleine Beekloop is het meest zuidelijke, meest stroomopwaarts gelegen deelgebied dat in dit project wordt behandeld. Het ligt op de Groote Heide, tussen Eindhoven, Geldrop en Heeze. De Kleine Beekloop is een gegraven waterloop met als oorsprong een serie van al dan niet aan elkaar geschakelde dalvormige laagtes (Possen et al., 2022). Zuidelijk van de Huisvenseweg (tussen 6 en 7, Figuur 4.1) zijn dit geïsoleerde laagtes in een slenk, ten noorden waarvan een duidelijk dal ontstaat met daarin de Oeffels (6) en de omwalde laagte (3). Ook veel van nature afvoerloze laagtes buiten deze slenk (in het bijzonder het Groot Huisven, 1) zijn via doorgravingen van dekzandruggen met de Kleine Beekloop verbonden (5). Het dal bestaat op de Groote Heide uit ca. 50 hectare graslanden en bossen en enkele voormalige akkers (4). Verder noordelijk passeert de waterloop via een overkluizing de A67 (2).

Het gedeelte van de Kleine Beekloop op de Groote Heide is in eigendom van Brabant water. De meeste agrarische percelen zijn in erfpacht en worden beweid met paarden. Slechts enkele agrarische percelen kennen andere eigenaren.

4.1.2 Landschapsofbouw

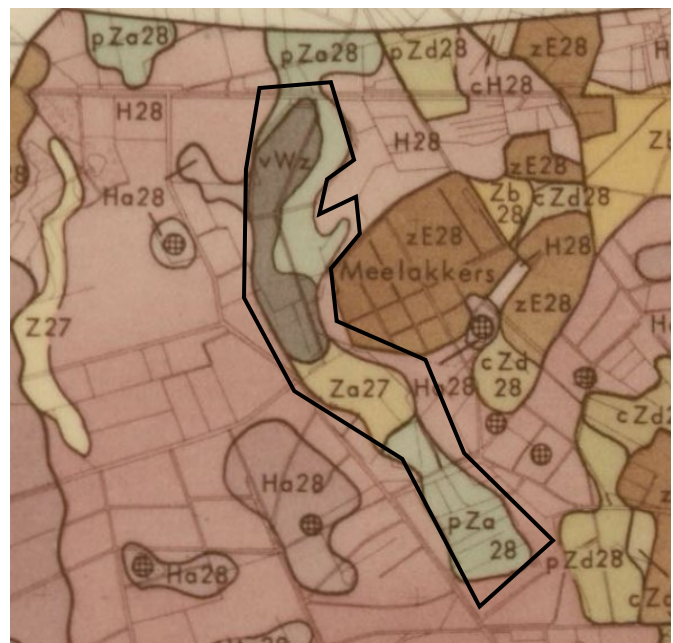
4.1.2.1 Bodem en reliëf



Figuur 4.3: AHN4 van de Kleine Beekloop met enkele hoogtes in m +NAP. (PDOK)

In het gehele gebied liggen dekzanden van de Formatie van Bortel aan de oppervlakte. Deze vormen een grillig geheel van verstoven ruggen en uitgestoven laagtes die soms langgerekt zijn, zoals de bovenloop van de Kleine Beekloop. Het maaiveld helt licht af in noordelijke richting. Het oorspronkelijke dal begint op ca. 21,3 m +NAP en loopt via de Oeffels (21,0 m +NAP).

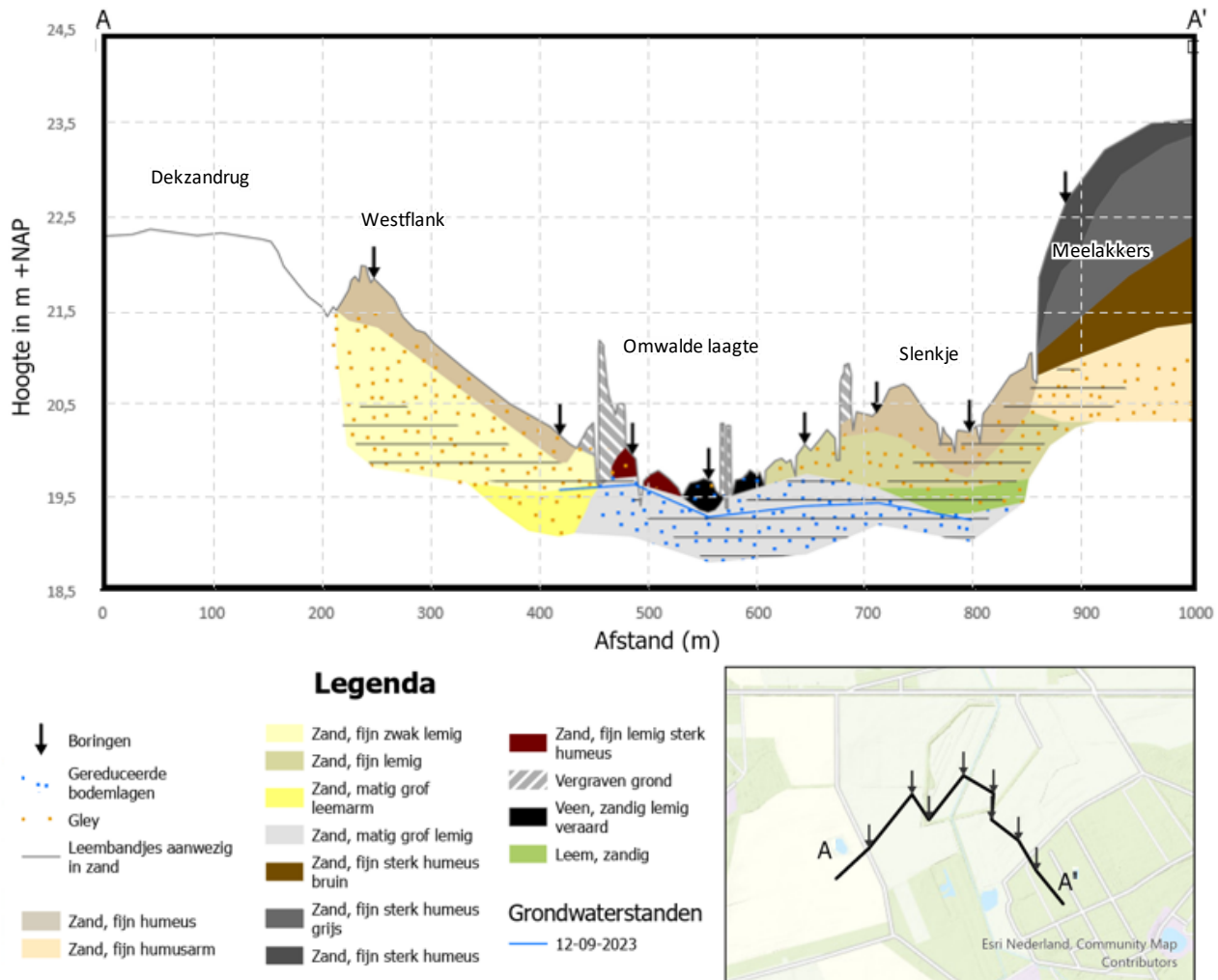
Dit laagste deel bestaat uit broekeerdgronden (vWz, Figuur 4.2). Daaromheen liggen gooreerdgronden (pZa28) in lemig fijn zand. Het centrum van het dal bestaat uit vlakvaaggronden (Za27). De flanken (20-22 meter +NAP) bestaan grotendeels uit veldpodzolen (Ha28) in lemig fijn zand. Delen zijn zwak lemig tot leemarm (H28). De Meelakkers (23-24 meter +NAP), een historisch akkercomplex, bestaan uit hoge zwarte



Figuur 4.2: Gedetailleerde bodemkaart (bodemdata.nl) met vWz) Broekeerdgronden, Za27) Vlakvaaggronden, pZa28) Gooreerdgronden, H(a)28) Veldpodzolen van (lemig) fijn zand, zE28) Hoge zwarte enkeerdgronden.

enkeerdgronden (zE28) in lemig en zwak lemig fijn zand. In het gehele gebied bevinden zich in meer of mindere mate opeengestapelde leemlaagjes die een zogenaamde ‘spekkoek’ vormen, die weerstand biedt aan de verticale waterbeweging (Possen et al., 2022). Hierdoor stagneert er hoog in het landschap al veel water, zoals op de dekzandruggen en liggen er verspreid over het gebied talloze vennen. Door te baggeren, plaggen en bos in het intrekgebied te kappen zijn veel van deze vennen de afgelopen decennia hersteld (Possen et al., 2022).

4.1.2.2 Bodemkundige doorsnede



Figuur 4.4: Bodemkundige doorsnede Kleine Beekloop.

Bij de omwalde laagte is door middel van een achttal boringen de ondiepe ondergrond nader in kaart gebracht. In de doorsnede is te zien hoe de gehele dalbodem uit matig grof zand bestaat, waarin tal van horizontale leembandjes liggen (Figuur 4.4). Dit is de zogeheten spekkoek die op veel plaatsen op de Grote Heide voorkomt (Possen et al., 2022). Bij punt A' is duidelijk te zien dat de oorspronkelijke dekzandrug hier door plaggenbemesting fors is verhoogd. Direct tegen de Meelakkers aan ligt een klein slenkje met greppels waarin Veldrus groeit (Figuur 4.5). Onder dit slenkje bevindt zich lemig zand en zandige leem. Gleyverschijnselen reiken hier tot in maaiveld. In het natte voorjaar van 2024 was hier op grote schaal uittredend grondwater met een ijzerfilm zichtbaar. Dit slenkje is door een hoger gelegen perceel afgesloten van de omwalde laagte. De laagte zelf ligt op matig grof zand met enkele bandjes van leem. Tegen de Kleine Beekloop bevinden zich de enige veenrestanten in het gebied. Hier ligt een ca. 30 cm dikke veraarde veenlaag met plaatselijk nog een ca. 10 cm dik laagje duidelijker te herkennen zeggeveen. In de sloten die de percelen doorsnijden groeien snavelzegge en

veldrus (Figuur 4.5). De flank in de richting van A loopt in tegenstelling tot die aan de andere zijde zeer gelijkmatig op en is waarschijnlijk geëgaliseerd. Ook hier komen gleyverschijnselen voor tot hoog in het profiel. De brede kop van de dekzandrug (22,5 m +NAP) die zich uitstrekt buiten de doorsnede is in het winterhalfjaar waarschijnlijk voor een groot deel waterverzadigd.

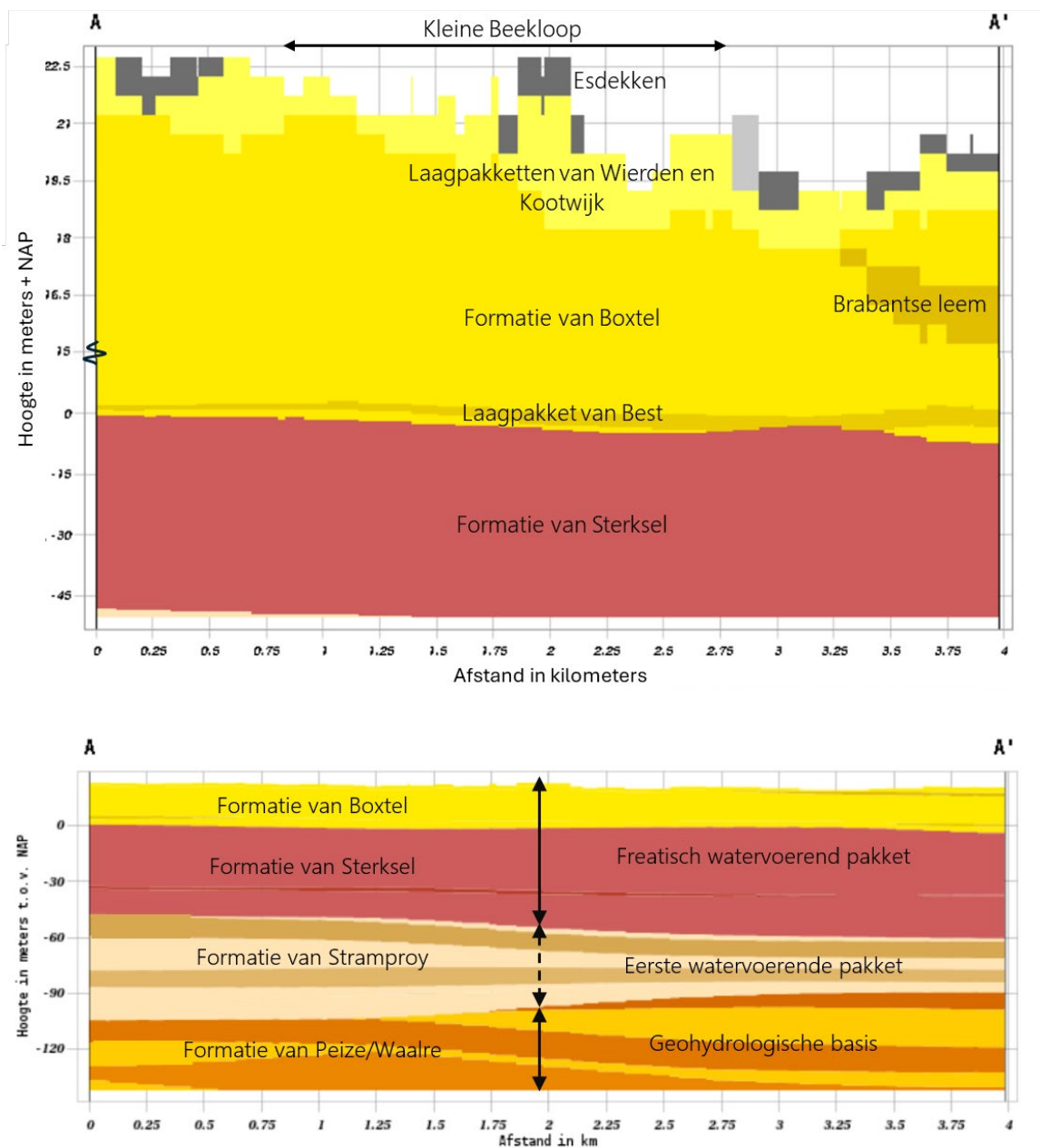
In het voorjaar van 2024 viel op dat de oppervlakte van het kleine ven, dat zich net noordelijk van het transect op deze dekzandrug bevindt, fors was toegenomen, waarbij het waterpeil bijna tot aan de top van de dekzandrug stond. Mogelijk ontstaat hier onder zeer neerslagrijke omstandigheden, zoals in het voorjaar van 2023, door de spekkoeke een schijngrondwaterspiegelsysteem. Het water uit dit systeem stroomt zijdelings af naar de flank, wat de (pseudo)gleyverschijnselen hoog in het profiel verklaart. Het zand in de flank van A naar de omwalde laagte is op enkele decimeters diepte ook egaal oranje van kleur, wat vaak het gevolg is van langdurige laterale stroming van ijzerrijk grondwater.



Figuur 4.5: Van linksboven naar rechtsonder: het ven net ten noorden van de westpunt van de doorsnede met een zeer hoog peil na de natte winter de leembandjes of 'spekkoeke', de greppels met Veldrus in het slenkje en de sloten met snavelzegge in de omwalde laagte.

4.1.3 Grond- en oppervlaktewatersysteem

4.1.3.1 Grondwatersysteem



Figuur 4.6: Doorsnede zuid-noord over het Projectgebied. Boven: Geohydrologische doorsnede watervoerend systeem Geotop v1.6 (dinoloket). Beneden: Geohydrologische doorsnede diepere ondergrond, doorgetrokken tot onder de geohydrologische basis, waar heel dikke slecht doorlatende kleilagen (donkere kleuren) liggen (BRO Regis v.2.2.3., dinoloket.nl). Het eerste watervoerende pakket is met een streepjeslijn aangegeven. De stijghoogte ervan is onbekend en het is onduidelijk in welke mate er interactie plaatsvindt met de Formatie van Sterksel boven de eerste scheidende laag op 50-60 meter – NAP (Possen et al., 2022).

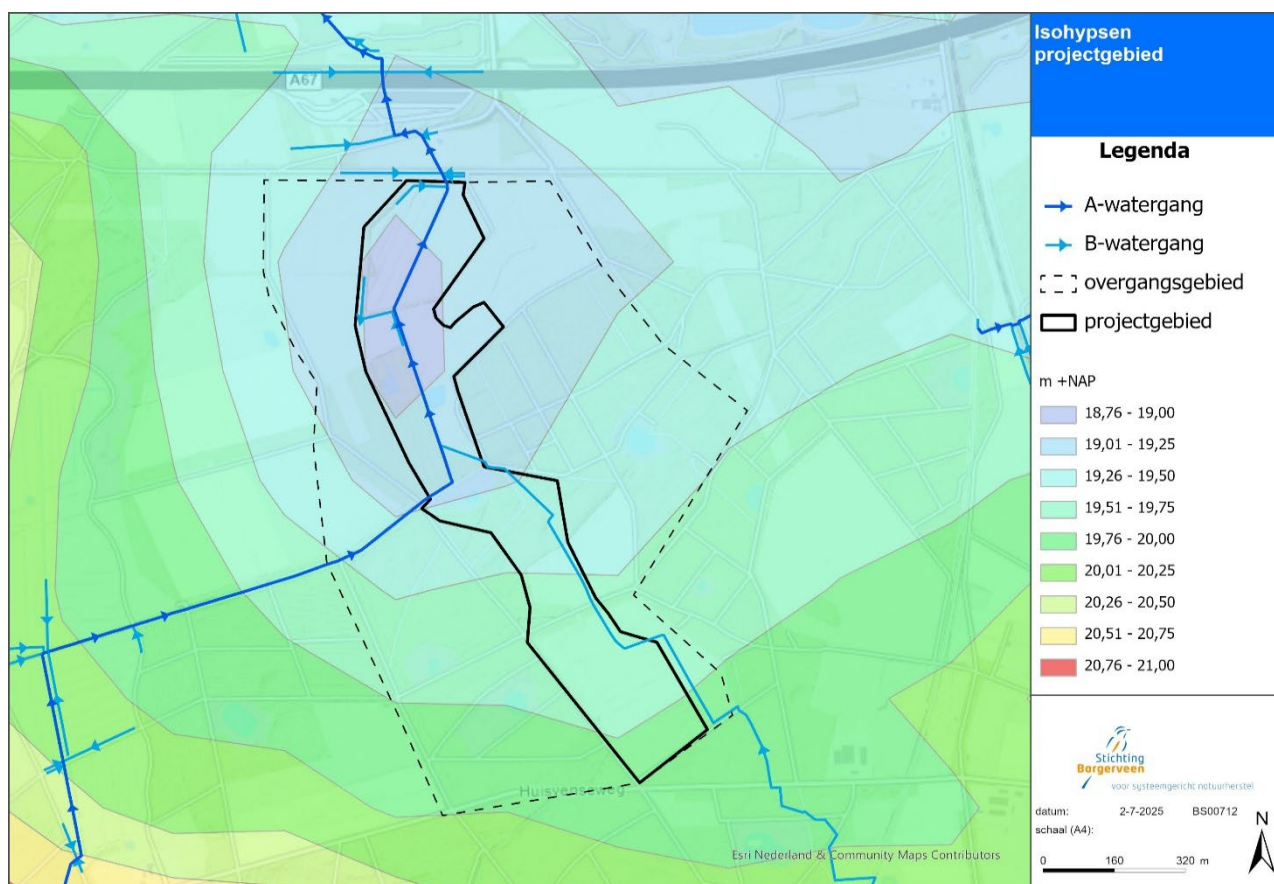


De opbouw van het grondwatersysteem rond het Groot Huisven is beschreven in Possen et al. (2022). Gebaseerd op deze beschrijving wordt voor de Kleine Beekloop een uitwerking gemaakt.

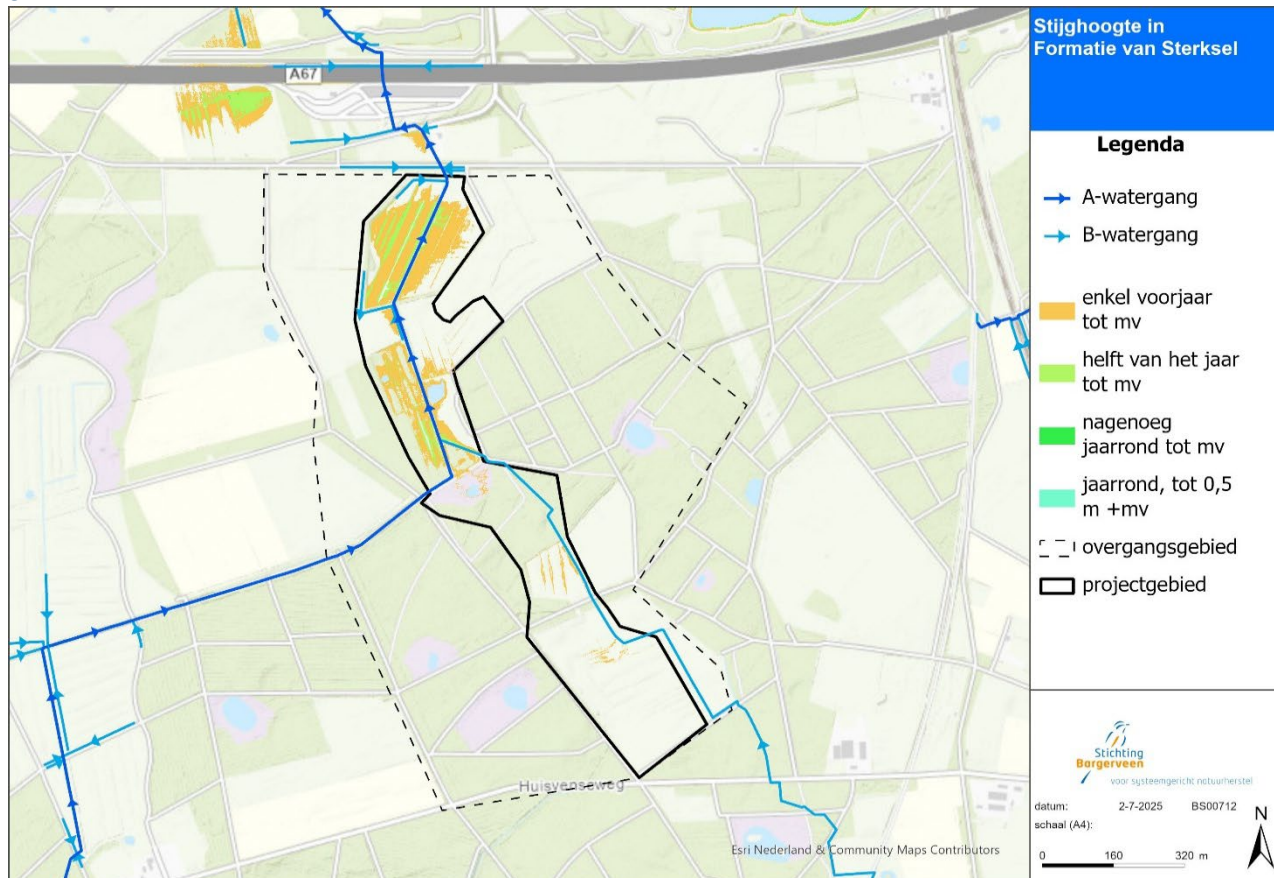
Onder de geohydrologische basis van het Kleine Beekloop systeem onttrekt Brabant Water drinkwater. Deze onttrekking heeft geen of weinig invloed op de grondwaterstanden in de Kleine Beekloop en de Groote Heide doordat op ca. 50 m -NAP in de top van de Formatie van Stramproy een aaneengesloten slecht doorlatende laag ligt (Figuur 4.6). De stijghoogte in de Formatie van Stramproy wordt niet gemeten en de interactie met de Formatie van Sterksel is niet bekend. Het eerste watervoerende pakket wordt in twee deelpakketten verdeeld door een uitgestrekte slecht doorlatende laag van de Formatie van Stramproy. Aan de onderzijde van het eerste watervoerende pakket liggen meerdere slecht doorlatende lagen gescheiden door zandlagen die de geohydrologische basis vormen. Het freatisch watervoerend pakket is circa 75 meter dik en bestaat uit zanden van de Formaties van Boxtel (tot 25 meter beneden maaiveld) en Sterksel (75 tot 25 meter beneden maaiveld), met daartussen een dunne scheidende laag van het Laagpakket van Best. De stijghoogten nabij maaiveld worden waarschijnlijk vooral bepaald door de hydrologische processen in deze bovenste 75 meter.

De Formatie van Sterksel bestaat uit oude rivierafzettingen van de Maas en de Rijn, die grofzandig zijn en grind kunnen bevatten; hier en daar kunnen kleilagen voorkomen (TNO, 2003). Een zo'n kleilaag is ook aanwezig onder het studiegebied. De Formatie van Boxtel bestaat uit zanden die zijn afgezet in de koude, periglaciale omstandigheden. In algemene zin gaat het om zeer fijn tot matig grof, zwak tot sterk siltig zand. Leem- en veenvoorkomens zijn mogelijk (TNO, 2003). Een dergelijke wat dikkere, uitgestrekte maar niet aaneengesloten leemlaag vormt het Laagpakket van Best, dat zich op zo'n 20 à 25 meter diepte bevindt. Direct zuidoostelijk van het projectgebied is deze laag slechts een meter dik, maar in noordwestelijke richting loopt de dikte op tot ca. zeven meter (Dinoloket, 2023).

De grondwaterstroming in zowel het freatisch als eerste watervoerende pakket is noordnoordwestelijk (Figuur 4.7). De stijghoogten in de Formatie van Sterksel zijn dusdanig hoog dat ze in het dal van de Kleine Beekloop plaatselijk zorgen voor diepere kwel tot in maaiveld (Figuur 4.8). In de meest zuidelijke graslanden gebeurt dat alleen in de allerlaagste delen en gedurende een zeer korte periode per jaar. Op deze locatie bevindt zich de zuidelijkste groeiplaats van Holpijp. In het dal benedenstrooms van de samenvloeiing met de waterloop uit het Groot Huisven bereikt de stijghoogte op meer plaatsen kortstondig het maaiveld. In de laagstgelegen delen treedt gedurende de helft van het jaar overdruk op.



Figuur 4.7: Isohypsens van het freatisch grondwater boven in de Formatie van Bortel op basis van berekeningen in grondwatertools.nl.

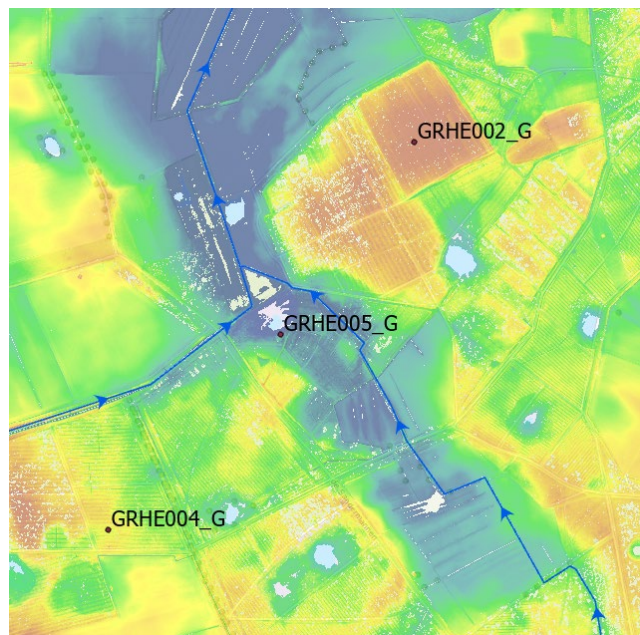


Figuur 4.8: Stijghoogte Formatie van Sterksel t.o.v. maaiveld.

De stromingspatronen in het freatisch pakket worden op landschapsschaal gestuurd door het regionale hoogterloop. Het zijn de dalen van de Tongelreep (in het westen) en Kleine Dommel (in het oosten) die de regionale drainagebasis vormen. Deze draineren het freatische grondwater aan weerszijden van de Grootte Heide. Historisch moet de waterscheiding tussen het Groot Huisven hebben gelegen (Possen et al., 2022). Door menselijke ingrepen in het oppervlaktewatersysteem (het aantakken van de afvoer van laagtes op de Kleine Beekloop) is de waterscheiding naar het westen, richting de Tongelreep verschoven. Tegenwoordig is de A2 de waterscheiding (Possen et al., 2022). Midden op de Grootte Heide is de stroming min of meer van zuid naar noord, waarbij hoogteverschillen in het verstoven dekzandlandschap lokaal van grote invloed zijn op de stromingsrichting (Figuur 4.7). In het centrale deel van de Grootte Heide is de Kleine Beekloop de drainagebasis en draineert aldus freatisch grondwater (Figuur 4.7).

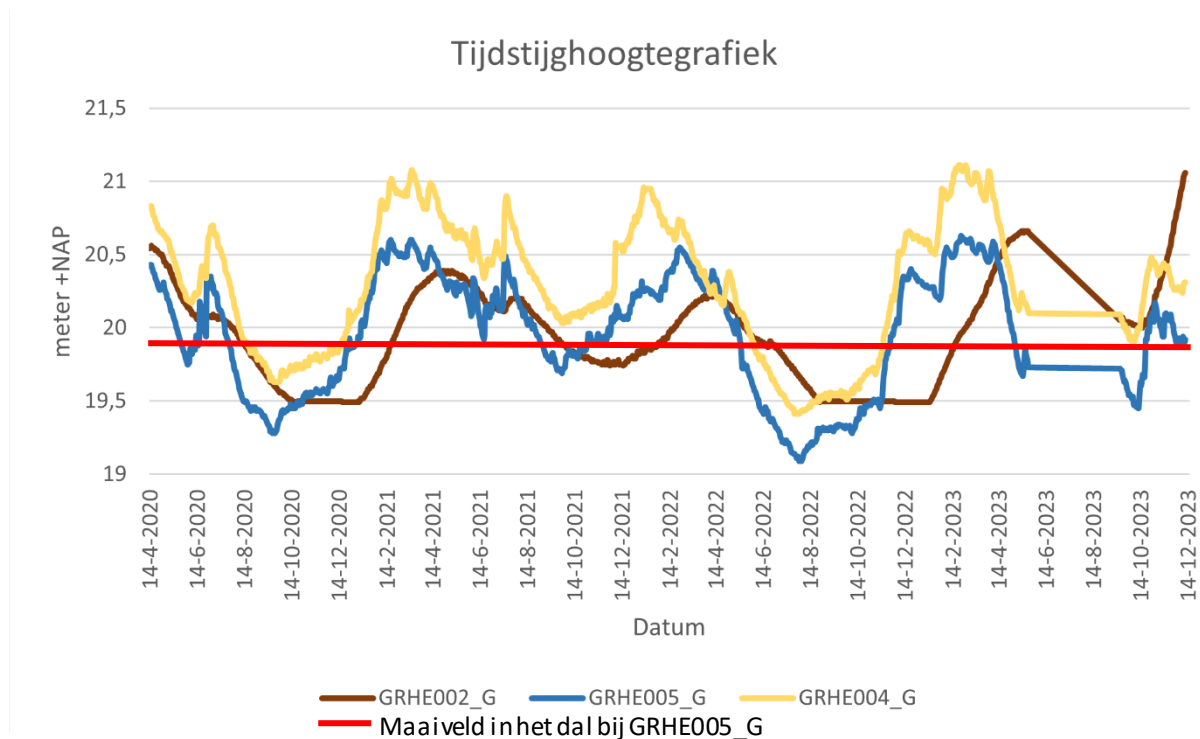
Stromingspatronen vanaf de beekdalflanken

Grondwaterstandsmetingen in peilbuizen uit het watermeetnet van Bosgroep Zuid Nederland (operationeel van voorjaar 2020 tot eind 2023) geven een indicatie van het grondwaterregime in en om het onderzoeksgebied. De fluctuaties bedragen in alle peilbuizen ongeveer een meter in een normaal jaar (2021) en ca. 1,5 meter in een droog jaar (2022). De peilen in GRHE004_G (in het westen) liggen jaarrond hoger dan in GRHE005_G (in het dal), wat gedurende het gehele jaar zal zorgen voor een grondwaterstroming naar het dal van de Kleine Beekloop. Aan de westzijde van de Kleine Beekloop is sprake van kwel aangezien de waterstand hier een deel van het jaar aan maaiveld staat.



Figuur 4.9: Locaties peilbuizen Bosgroep Zuid Nederland.

Peilbuis GRHE002_G (in het oosten onder de Meelakkers) heeft een afwijkend patroon. De stijghoogten reageren op neerslaggebeurtenissen met een vertraging van ca. 90 dagen op de standen van beide andere buizen. Dat komt doordat hier een relatief dik (ca. 4 meter) onverzadigde pakket ligt boven het filter. De reistijd van neerslag in dit dikke onverzadigde pakket is veel langer dan in de gebieden met een (veel) dünnere onverzadigde zone. Daardoor duurt het veel langer voordat het tot opbolling van de grondwaterstand komt, maar blijft het pakket in droge perioden langer water leveren aan het dal van de Kleine beekloop. Na de recordnatte periode eind 2023 is de stijghoogte toegenomen tot ca. 21 meter +NAP, waar deze in de afgelopen winters maximaal 20,5 meter +NAP bedroeg. Dat is net zo hoog als de stijghoogte in de peilbuis in de dekzandrug ten westen van het dal van de Kleine Beekloop.



Figuur 4.10: Tijdstijghoogtegrafieken van enkele peilbuizen (Bosgroep Zuid Nederland).

Tabel 1: Corresponderende Peilbuisgegevens.

Peilbuis	Maaiveld (m + NAP)	Diepte bovenkant filter (m + NAP)	Max winterstand (m + NAP)	Zomerstand 2021 (m + NAP)	Zomerstand 2022 (m + NAP)
GRHE002_G	24,03	19,42	21,04	19,75	<19,50
GRHE004_G	22,44	19,23	21,05	20,03	19,41
GRHE005_G	20,55	19,28	20,61	19,69	19,08

Samengevat laat het stijghoogteverloop zien dat het dal van de Kleine Beekloop jaarrond grondwater ontvangt uit het westen en in droge periodes ook uit het oosten. De westzijde van het dal is daarom te karakteriseren als een permanent kwelgebied; de oostzijde als een periodiek kwelgebied. In natte perioden is de overdruk vanuit het westen ca. 50 cm; in droge perioden varieert de overdruk in het oosten van ca. 10 cm tot ruim meer dan een halve meter.

Stromingspatronen in het dal

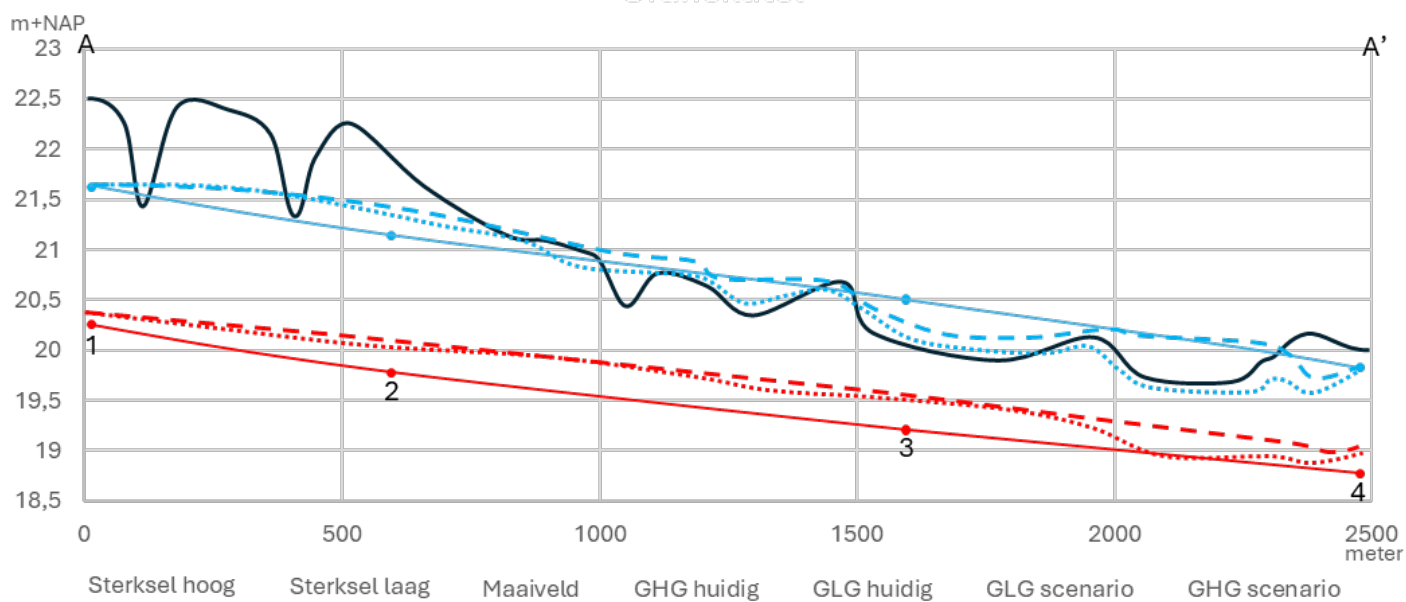
De bovenloop bestaat uit enkele van nature (nagenoeg) afvoerloze laagtes, waarvan het peil over het algemeen hoger is dan van het grondwater en waar enkel in het winterhalfjaar verbinding met het grondwater wordt gemaakt (Figuur 4.11). Het betreft hier vennetjes met een zeer lokaal intrekgebied, waarbij waarschijnlijk een schijngrondwaterspiegel ontstaat op de hiervoor genoemde spekkook van dunne leemlaagjes. Deze zwakgebufferde vennetjes wateren via doorgravingen van de omringende dekzandruggen af op het dal van de Kleine Beekloop.

Bij de graslanden noordwestelijk van nummer 2 (Figuur 4.11, De Oeffels) bevindt zich het punt waar lokaal grondwater periodiek aan maaiveld komt en als grondwater uittreedt. Op de dekzandruggen aan weerszijden van het dal liggen eveneens vennen die net als de vennen in het zuiden een schijngrondwaterspiegel bezitten. Midden in De Oeffels ligt op het laagste punt een poel waaromheen de stijghoogte van het diepere grondwater (Formatie van Sterksel) tijdelijk het maaiveld bereikt.

Verder benedenstrooms ligt de stijghoogte van het diepere grondwater in het winterhalfjaar nagenoeg overal boven de grondwaterstanden in het freatisch pakket en treedt potentieel kwel op, terwijl deze situatie in het zomerhalfjaar omgekeerd is (potentieel infiltratie). Benedenstrooms van nummer 3 (Figuur 4.11) wordt het verschil tussen de grondwaterstanden en de stijghoogte van het diepere grondwater steeds groter; het is het grootst in de omwalde laagte net bovenstrooms van nummer 4, waarbij in het winterhalfjaar een overdruk van 0,5 meter optreedt.

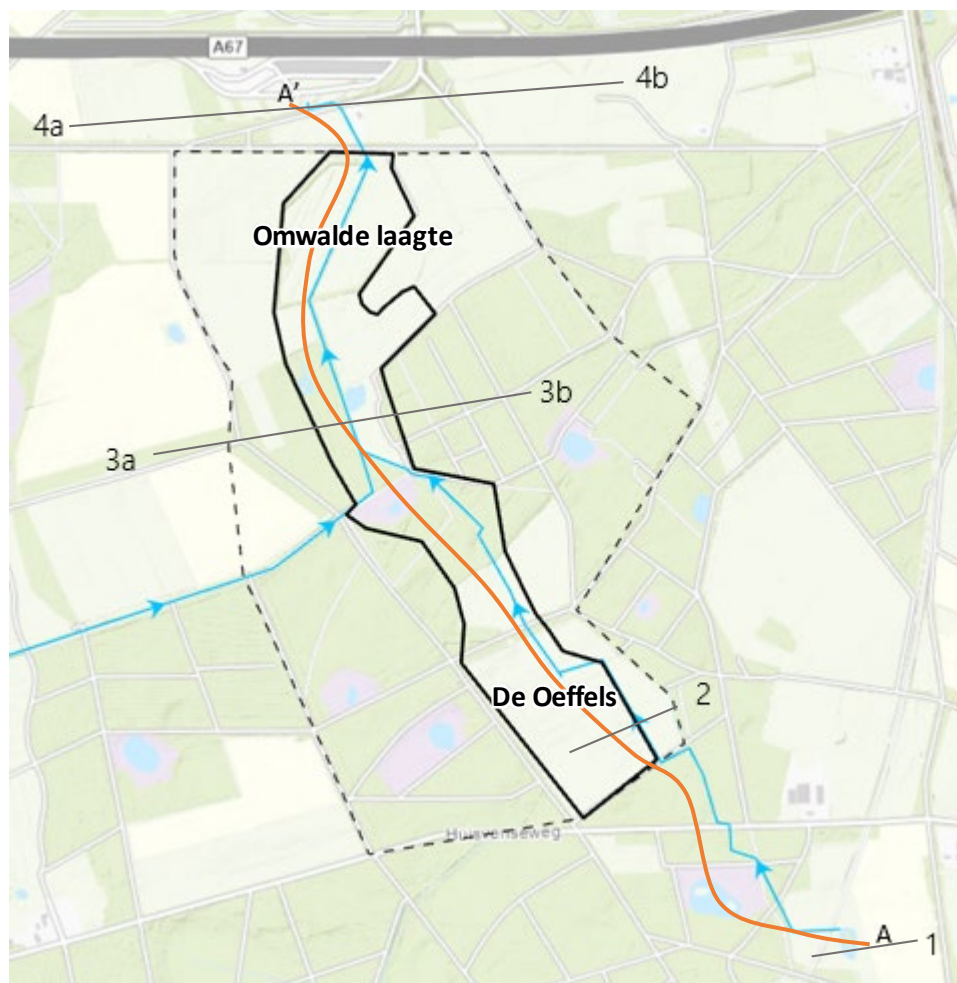
In het door Brabant Water doorgerekende scenario (dempen alle ontwatering) wordt een stijging van de GHG met ca. 10-20 centimeter verwacht, behalve bij de omwalde laagte: door deze deels afvoerloos te maken zal de GHG hier niet verder stijgen dan de stijghoogte van het regionale grondwater. De GLG ligt nu al net boven de stijghoogte van het regionale grondwater en zal vooral bij de omwalde laagte licht toenemen na dempen van de ontwatering. In de droge periode zal de infiltratie naar de diepere ondergrond toenemen.

De toestroom van diep grondwater is hoofdzakelijk te danken aan ontwatering (GHG huidig ligt beneden Sterksel hoog). Wanneer de ontwatering wordt gedempt zullen in alle laagtes behalve het gedeelte rond nummer 3 (GHG scenario ligt daar nog steeds beneden Sterksel hoog) 's winters hydrologisch neutrale omstandigheden heersen ten opzichte van de diepere ondergrond.

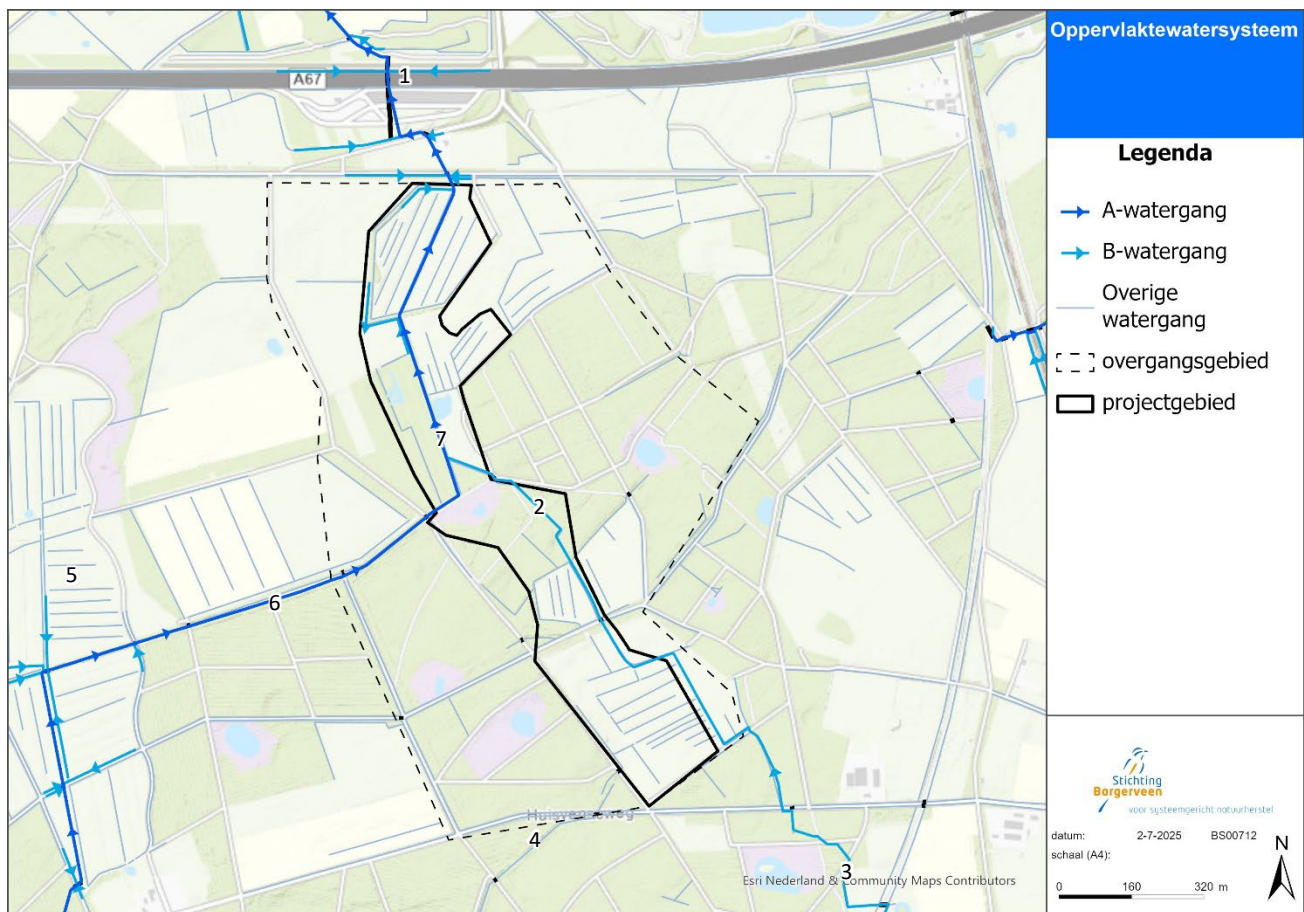


Figuur 4.11: Doorsnede van het dal van de Kleine Beekloop met daarin grondwaterstands- en stijghoogteverloop uitgezet tegen het maaiveld. Voor diepere stijghoogten (Formatie van Sterksel) zijn gegevens uit grondwatertools.nl gebruikt. Het betreft het 2^e filter (filterstelling-5 tot -9 m +NAP) van de buizen B51G0364 (1), B51G0366 (2), B51G0365 (3a), B51G0274 (3b), B51G0367 (4a), B51G0360 (4b). Stijghoogtes liggen 90% van de tijd beneden 'hoog' en 10 % van de tijd beneden 'laag'.

GHG- en GLG- huidige en scenario gebaseerd op modelleringen Brabant Water (Tom van Steijn, persoonlijke communicatie). GHG en GLG scenario geven gemodelleerde stijghoogten indien alle drainage op de Grote Heide zou worden gedempt.



4.1.3.2 Oppervlaktewatersysteem



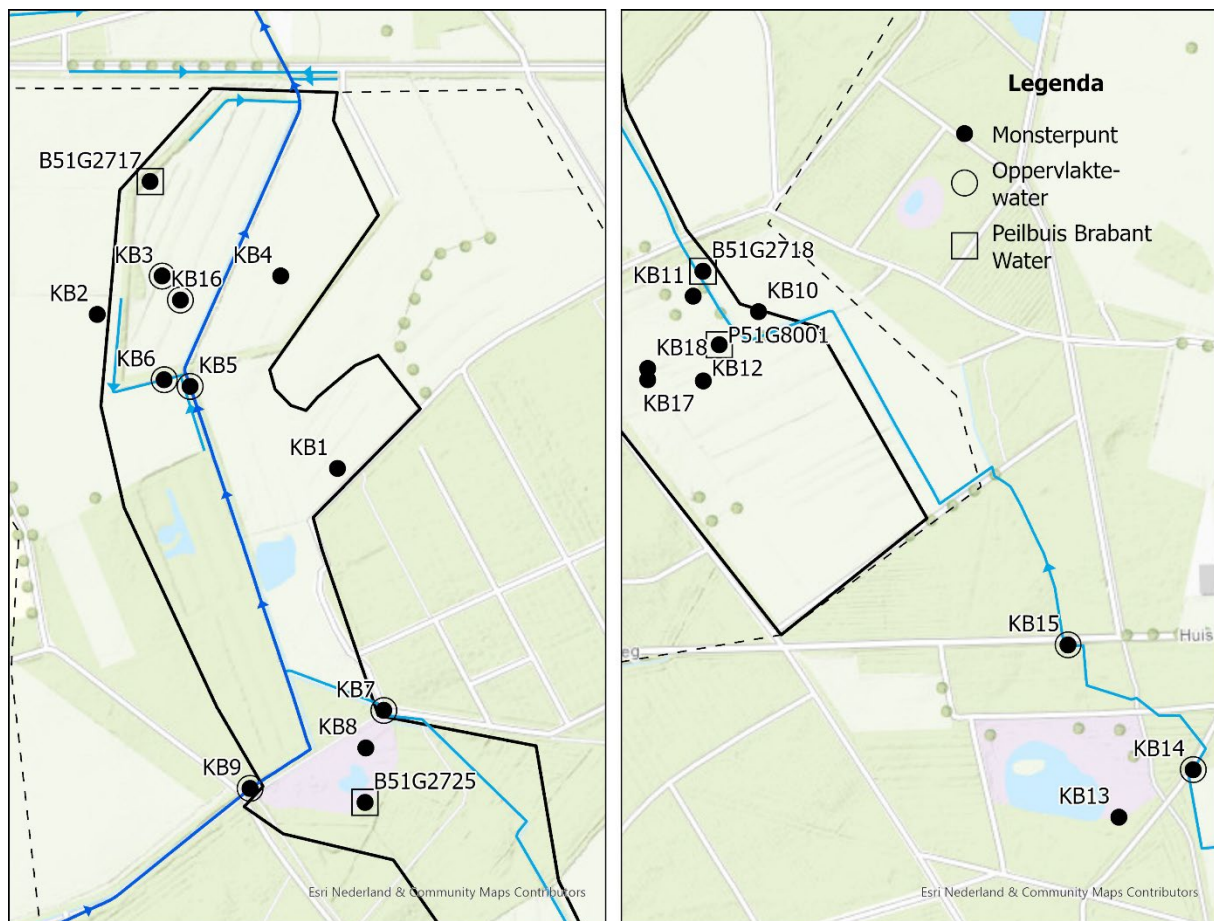
Figuur 4.12: Leggerkaart (Waterschap de Dommel, 2025) en kaart Waterdeel lijn (Overige watergangen) met daarin 1) Overkluizing A67, 2) Oostelijke tak door oorspronkelijk dal, 3) Bovenloop door aangetakte vennen, 4) Aanvoer vanuit voormalig Kraailsche ven en Molenmeer ven, 5) Voormalig Groot Huisven, 6) Westelijke tak dekzanddoorgraving, 7) Samenvloeiing oostelijke en westelijke tak.

Figuur 4.12 geeft een overzicht van het oppervlaktewatersysteem in het stroomgebied van de Kleine Beekloop bovenstrooms van de A67. Er zijn twee hoofdtakken (2 en 6) die beide ongeveer een gelijke hoeveelheid water aanvoeren (Brabant Water, persoonlijke communicatie). De westelijke tak (6) voert water aan van het westelijk deel van de Groote Heide en het Groot Huisven (5). De oostelijke tak voert water aan vanaf het oostelijk deel van de Groote Heide (3 en 4). Beide takken voeren water af uit de vele vennen die via slootjes, die door dekzandruggen heen zijn gegraven, met elkaar verbonden zijn geworden. Nadat de twee takken zich bij nummer 7 bij elkaar voegen, stroomt de Kleine Beekloop verder noordwaarts en takken er vanuit de oost- en westzijde nog enkele kleinere slootjes op aan.

De dalvormige laagte van de Kleine Beekloop tot de samenvloeiing met de westelijke tak (6) bestaat uit een B-watergang met een geringe diepte. Op sommige delen van het traject ligt deze echter niet op het laagste deel van het dal en worden flanken van dekzandruggen doorsneden, waardoor de waterloop hier dieper is ingesneden. Bij de samenvloeiing ligt de beekbodem op 19,43 m +NAP en 100 meter na samenvloeiing staat een stuw met een vast peil op 19,75 m +NAP; bij de samenvloeiing zal de oppervlaktewaterstand nooit veel dieper zijn dan 32 cm boven de beekbodem. De westelijke aanvoer die vanaf het Groot Huisven naar de Kleine Beekloop loopt heeft bij de doorgraving van de dekzandrug een beekbodem op 19,80 m +NAP. Dat betekent dat de oppervlaktewaterstanden daar doorgaans niet hoger zullen zijn dan 5 cm boven de beekbodem. Na voorgenoemde stuw stroomt de

Kleine Beekloop door een omwalde laagte, waarbij de beekdalbodem van 19,23 tot 19,03 m +NAP afloopt (maaiveld ca. 19,7 m +NAP). De onderkant van de duiker onder de A67 (overkluizing) ligt op 18,40 m +NAP.

4.1.3.3 Waterkwaliteit

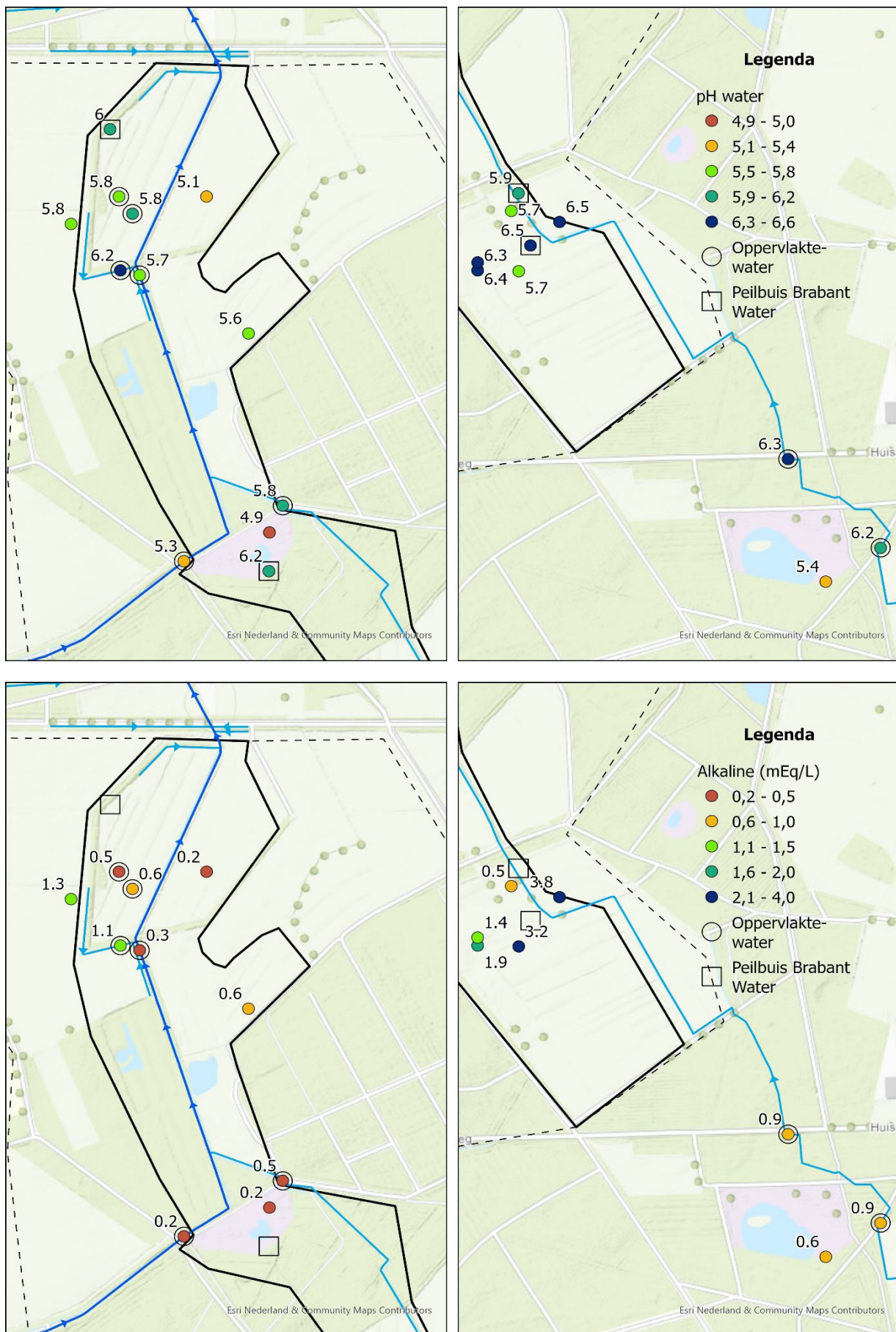


Figuur 4.13: Locaties bemonsteringspunten waterkwaliteit. KB1 t/m KB 18 eigen bemonstering. Codering beginnend met B bemonsterd door Brabant Water (gemiddelde waarden van 3 bemonsteringen in 2024)

In het dal van de Kleine Beekloop is op verschillende punten en momenten de waterkwaliteit bemonsterd (Figuur 4.13). De eigen bemonsteringen zijn uitgevoerd in april 2024. De grondwatermonsters zijn allemaal op ca. 60-80 cm diepte genomen met een poreuze cup. KB17 en KB18 zijn op hetzelfde punt genomen maar op respectievelijk 20 en 100 cm diepte. Brabant Water bemonsterde in maart, mei en september 2024 enkele peilbuizen (Tabel 2), waarvan de gemiddelde concentraties zijn weergegeven in verband met een gering verschil tussen de verschillende momenten van bemonstering. Een selectie van de resultaten wordt hieronder besproken aan de hand van kaarten. De overige resultaten zijn te vinden in bijlage 2.

Tabel 2: Peilbuisgegevens Brabant Water waar monsters uit zijn genomen.

Buisnummer	Maaiveld (m + NAP)	BKF	OKF
B51G2717	19,7	18,32	18,12
B51G2718	20,72	18,91	18,71
B51G2725	20,62	18,23	17,23
P51G8001	20,61	n.b.	19,1



Figuur 4.14: pH en alkaliniteit als parameters voor zuurbuffering.

Buffering

De alkaliniteit en pH zijn als parameters voor zuurbuffering weergegeven in Figuur 4.14. Over het algemeen is het water zwak (0,2-0,5 tot maximaal 1 mEq/l) tot matig (1 tot 2 mEq/l) gebufferd. Het beekwater in de bovenloop is duidelijk meer zwak gebufferd dan meer benedenstrooms. In de Oeffels is het water het sterkst gebufferd: de mate van buffering varieert van zwak (0,5 mEq/l) via matig (1-2 mEq/l) tot sterk (> 3 mEq/l). Net als het beekwater is het ondiepe grondwater verder stroomafwaarts doorgaans minder gebufferd. Enkel aan de westzijde van de omwalde laagte is het grond- en oppervlaktewater water matig gebufferd (1-2 mEq/l).

De pH ligt doorgaans tussen 4,9 en 6,6; met op de plekken met sterke buffering pH's van tussen 6 en 6,5.

Nutriënten

De nutriëntenbelasting van het grond- en oppervlaktewater staat in Figuur 4.15. Hieruit blijkt dat ortho-fosfaat vooral verhoogd is in de bovenloop en dicht bij de Kleine Beekloop in De Oeffels. Op de overige plaatsen zijn de waarden nauwelijks verhoogd.

Ook de minerale stikstofwaardes zijn het sterkst verhoogd in de bovenloop, en vervolgens weer dicht bij de Kleine Beekloop in De Oeffels. Ter hoogte van de omwalde laagte is het oppervlaktewater licht belast met stikstof, in het grondwater is dit nauwelijks het geval.

EGV

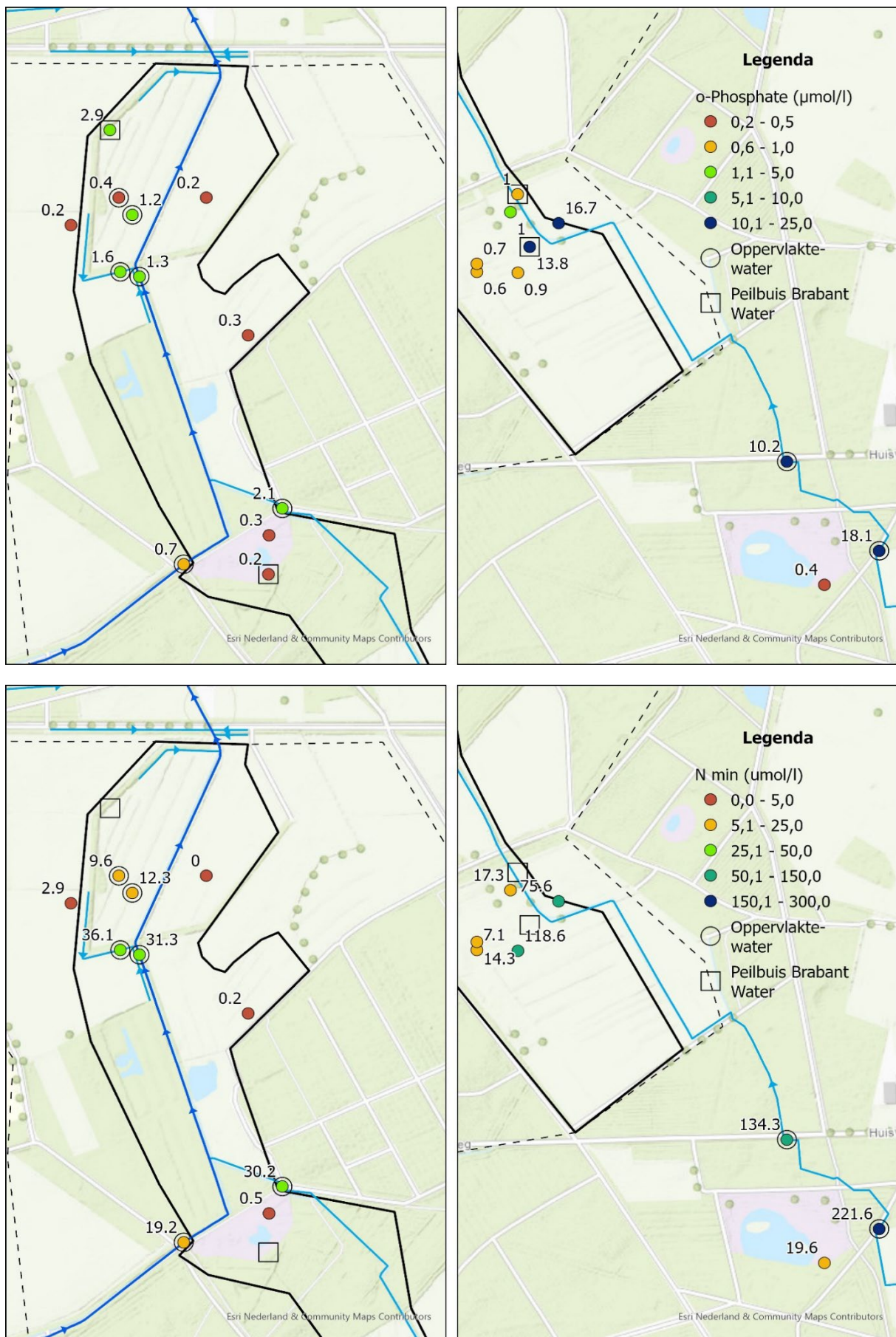
Het EGV (Figuur 4.16), hier uitgedrukt in $\mu\text{S}/\text{cm}$, is een maat voor de totale ionenrijkdom en geeft een aanduiding van de aard van het water. Lage waarden (< 100) duiden op regenwater, waarden tussen 100 en 200 op matig basen- en ijzerrijk water en waarden tussen 200 en 500 op basen- en ijzerrijk water; bij waarden hoger dan 500 is vrijwel altijd sprake van vervuiling; bij waarden beneden de 500 kan dat ook het geval zijn. Het EGV van de Kleine Beekloop ligt rond de $150 \mu\text{S}/\text{cm}$ en die van het overige grond- en oppervlaktewater doorgaans tussen de 200 en $300 \mu\text{S}/\text{cm}$. Op enkele plekken is het EGV hoger dan 300. Bij KB10 in De Oeffels is het EGV sterk verhoogd ($585 \mu\text{S}/\text{cm}$).

IJzer

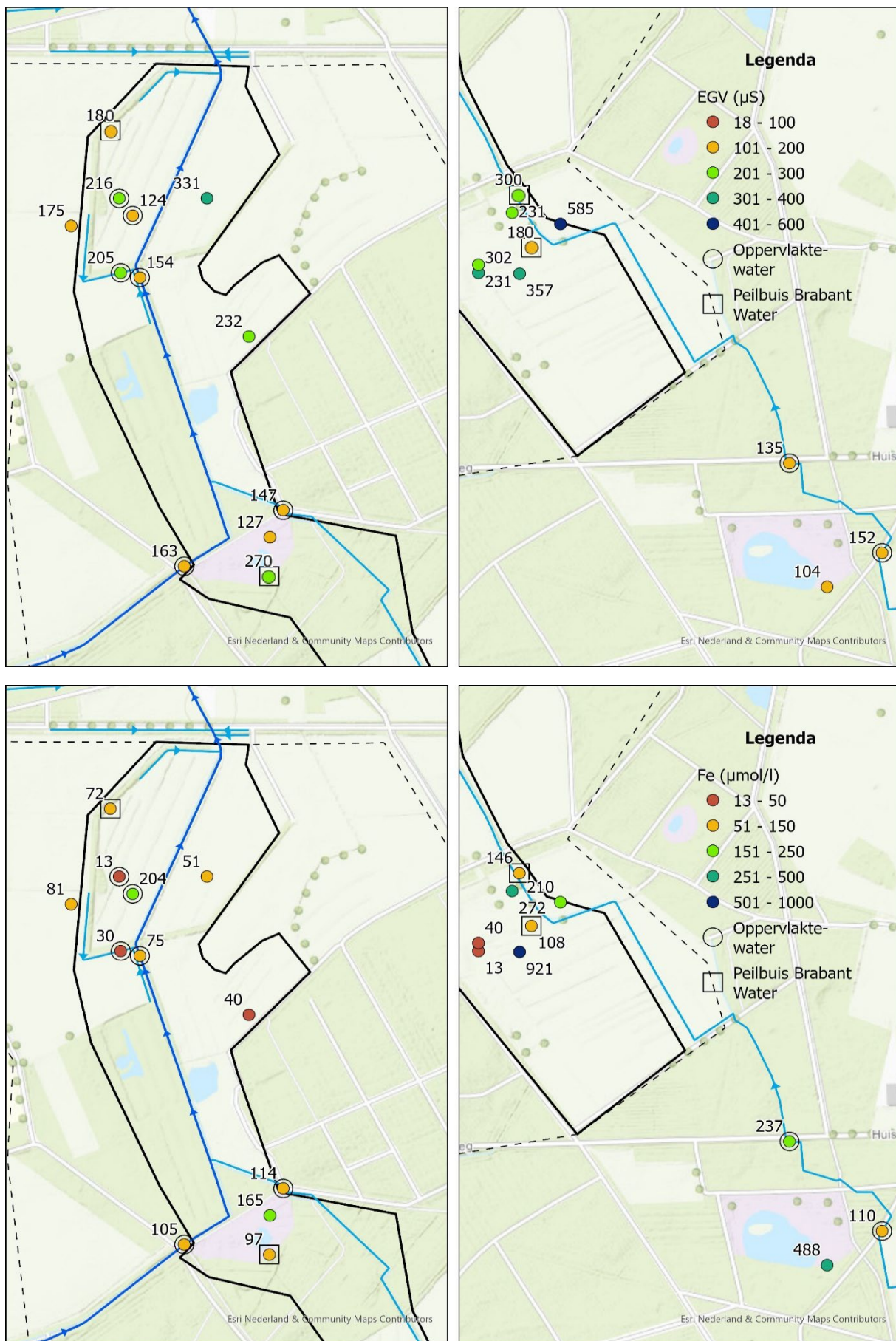
De ijzergehalten (Figuur 4.16) zijn ecologisch relevant vanwege hun rol in de beschikbaarheid van fosfaat voor de vegetatie en duiden tevens het verschil aan tussen regenwater (ijzerloos) en grondwater (ijzerarm tot zeer ijzerrijk). In de bemonsterde peilbuizen van Brabant Water liggen de ijzerconcentraties tussen de 70 en $150 \mu\text{mol}/\text{l}$ d.w.z. dat het grondwater over het algemeen vrij ijzerrijk is. Uit de eigen bemonstering komen grote verschillen naar voren, met waarden die soms ver buiten dit traject vallen. Ook hier geldt weer dat het water in het zuiden hogere concentraties kent, in dit geval voor ijzer, dan verder noordwaarts.

Vervuiling

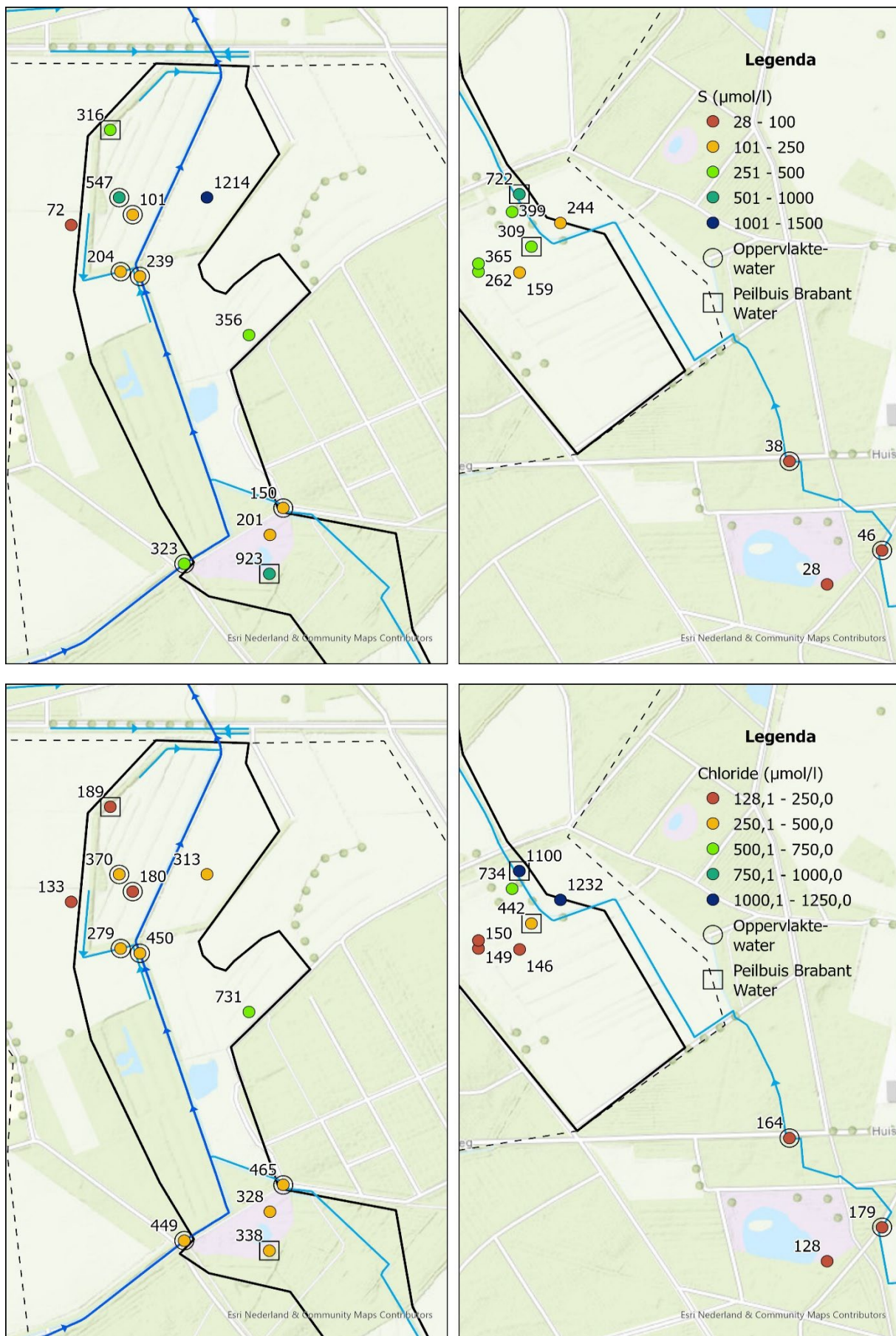
Hoge sulfaat- en chlorideconcentraties indiceren vervuiling (Figuur 4.17). Deze zijn beide laag in de bovenloop, en hoger tot zeer hoog verder stroomafwaarts, vooral als het sulfaat betreft. Dit lijkt het gevolg te zijn van lokale bemesting met sulfaatrijke mest, die vaker gebruikt wordt op de paardenweides (Brabant Water, persoonlijke communicatie).



Figuur 4.15: N-mineraal en Ortho-P als mate voor nutriëntenbelasting.



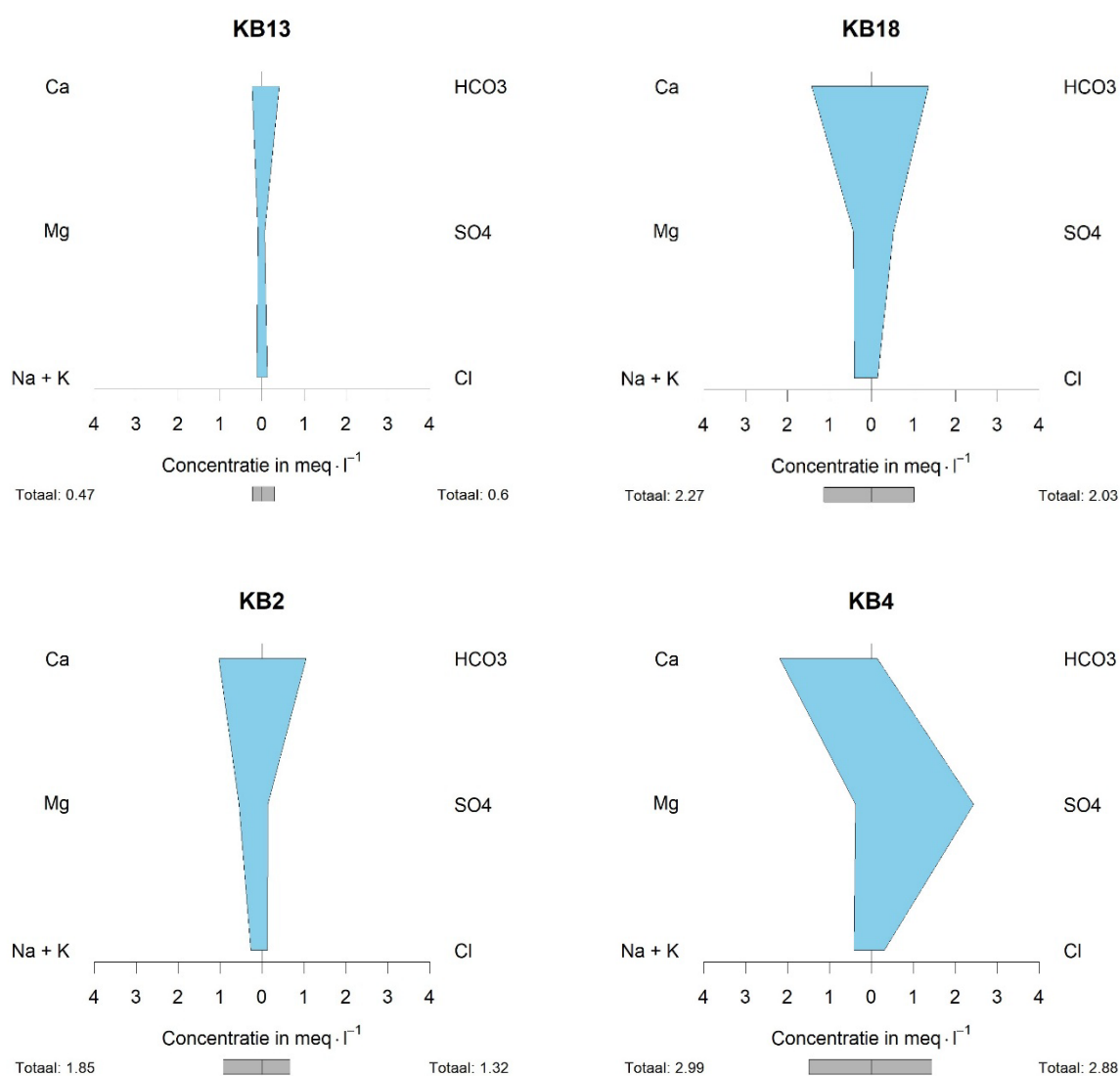
Figuur 4.16: IJzerconcentraties en EGV van de gemeenten watermonsters.



Figuur 4.17: Chloride en Sulfaat als mate van verontreiniging.

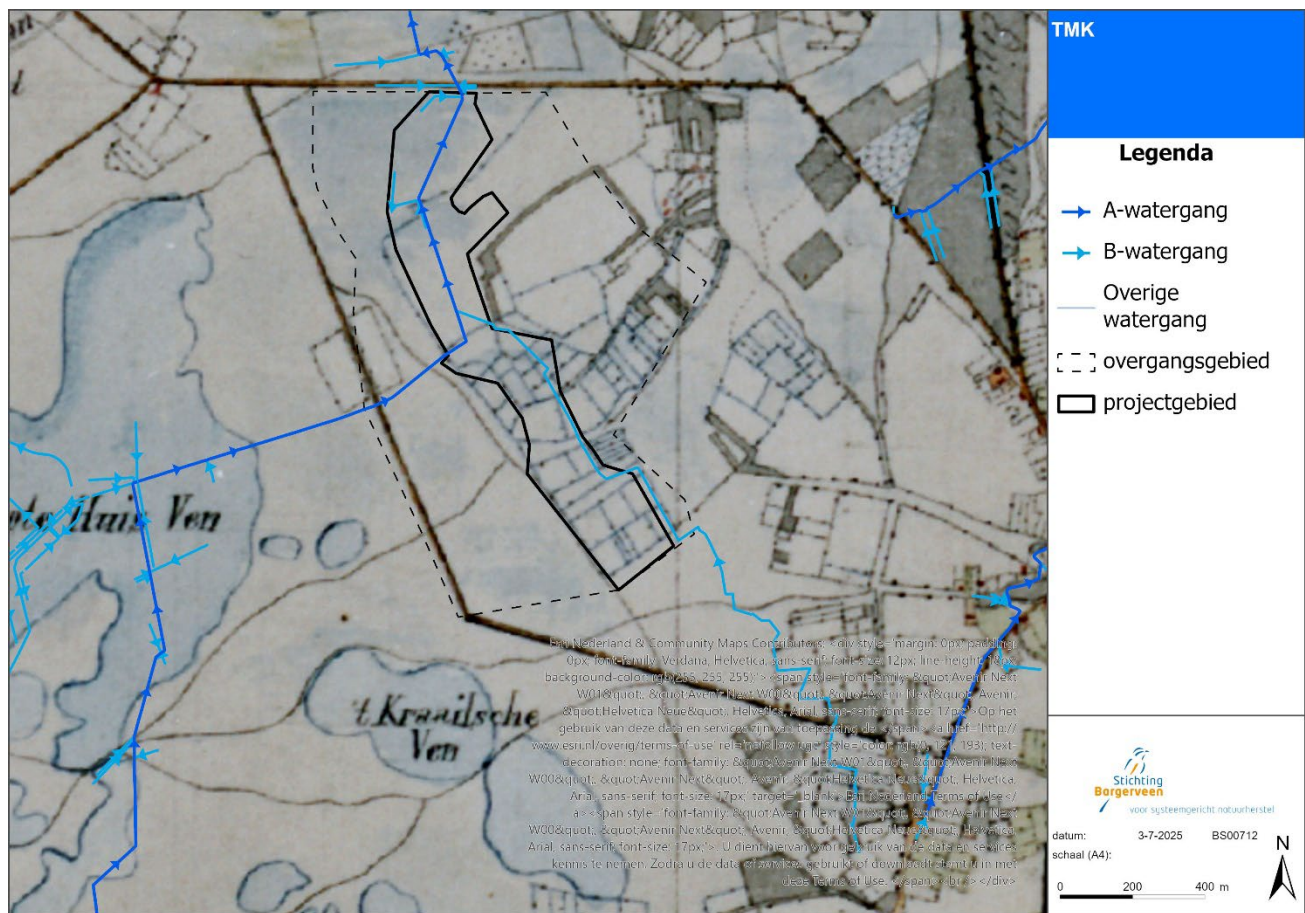
Interpretatie waterkwaliteit

In het dal van de Kleine Beekloop komt bovenstrooms van De Oeffels zeer zwakgebufferd, ijzerrijk en vrij schoon water voor (KB13, Figuur 4.18) bij de vennetjes. De Beekloop is geheel bovenstrooms in ieder geval in het voorjaar relatief sterk belast met stikstof en fosfaat. Richting De Oeffels neemt de hoeveelheid basen in het water toe (KB18) en verschillen ijzerconcentraties van plaats tot plaats sterk en zijn op plekken (zeer) hoog. Ook worden plaatselijk hoge concentraties van verschillende vervuiling indicators gevonden, waarschijnlijk samenhangend met lokale bemesting. Richting de omwalde laagte nemen de concentraties van bufferstoffen, ijzer, stikstof en fosfaat doorgaans af en wordt op veel plaatsen zwakgebufferd water gevonden. Richting de westflank is het water matig gebufferd (KB2). Ook hier heeft het water plaatselijk een sterk afwijkende kwaliteit (KB4) door bemestingsinvloeden.



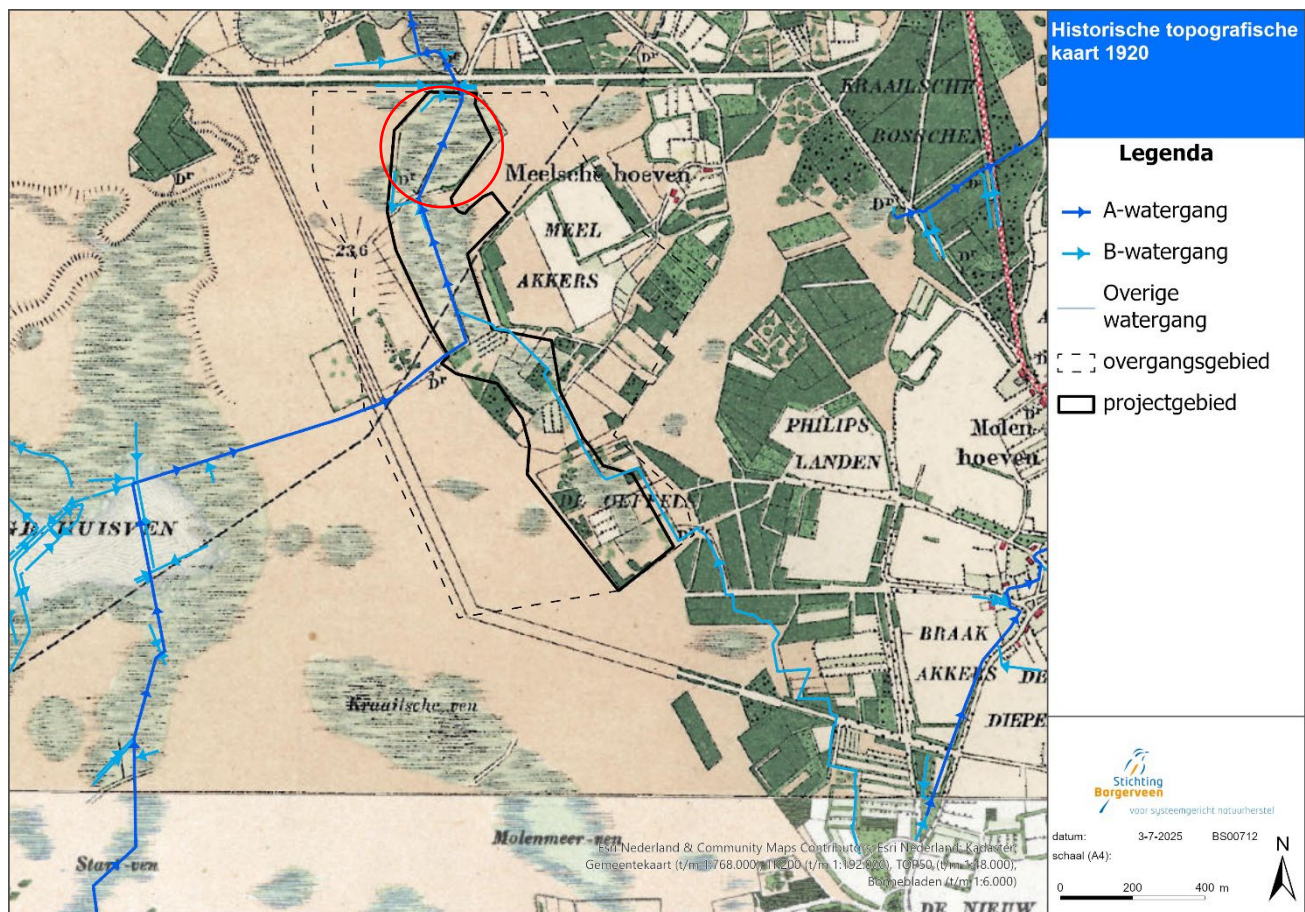
Figuur 4.18: Stiff-diagrammen waterkwaliteit Kleine Beekloop.

4.1.4 Een blik op het verleden

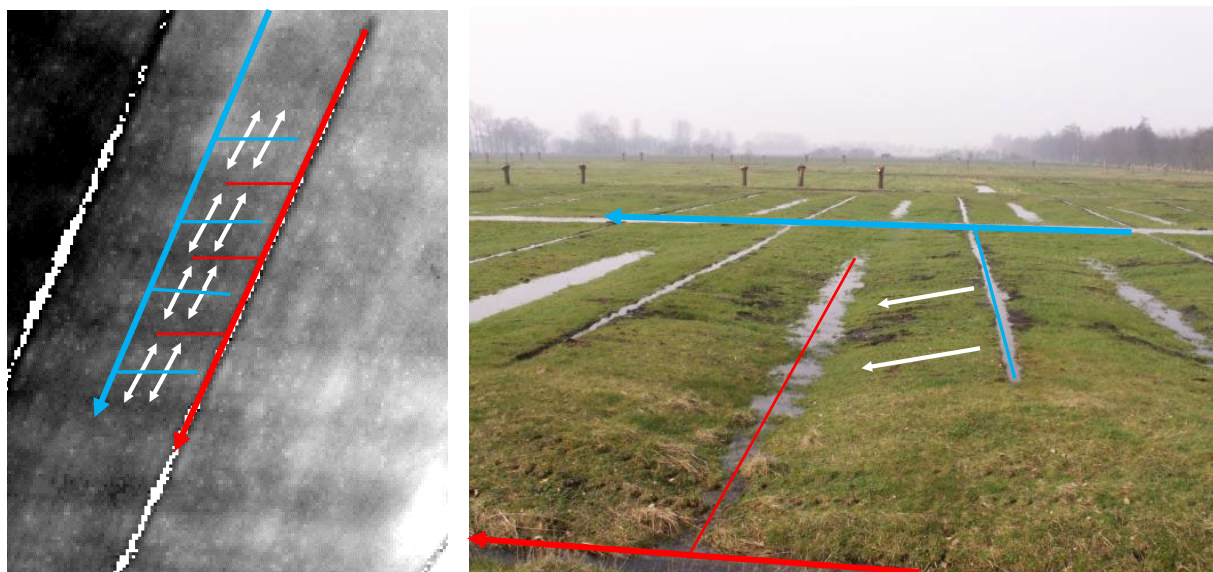


Figuur 4.19: TMK (1850).

Op de TMK uit 1850 (Figuur 4.19) is te zien dat het landschap rondom de Kleine Beekloop toentertijd erg nat was. Overal in het gebied lagen grote plassen en vennen, waarvan het 'Groote Huis Ven' het grootste was. Ook buiten de vennen kennen veel gebieden een lichte blauwe arcering, wat duidt op natte omstandigheden met waterstanden tot in maaiveld, zoals in natte heide of moerassen. De dekzandruggen om de vennen waren toen nog niet doorgraven met waterlopen. De Kleine Beekloop was wel al deels gegraven, waarschijnlijk om de kleine hooilanden bij De Oeffels en de Meelakkers van voldoende drooglegging te voorzien en stagerend zuur regenwater af te voeren waardoor basen- en ijzerrijke grondwater het maaiveld kon bereiken. Er lagen enkele kleine bosjes (donkergrijze vlakken) en houtwallen. Bewoning was schaars en bestond uit enkele huizen bij de Meelakkers. Opvallend zijn de geometrisch aangelegde wegen met meerdere parallelle greppels (mogelijk 15-16^e eeuwse 'waterlaeten', afwateringsstructuren (Rob Brinkhof, mooigijzenrooi.nl)) ten noordoosten en zuidwesten van het dal van de Kleine Beekloop.



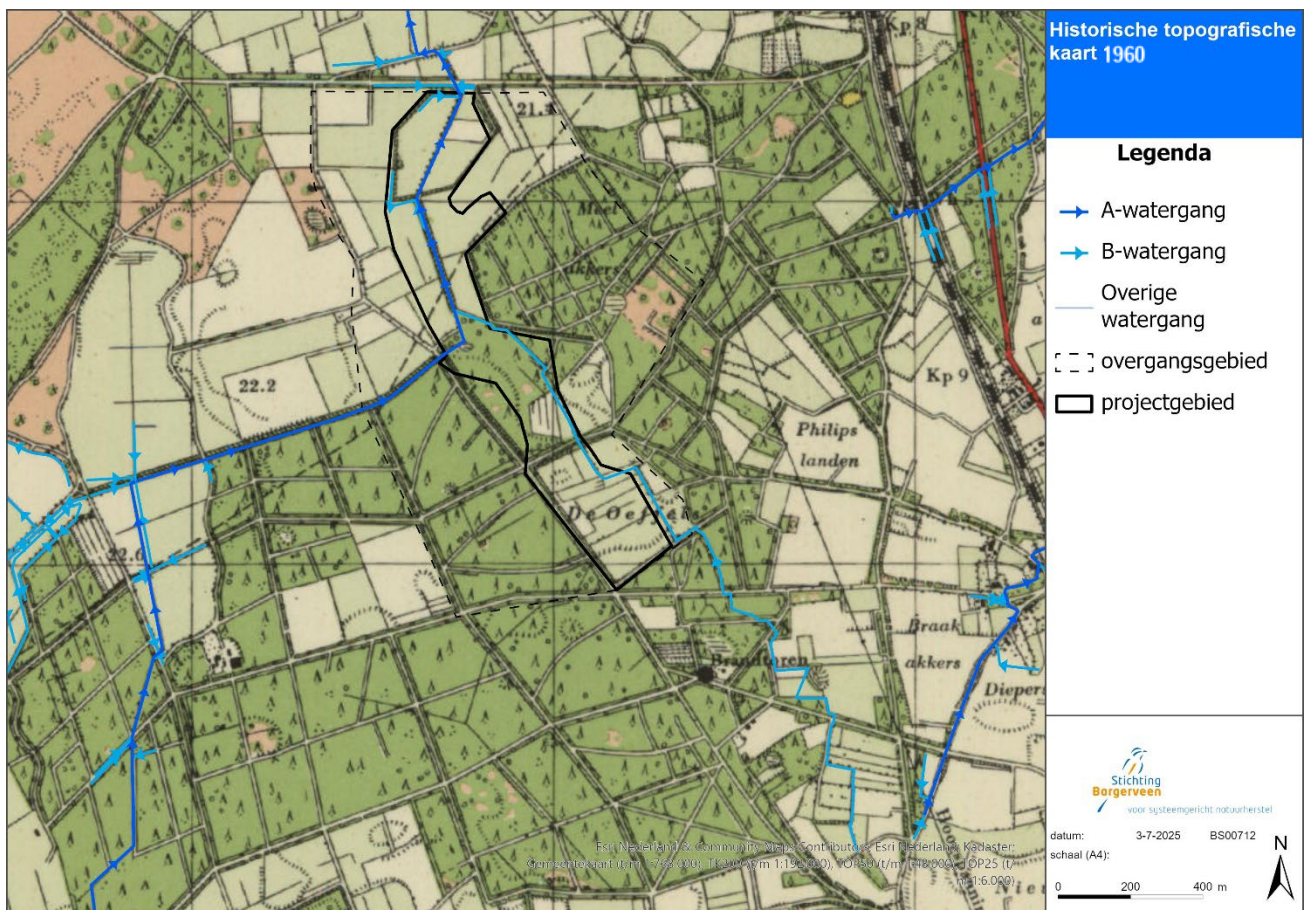
Figuur 4.20: Topografische kaart 1920 (topotijdreis.nl). Rood omlijnd de nu omwalde laagte waar destijds mogelijk een rugbevoeiing in is aangelegd.



Figuur 4.21: Rugbevoeiing in een uitsnede van de hoogtekart van de Kleine Beekloop (links). Een nog bestaand rugbevoeiingssysteem in de Vloeiweide bij Lommel (rechts). Blauw zijn aanvoersloten en rood de afvoersloten; witte pijlen geven de stromingsrichting van het water. Foto: Natuurpunt.

Rond 1920 (Figuur 4.20) is het gebied op hoofdlijnen weinig veranderd. Rondom de akkercomplexen in het oosten is de bebossing toegenomen. Ook in het dal is het gebied nog steeds vrijwel intact, en open, met moerassige laagtes en vennen en kleinschalige ontginningen in het dal van de Kleine Beekloop. De omwalde laagte (Figuur 4.20) net ten zuiden van de A67 is eind 19^e, begin 20^e eeuw mogelijk ingericht als een 'industriële' rugbevoeiing (Figuur 4.21, Baaijens, 2011). Hiervoor is de laagte vergraven tot een min of meer geometrische vorm, waarbinnen een stelsel van aanvoersloten, greppels en afvoersloten de percelen voorzag van oppervlaktewater met de nodige basen en voedingsstoffen. Op de hoogtekaart (Figuur 4.21) is dit fijnmazige greppelstelsel nog steeds herkenbaar. Indertijd moet het er hebben uitgezien zoals in Figuur 4.21. Ook is bekend dat de omwalde laagte halverwege de 20^e eeuw als visvijver is ingericht (Rob Brinkhof, mooigijzenrooi.nl). Beide inrichtingen zijn niet als zodanig herkenbaar op de getoonde historische topografische kaarten.

Na 1920 is er veel gebeurd in het gebied, wat voor het eerst goed zichtbaar is op de kaart van 1960 (Figuur 4.22). Dan is nagenoeg de gehele Grootte Heide ontgonnen tot bos- en landbouwgebied en zijn alle grotere vennen via watergangen doorheen de dekzandruggen aangetakt op de hoofdwaterlopen. De bovenloop van de Kleine Beekloop heeft dan de vorm van de huidige B-watergang gekregen. De kleinere vennen zijn in deze periode doorgaans dichtgegroeid en ook niet als open water op de kaart weergegeven. De moerassige delen van het dal van de Kleine Beekloop zijn in deze periode zo diep drooggelegd, dat nagenoeg het gehele dal gebruikt kon worden als grasland. Ook het Groot Huisven is drooggelegd en omgevormd tot grasland, met op de dekzandrug tussen het ven en de Kleine Beekloop akkers. Waar de landbouw zich aan de westzijde heeft uitgebreid, werden de Meelakkers juist bebost en verdween de bewoning. Buiten dat is er aan de inrichting van het landschap is sinds 1960 weinig veranderd; wel zijn vennen hersteld, is bos omgevormd en de landbouw geëxtensieerd.

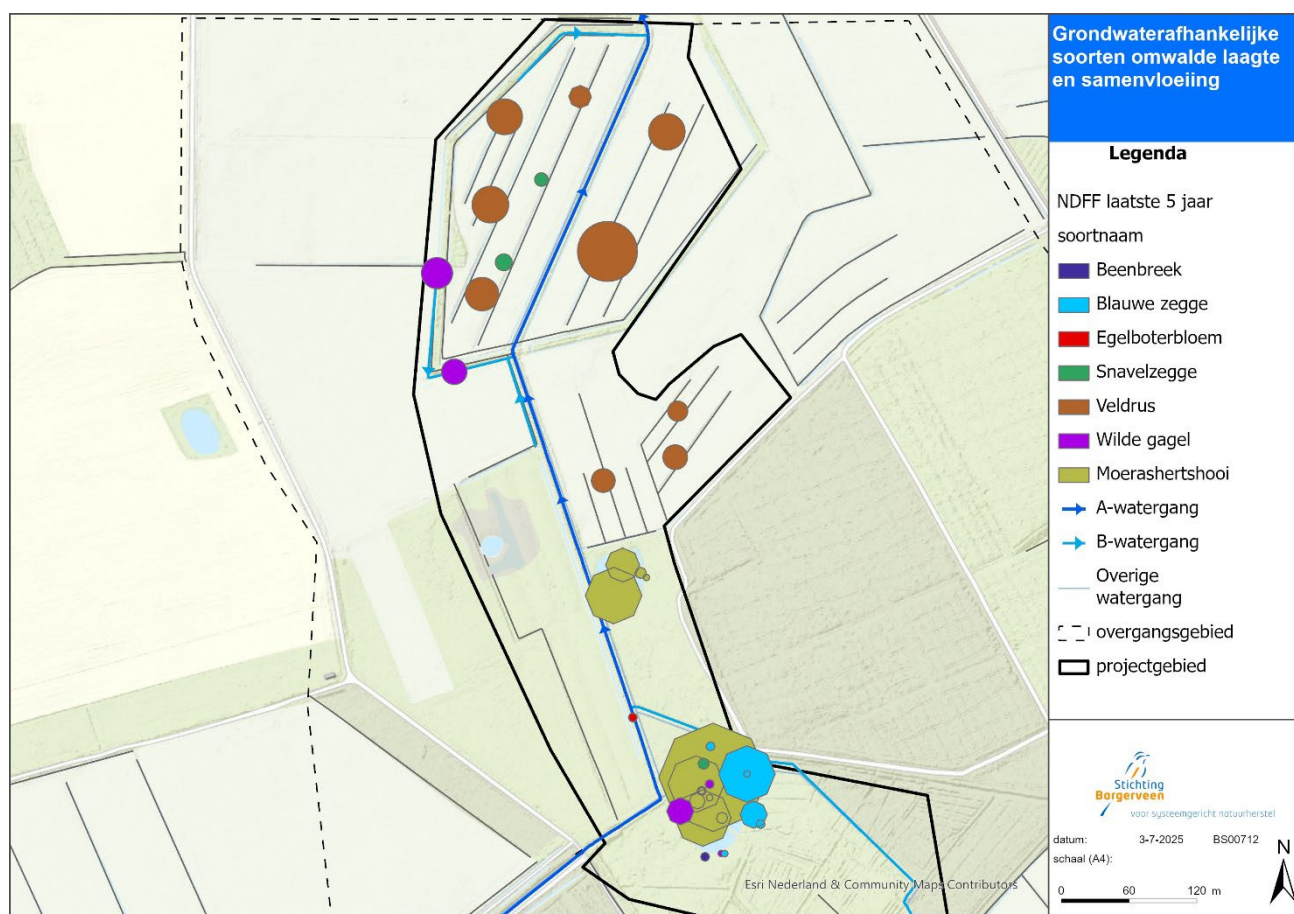


Figuur 4.22: Topografische kaart 1960 (topotijdreis.nl)

4.1.5 Historische en actuele vegetatie

Wat betreft de historische vegetatie is er niet veel specifiek van het gebied bekend. Wel springt het voorkomen van de tegenwoordig extreem zeldzame Veenmosorchis en Herfstschroeforchis in het oog, beide soorten van overgangen van basenrijke naar basenarmere omstandigheden (Possen et al., 2022), de eerste op natte standplaatsen, de tweede op droge tot vochtige.

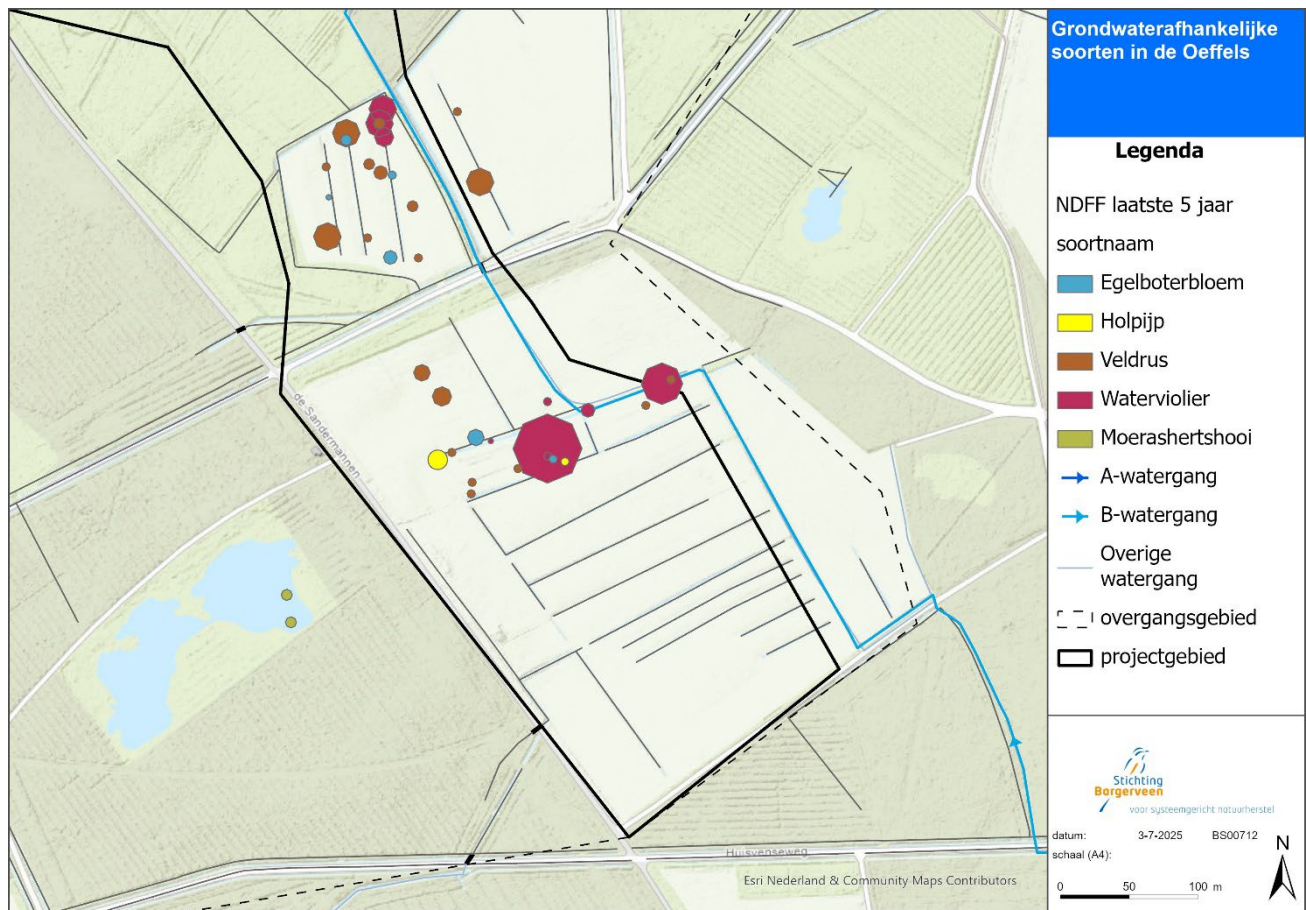
De huidige vegetatie in het dal van de Kleine Beekloop is slechts op enkele plaatsen nog redelijk ontwikkeld (Figuur 4.23, Figuur 4.24), meestal in en rondom de vennen. Hier indiceert de vegetatie allereerst een grondwaterregime van stagnerend regenwater en (zeer) zuur lokaal grondwater. Soorten die dit indiceren zijn o.a. Zwarte zegge, Ronde zonnedauw en Veenpluis. Deze delen gaan over in een zone waar oppervlakkige stroming van grondwater van belang is, wat blijkt uit het voorkomen van Wilde gagel, Beenbreek en Veldrus. Ten slotte komen er meerder soorten voor die kenmerkend zijn voor zeer zwak gebufferde (Snavelzegge, Wateraardbei en Waterdrieblad) en zwakgebufferde (Moerashertshooi) standplaatsen. Deze vennen zouden getypeerd kunnen worden als ionenrijke hoogveenvennen met een pH van 5,5 en een alkaliniteit van 0,1-0,5 mEq/l (Arts, 2000).



Figuur 4.23: NDFF en eigen waarnemingen soorten laatste 5 jaar voor de omwalde laagte en rondom de samenvloeiing van de twee takken van de Kleine Beekloop (NDFF, 2025)

Buiten de vennen komen enkele van deze soorten ook in de dalvormige laagte met de Kleine Beekloop voor. In de omwalde laagte groeien Veldrus, Snavelzegge en Wilde gagel, samen indicatief voor een laterale stroming van zuur tot zeer zwak zwakgebufferd grondwater. Bij De Oeffels groeit ook op veel plekken Veldrus samen met Egelboterbloem. Deze combinatie duidt hier ook op een laterale stroming van zwakgebufferd grondwater. Op de oevers van slootjes in de laagste delen van De Oeffels komen ook Waterviolier en heel lokaal Holpijp voor, deze indiceren de aanwezigheid van

iets ijzerrijker, sterker gebufferd (matig hard) en voedselrijker grondwater. In het ven dat bij de samenvloeiing van de twee takken ligt staan Wilde gagelen en Beenbreek, die ook hier lateraal beweeglijk zuur tot zeer zwak gebufferd grondwater aanduiden.



Figuur 4.24: NDFF en eigen waarnemingen soorten laatste 5 jaar voor De Oeffels (NDFF, 2025)

4.1.6 Synthese

4.1.6.1 Algemeen systeemfunctioneren

In het verleden was de Groote Heide een zeer nat gebied, met uitgestrekte hoogvenen en vennen. Door grootschalige ontwatering in de 19e eeuw en vooral in de eerste helft van de 20e eeuw – onder andere door het graven van honderden kilometers aan rabatten en het doorsnijden van dekzandruggen met watergangen – is het gebied grotendeels drooggelegd. Daarbij zijn vrijwel alle vennen verdwenen, waaronder het Groot Huisven, het grootste ven in het gebied én één van de grootste van Nederland. De oorsprong van de Kleine Beekloop bestond uit een reeks geïsoleerde vennen die lagen in een brede maar vlakke laagte met een belemmerde afvoer. Ten noorden van de Huisvenseweg gaat deze laagte over in een geïsoleerd, smal en dieper dal. Hier kwamen vroeger vegetaties voor die kenmerkend waren voor de overgang van basenarme en basenrijkere omstandigheden, getuige onder meer het toenmalige voorkomen van Veenmosorchis en Herfstschroeforchis. In de eerste helft van de 20e eeuw is het gebied gefaseerd ontgonnen, wat heeft geleid tot een afwisselend landschap van bos, grasland en enkele akkers. Het stroomgebied van de Kleine Beekloop is door het aantakken van diverse voorheen afvoerloze laagtes aanzienlijk vergroot.

De bodem bestaat tot op ongeveer 75 meter diepte uit zandige afzettingen. Op die diepte bevindt zich een slecht doorlatende kleilaag die het freatisch pakket scheidt van de diepere watervoerende lagen, waarin Brabant Water grondwater wint. Binnen de bovenste 75 meter is er sprake van één watervoerend pakket, met winterstijghoogten die het maaiveld bereiken in de laagste delen van het dal van de Kleine Beekloop. In de zomer daalt deze stijghoogte met ongeveer een meter. Onder de dekzandruggen bollen de grondwaterstanden in de winter op tot 20 à 21 meter +NAP, en vervlakken ze in de zomer naar ongeveer 19 tot 19,5 meter +NAP. Hierdoor treedt er in het dal een tijdelijke kwelsituatie op, die hieronder per deel van het dal verder wordt uitgewerkt.

De aanleg van het intensieve ontwateringsstelsel heeft ervoor gezorgd dat het dal van de Kleine Beekloop tegenwoordig grote delen van de Groote Heide draineert, zoals ook al is benoemd in Possen et al. (2022). In het gebied komen over grote oppervlakten bodems met een frequente afwisseling van zand- en leemlaagjes voor, de zogenoemde ‘spekkoek’ waardoor in grote delen van het gebied de verticale waterbeweging (de infiltratie) wordt belemmerd. Bijgevolg stroomt veel ondiep grondwater lateraal af, naar laagtes en watergangen. De Kleine Beekloop verzamelt al dat water en voert het onder de A67 door naar de Gijzenrooise Zegge.

In het dal van de Kleine Beekloop is de tegenwoordige gradiënt zeer gefragmenteerd en bestaat overwegend uit (zeer) zwak tot zwakgebufferde standplaatscondities, die grotendeels bepaald worden door lokale grondwatersystemen. Op locaties waar de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) lager is dan de stijghoogte van het freatisch pakket, treedt zeer waarschijnlijk periodieke toestroom op van dieper, matig tot sterk gebufferd grondwater, wat samengaat met het voorkomen van Holpijp en Waterviolier.

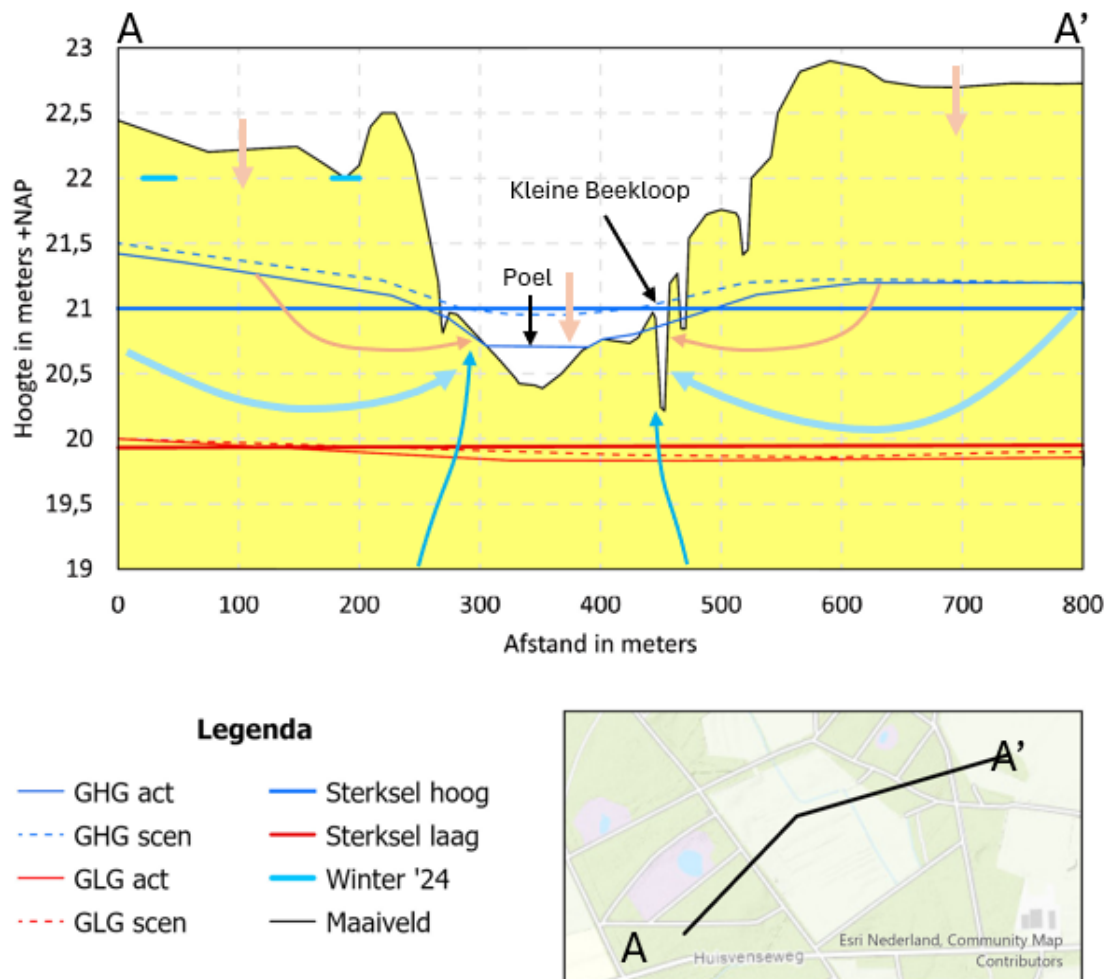
Een belangrijk knelpunt in het functioneren van het gebied is de intensieve drainage, d.w.z. veel en betrekkelijk diepe waterlopen op een verhoudingsgewijs klein oppervlak. Door dit intensieve ontwateringssysteem, ook in de kern van het beekdal, wordt grondwater zeer efficiënt gedraineerd. Greppels die parallel aan de hoogtelijnen lopen, zorgen ervoor dat het grondwater niet of slechts kortstondig het maaiveld bereikt en snel wordt afgevoerd. Ze onderbreken de van nature overheersende laterale waterbeweging. Deze greppels zijn aangesloten op de Kleine Beekloop, een eveneens gegraven waterloop, wat leidt tot een snelle afvoer van water uit het gebied en een forse drooglegging van dit van nature zeer natte gebied. Hierdoor wordt de gradiënt in stijghoogten tussen de lage en hoge terreindelen steiler waardoor de stijghoogten in omliggende dekzandruggen snel

dalen. De laterale watertoevoer, vooral die vanuit het westen, vermindert hierdoor snel. Vanuit het oosten verloopt dit proces plaatselijk trager vanwege de dikke onverzadigde zone die zich onder de Meelakkers bevindt. Het gevolg van dit alles is verdroging en verzuring: de invloed van grondwater manifesteert zich nog maar amper in de vegetatie, en dan vooral nog langs greppels en aan oevers van de overgebleven vennen. Het gevolg van het dempen van alle ontwatering zal zijn dat de duur dat hoge grondwaterstanden optreden zal toenemen, wat de ontwikkeling van aan zacht water gebonden (moeras)begroeiingen zoals veldrusschraallanden, blauwgraslanden en zure tot matig zure kleinezeggemoerassen zal bevorderen.

4.1.6.2 Systeemfunctioneren aan de hand van doorsneden

In onderstaande figuren worden drie doorsneden door het dal van de Kleine Beekloop getoond met het veronderstelde landschapsecologisch functioneren op die locaties: De Oeffels (Figuur 4.25), de samenvloeiing van de Kleine Beekloop met de watergang uit het Groot Huisven (Figuur 4.26) en de omwalde laagte (Figuur 4.27).

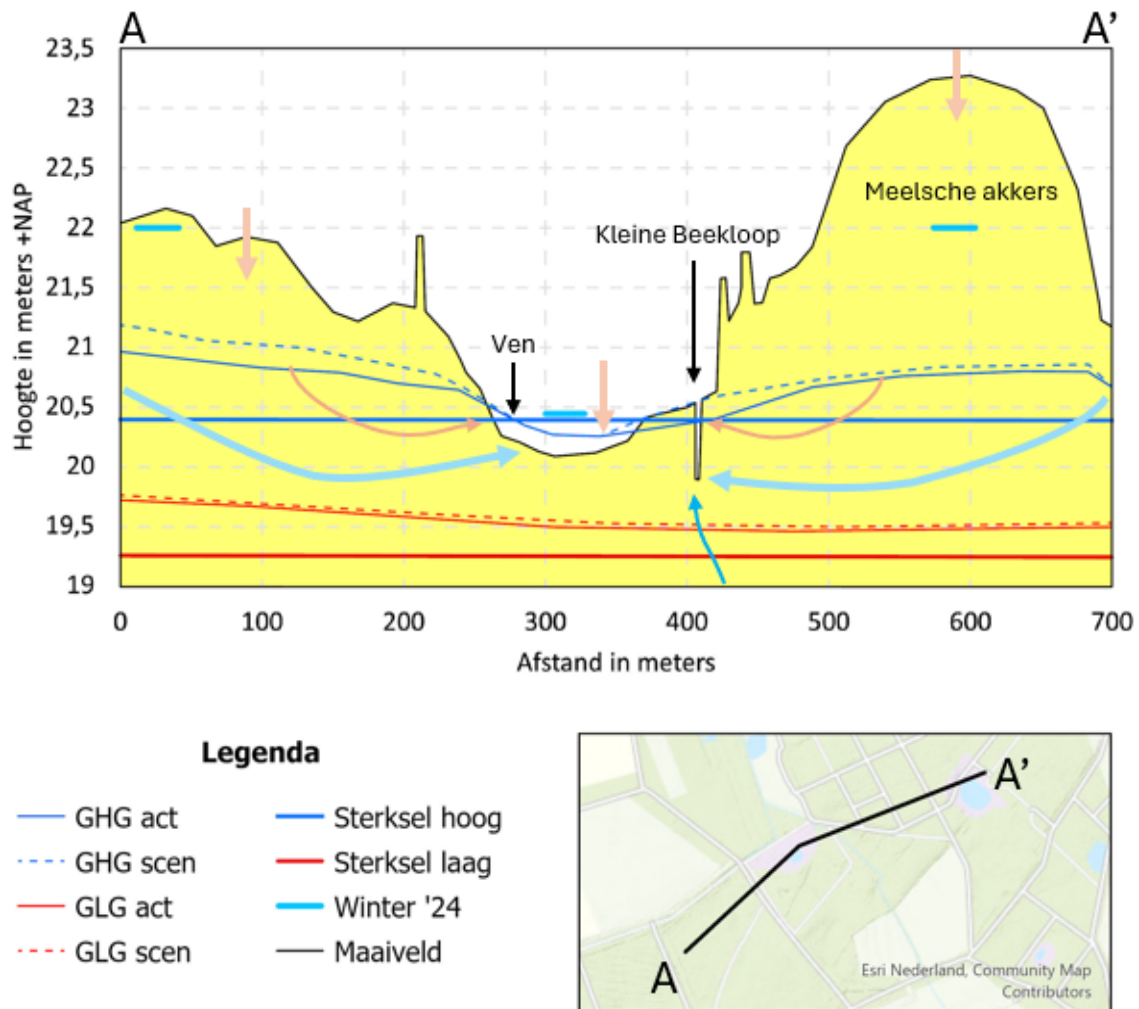
De eerste doorsnede (Figuur 4.25) betreft De Oeffels. De grondwaterstanden in de omliggende dekzandruggen bollen 0,5 tot 1 meter op boven het maaiveld in het dal. Dit leidt tot een grondwaterstroming naar het dal, die aan de flanken uittreedt als lokale kwel. In het westen (bij A) treedt in natte jaren een halve meter extra opbolling op vanwege de beperkte infiltratiecapaciteit door de spekkoeke. De stijghoogte van het grondwater ligt in het dal tot wel een halve meter boven maaiveld, wat er toe leidt dat de aanwezige poelen en de omliggende lagen delen van de graslanden een deel van het jaar gevoed kunnen worden met dieper grondwater. Dit zijn ook vrijwel de enige delen in het gebied waar Holpijp en Waterviolier op meerdere plekken voorkomen. Het bemonsterde grondwater kent hier dan ook een hogere buffering dan in veel andere delen van het gebied. In het zomerhalfjaar zakken zowel de stijghoogten als de grondwaterstanden uit tot meer dan een halve meter onder maaiveld. Ook in het scenario met volledige demping van alle ontwatering stijgt de GLG niet of nauwelijks, maar blijft een geringe overdruk van het diepe grondwater in stand. Daarom zal in dit deel van het dal geen veenvorming optreden. De ontwikkeling van zwak tot matig gebufferde, periodiek door basenrijker grondwater gevoede vegetaties, zoals blauwgraslanden of veldrusschraallanden, lijkt hier op basis van de het grondwaterregime wel mogelijk.



Figuur 4.25: Doorsnede ter hoogte van De Oeffels. Grondwaterstanden zijn overgenomen uit het grondwatermodel van Brabant Water, zowel voor de huidige situatie als voor het scenario waarin alle ontwatering op de Groote Heide wordt gedempt. De stijghoogtes Sterksel hoog (90% v.d. tijd onder deze lijn) en laag (10% v.d. tijd onder deze lijn) zijn overgenomen uit de peilbuizen in het gebied met filters in de bovenkant van de Formatie van Sterksel. Op basis van luchtfoto's en peilbuizen is tevens aangegeven wat de grondwaterstand was tijdens de extreem natte winter van 2024. Geleerde pijlen geven de invloed en stromingsrichting van regenwater (rood) en zwak (rood) tot matig (blauw) gebufferd grondwater aan.

De huidige afwezigheid van deze begroeiingen is het gevolg van de vrij sterke bemesting van de landbouwgronden, wat ook blijkt uit de waterkwaliteit, en de betrekkelijk korte duur van hoge grondwaterstanden. Ook ligt de Kleine Beekloop hier niet op het laagste deel van het dal, waardoor deze het grondwater dat vanuit het oosten toestroomt op een hog niveau in het landschap draineert. De opbolling aan de westzijde is dan ook hoger, ondanks de geringere hoogte van de dekzandrug. Door het hier graven van de poel is het deel waar in maaiveld kwel kan uittreden sterk verkleind.

De tweede doorsnede toont de gradiënt ter hoogte van de samenvloeiing van de Kliene Beeken de waterloop die afkomstig is uit het Groot Huisven (Figuur 4.26). De grondwaterstanden bollen aan de oost- en westzijde tot maximaal 1 meter boven maaiveld van het dal op. Dit leidt ook hier tot lokale grondwaterstroming naar het dal, die op de lage flanken zal uittreden. Ook hier toont zich de extra grote opbolling als gevolg van de extreem natte winter van '24. De grondwaterstanden in de flanken waren hierdoor nagenoeg een meter hoger dan de GHG.



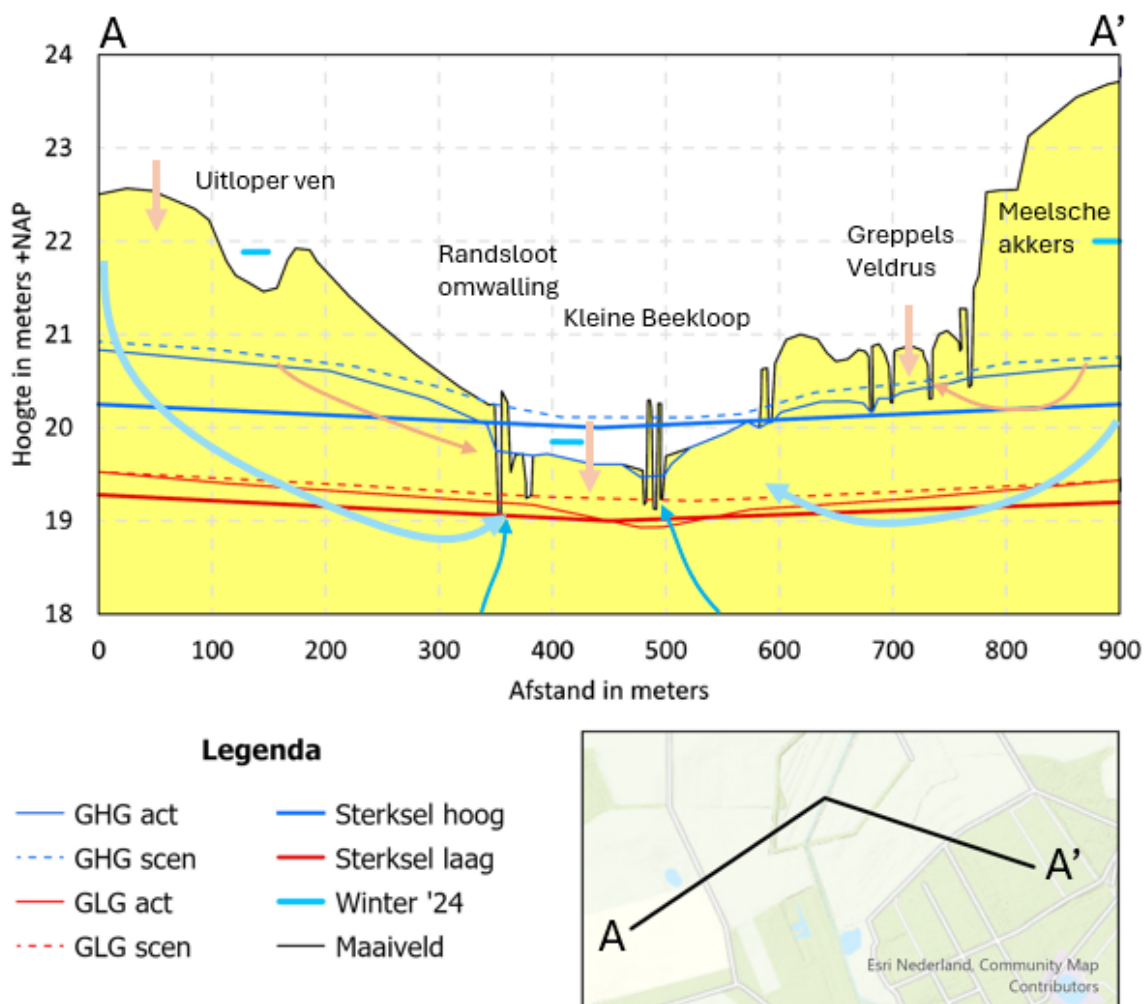
Figuur 4.26: Doorsnede ter hoogte van het ven in het beekdal. Grondwaterstanden zijn overgenomen uit het grondwatermodel van Brabant Water. Waarin onderscheid gemaakt wordt tussen de actuele situatie en het scenario waarin alle ontwatering op de Grootte Heide gedempt wordt. De stijghoogtes Sterksel hoog (90% v.d. tijd onder deze lijn) en laag (10% v.d. tijd onder deze lijn) zijn overgenomen uit peilbuizen in het gebied met filters in de bovenkant van de Formatie van Sterksel. Op basis van luchtfoto's en peilbuizen is ook op plaatsen aangegeven wat de grondwaterstand was tijdens de extreem natte winter van 2024. Geleerde peilen geven de stromingsrichting van ondiep (rood) en dieper (blauw) grondwater aan.

Wanneer het tracé van de Kleine Beekloop (dat dicht bij deze doorsnede door de dekzandrug bij A snijdt) wordt gedempt zal de GHG aan de westzijde een relatief grote stijging te zien geven (Figuur 4.26). De stijghoogte van het diepere rondwater ligt hier niet of nauwelijks boven de grondwaterstanden, waardoor kwel van dieper grondwater hier van weinig invloed zal zijn. De grondwaterkwaliteit en de vegetatie bevestigen dit beeld. Enkel de Kleine Beekloop, die hier aan de oostzijde van het dal ligt, kan periodiek dit water aantrekken. De zomergrondwaterstanden in het dal zijn ook in deze doorsnede iets meer dan een halve meter lager dan in de winter. Opvallend is dat ze

hoger blijven dan de stijghoogte van het diepere grondwater. Dat het ven niet vaak droogvalt suggereert dat de speekoek onder het ven de infiltratie naar het grondwater vertraagt. Dat is mede het gevolg van de slechts ondiep wegzakkende grondwaterstand onder het ven, wat de infiltratieintensiteit verder beperkt.

In dit gebied is de vegetatie beter ontwikkeld dan in de meeste andere delen van het dal. Wilde gael en Moerashertshooi zijn aspectbepalend, plaatselijk komt ook Beenbreek voor. De Kleine Beekloop beperkt aan de oostzijde van het dal echter het uittreden en oppervlakkig afstromen van lokaal grondwater.

De derde doorsnede (Figuur 4.27) loopt vanaf de Meelsche Akkers door de omwalde laagte en dan naar het westen. De grondwaterstanden aan oost- en westzijde bollen tot 1,5 boven het beekdal op. In de natte winter van '24 bedroeg de opbolling meer dan een meter extra, waardoor de



Figuur 4.27: Doorsnede ter hoogte van de omwalde laagte. Grondwaterstanden zijn overgenomen uit het grondwatermodel van Brabant Water. Waarin onderscheid gemaakt wordt tussen de actuele situatie en het scenario waarin alle ontwatering op de Groote Heide gedempt wordt. De stijghoogtes Sterksel hoog (90% v.d. tijd onder deze lijn) en laag (10% v.d. tijd onder deze lijn) zijn overgenomen uit peilbuizen in het gebied met filters in de bovenkant van de Formatie van Sterksel. Op basis van luchtfoto's en peilbuizen is ook op plaatsen aangegeven wat de grondwaterstand was tijdens de extreem natte winter van 2024. Gekleurde peilen geven de stromingsrichting van ondiep (rood) en dieper (blauw) grondwater aan.

grondwaterstand in de Meelsche akkers 2,5 meter hoger lag dan de dalbodem. Ook aan de westzijde stond het ven op de dekzandrug ver buiten zijn normale oevers.

Het lokale grondwater treedt uit aan de flanken van het dal. Ontwatering voorkomt dat het lokale grondwater ook daadwerkelijk het maaiveld bereikt; het wordt gedraineerd door de greppels en afgevoerd. Dit blijkt o.a. uit de aanwezigheid van Veldrus net boven de randsloot van de omwalling in het westen en in de greppels aan de voet van de Meelsche akkers.

De stijghoogte van het grondwater in de Formatie van Sterksel is binnen de omwalde laagte periodiek boven maaiveld, tot wel een meter boven de slootbodems. Dit maakt een toestroom van dieper grondwater in maaiveld hier in potentie mogelijk. Dit gebeurt echter niet doordat de randsloot van de omwalling en de Kleine Beekloop dit grondwater nagenoeg jaar rond dit water draineren. Het grondwater lijkt met name aan de zuidwestzijde van de laagte iets sterker gebufferd, maar soorten van dit milieu komen niet voor.

De grondwaterstanden zakken in de omwalde laagte tot ongeveer een halve meter weg in de zomer. Uit het scenario waarin alle watergangen worden gedempt blijkt dat de GLG stijgt met naar verwachting 20-30 centimeter. De grondwaterstand zal dan nog maar enkele decimeters onder maaiveld wegzakken. Veenvorming behoort hier dan wellicht tot de mogelijkheden, aangezien de grondwaterstanden gedurende een groot deel van het jaar aan of boven maaiveld zullen staan en 's zomers slechts enkele decimeters zullen wegzakken.

Het huidige ontbreken van veenvormende vegetaties is niet alleen het gevolg van een ongeschikt grondwaterregime, maar ook aan het landbouwkundige gebruik (beweiding) die gepaard gaat met periodieke bemesting. De intensieve ontwatering (greppels op de flanken, sloten en Kleine Bweekloop in de kern) zorgt ervoor dat er, buiten Veldrus en zeldzaam Wilde Gagel en Snavelzegge, nauwelijks grondwaterafhankelijke soorten voorkomen.

4.1.7 Kansen- en knelpuntenanalyse

4.1.7.1 Kansen

- Doordat het (inzijs)gebied bijna integraal eigendom is van Brabant Water is herstel tot in de bron mogelijk en ontstaat een semi-natuurlijke bovenloop in een bos- en heidelandschap zonder sterke landbouwinvloed.
- Er is geen/nauwelijks bebouwing en intensieve landbouw aanwezig in het gebied, wat integraal herstel zonder natschade mogelijk maakt.
- Dat de landbouw hier altijd relatief extensief is geweest zorgt er waarschijnlijk voor dat er geen grote hoeveelheden meststoffen (met name fosfaat) in de bodems aanwezig zijn die herstel van de vegetatie sterk kunnen beperken. Het ijzerrijke grondwater kan bij vernatting vrijkomend fosfaat binden.
- De aanwezige spekkeuk in het gebied zorgt ervoor dat de infiltratie bij wegzakkende grondwaterstanden beperkt is en het aan maaiveld langer nat kan blijven.
- Bij herstel van het Groot Huisven zal de westelijk gelegen dekzandrug minder snel 'leeglopen' en is voor een langere periode een kwelsituatie vanuit de westzijde te verwachten.
- Bij hydrologisch herstel in het gebied wordt met name in de omwalde laagte veenvorming opnieuw mogelijk met riet- en zeggemoerassen op de laagste delen die door aan zacht water gebonden (moeras)begroeiingen (zure tot matig zure kleinezeggemoerassen) omzoomd worden.
- In de rest van het dal kunnen op vrij grote schaal periodiek door grondwater beïnvloede vegetaties als veldrusschraalland en plaatselijk blauwgrasland ontwikkeld worden. Op

laaggelegen delen waar spekkoeck de infiltratie sterk beperkt is wellicht ook hier plaatselijk veenvorming mogelijk.

4.1.7.2 Knelpunten

- In de huidige situatie belemmeren greppels en sloten het uittreden van grondwater aan maaiveld, waardoor grondwaterafhankelijke soorten nauwelijks aan maaiveld voorkomen.
- Veenvorming is slechts beperkt mogelijk doordat de stijghoogte van het diepere grondwater en daarmee de grondwaterstanden op grote delen te ver wegzakken. De Kleine Dommel en Tongelreep, die de regionale drainagebasis vormen, zijn hier waarschijnlijk sturend in.
- In de huidige situatie is er op veel plaatsen een bemestingsinvloed aanwezig. Bij herstel van deze van nature zeer voedselarme systemen is het omvormen van alle landbouw in het inrijgebied noodzakelijk voor een goede vegetatieontwikkeling.
- In de periodiek of weinig door grondwater beïnvloede delen kunnen nutriënten in de toplaag, die hier na hydrologisch herstel in mindere mate door het grondwater uitspoelen, de vegetatieontwikkeling richting veldrusschraalland/heischraal grasland beperken.

4.1.8 Herstelstrategie

Het herstel van het dal van de Kleine Beekloop is gericht op het creëren van een natuurlijke oorsprong en bovenloop van een beekstelsel, waarin op grote schaal grondwaterafhankelijke vegetaties voorkomen en lokaal sprake kan zijn van veenvorming dan wel van veenvormende begroeiingen. Dit wordt bereikt door het ongedaan maken van diverse menselijke ingrepen in het natuurlijk hydrologisch systeem. Om het grondwaterregime te herstellen is het belangrijk dat alle gegraven waterlopen (greppels, sloten en de Kleine Beekloop zelf) gedempt worden opdat het grondwaterpeil maximaal kan stijgen (tot GHG en GLG scen).

's Winters zal hierdoor in het gehele dal het grondwater het maaiveld bereiken, met langdurige inundaties in de laagste delen. Op de lage flanken zal dan in een brede zone weer lokaal grondwater uittreden met op enkele plekken ook kwel van matig en mogelijk sterk gebufferd (dieper) grondwater. Dit zorgt ervoor dat de verzuring van de toplaag van de bodem in het dal teruggedrongen wordt en er op grote schaal zwakgebufferde standplaatsen ontstaan. De omwalde laagte zal in zijn geheel inunderen en enkele decimeters onder water komen te staan in het winterhalfjaar, wat hier tot de ontwikkeling van riet- en zeggemoeras vanuit grasland zal leiden of wanneer niet wordt beheerd tot wilgenstruwelen.

In het zomerhalfjaar zakt de grondwaterstand door neerslagtekort en een daling van de regionale stijghoogte uit tot iets meer dan een halve meter beneden het maaiveld van het dal. Slecht doorlatende (leem)laagjes kunnen dit proces aanzienlijk vertragen, waardoor dit mogelijk alleen in droge tot zeer droge jaren gebeurt. Bij dit grondwaterregime kunnen hier bij uitvoering van het juiste verschrallingsbeheer veldrusschraallanden en blauwgraslanden tot de ontwikkeling komen, met op de zuurste, langst overstroomde delen waarschijnlijk kleinezeggemoerassen. De omwalde laagte is de enige plaats waar het grondwaterregime over grotere oppervlakten voldoende stabiel wordt voor de terugkeer van veenvormende begroeiingen.

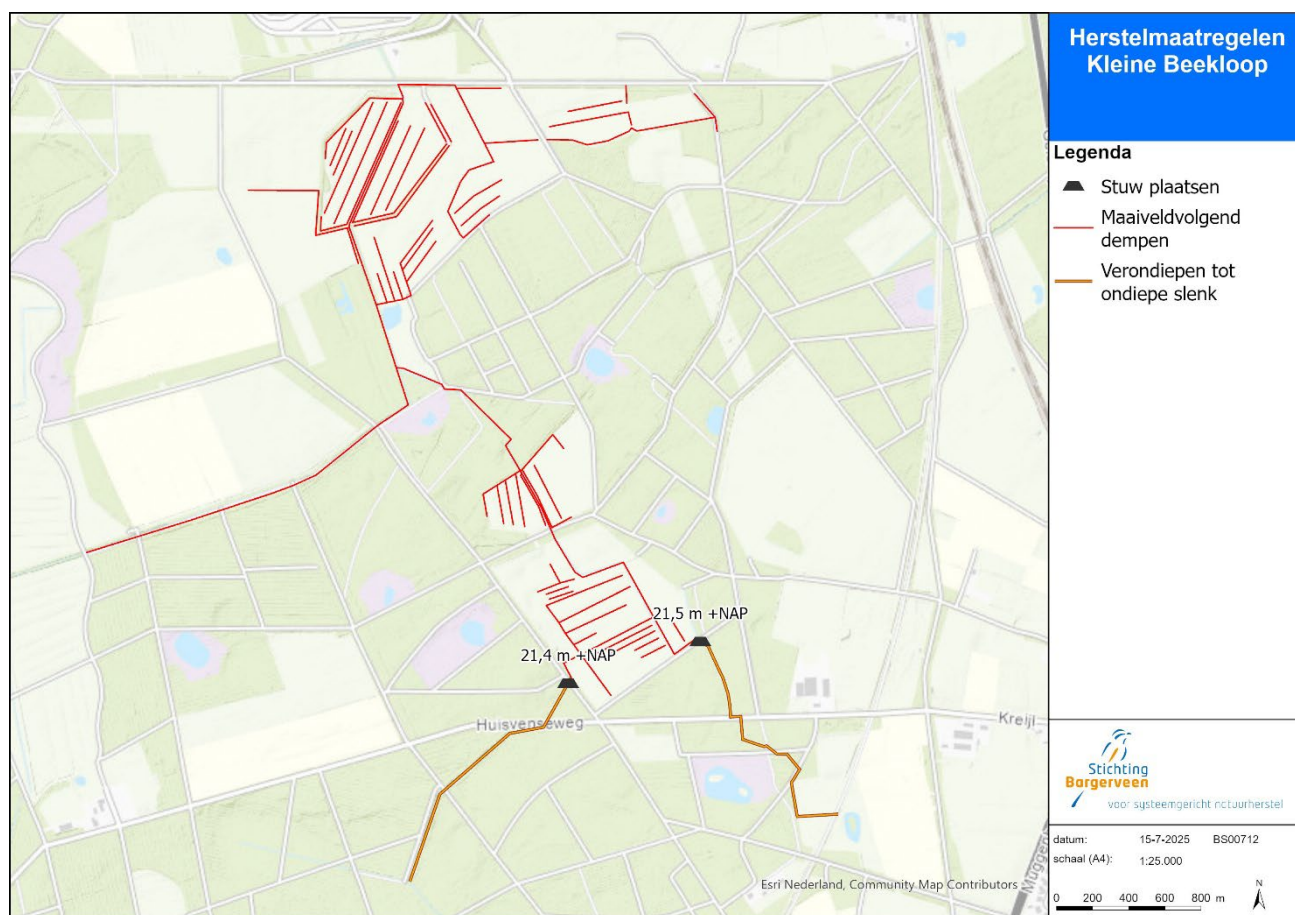
De grondwaterkwaliteit is op dit moment niet overal op orde en kan met name verbeterd worden door het stoppen van de bemesting op de graslanden in het gehele dal van de Kleine Beekloop. Ook de meest bovenstrooms gelegen akkers zijn hierbij belangrijk; de mest die daar wordt toegediend loopt via de bovenloop naar het dal. Bij het dempen van de gehele beekloop kan in de ontwatering van deze akkers mogelijk worden voorzien door ze aan te sluiten op andere sloten die naar de Kleine

Dommel afwateren. Idealiter worden de akkers uit productie genomen waardoor het meest bovenstroomse water geen vervuilsbron meer kan zijn voor de rest van het systeem.

Deze maatregelen samen zullen leiden tot het herstel van het natuurlijk functionerend hydrologisch systeem. Door zo ver bovenstrooms in het landschap in te grijpen, verbetert de waterkwaliteit van de Kleine Beekloop stroomafwaarts, wat natuurherstel benedenstrooms in bijvoorbeeld de Gijzenrooise Zegge vergemakkelijkt. Dat gebied is tevens een belangrijk kwelgebied voor het grondwater dat in de Groote Heide is geïnfiltreerd. Hierdoor draagt hydrologisch herstel in het dal van de Kleine Beekloop ook bij aan veenbehoud en mogelijk nieuwe veenvorming daar. Berekeningen van Brabant Water laten zien dat ook de Urkhovense Zeggen kwel ontvangen vanuit de Groote Heide, waardoor hydrologisch herstel op de Groote Heide ook kan bijdragen aan het verbeteren van de waterhuishouding in de Urkhovense Zeggen. Dit maakt het gehele landschap hydrologisch robuuster.

4.1.9 Herstelmaatregelen

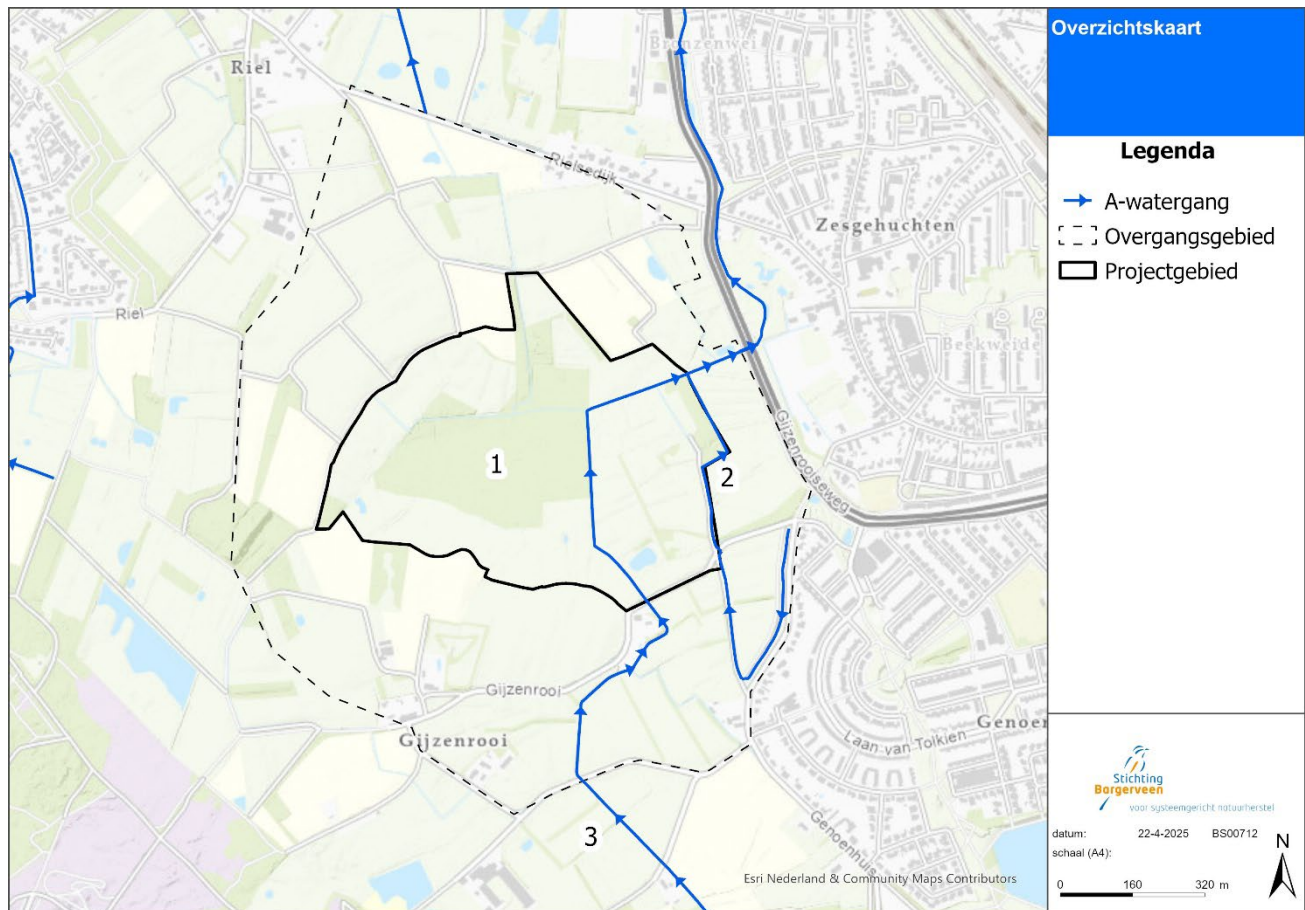
Om tot systeemherstel te komen zijn binnen het project 'Drinkwaterlandschap Groote Heide' op grote schaal hydrologische en ecologische herstelmaatregelen voorzien. Alle drainage in het Groot Huisven en de Kleine Beekloop zal worden verwijderd opdat het watersysteem weer natuurlijk gaat functioneren. In Figuur 4.28 staat de te dempen ontwatering in het dal van de Kleine Beekloop. Vanuit het zuiden takken twee gegraven waterlopen aan die verantwoordelijk zijn voor de ontwatering van laaggelegen landbouw- of bosgebieden. Wanneer deze functies behouden moeten worden is volledige demping van deze watergangen (vooralsnog) niet mogelijk. Door deze waterlopen bij binnenkomst van De Oeffels te stuwen tot 21,4 en 21,5 meter +NAP wordt enige ontwatering van bovenstrooms gelegen gebieden gewaarborgd, terwijl het grondwater in De Oeffels (21,0 – 21,5 m +NAP) niet wordt gedraineerd tot beneden maaiveld. Zo wordt in De Oeffels zo weinig mogelijk uittredend grondwater gedraineerd en afgevoerd.



Figuur 4.28: Kaart met herstelmaatregelen.

4.2 Gijzenrooise Zegge

4.2.1 Gebiedsbeschrijving

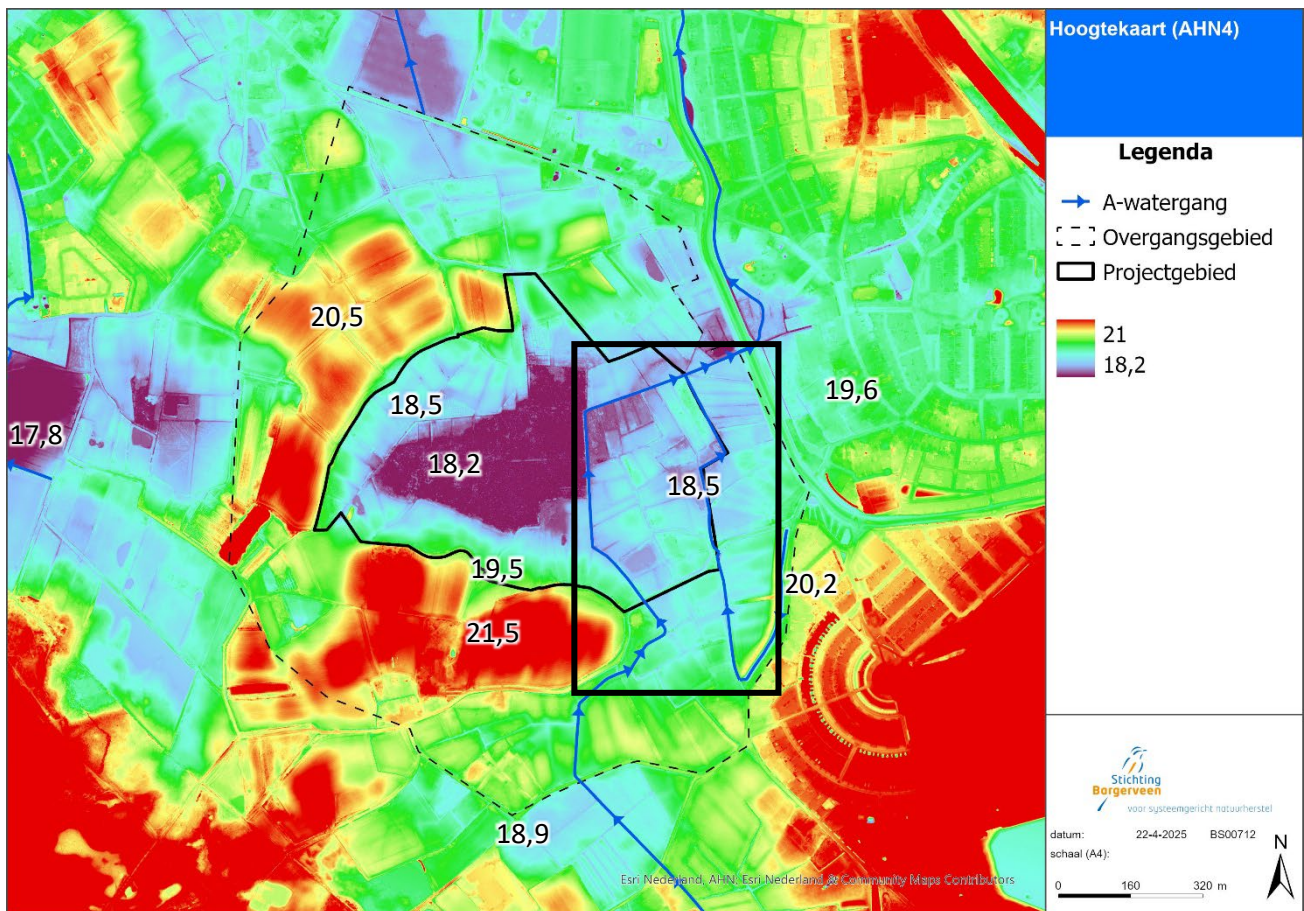


Figuur 4.29: Overzichtskaat Gijzenrooise Zegge met 1) Centrale venige laagte, 2) Oostelijke doorsneden laagte, 3) zuidelijke laagte doorsneden door Kleine Beekloop.

De Gijzenrooise Zegge ligt ingeklemd tussen Geldrop, Eindhoven en de Groote Heide. In het verleden waren er plannen het gebied te bebouwen, maar na weerstand is besloten het als groene buffer tussen Geldrop en Eindhoven te bewaren. Het ca. 115 hectare grote gebied is toen ingericht als landschapsreservaat en in grotendeels eigendom gekomen van het Brabants Landschap. Kenmerkend is het kleinschalige cultuurlandschap waarin geen ruilverkaveling heeft plaatsgevonden. De kern is van nature een (grotendeels) afvoerloze laagte, waarin zich in het verleden in delen alkalisch laagveen met soorten als Parnassia en Slank wollegras gevormd heeft (Possen et al., 2022). Het veen is op kleinschalige wijze (klotputten) deels verveend. Het klotten betekent dat er brandbaar veen te winnen was en dus dat er veenmosrijk veen voorgekomen moet zijn. Tegenwoordig wordt de laagte door de Kleine Beekloop (A-watergang) ontwaterd. Deze ontspringt op de Groote Heide en loopt via de Gijzenrooise Zegge langs Geldrop richting de Kleine Dommel, waar ze ter hoogte van het Eindhovens kanaal bij het Hulsterbroek in uitmondt. Om de venige kern heen liggen vochtige graslanden en bolle akkers waarop tegenwoordig biologische landbouw wordt bedreven. In het gebied liggen meerdere (kleinere) laagtes (zie bijvoorbeeld 2 en 3 Figuur 4.29), deze worden alle door een waterloop ontwaterd.

4.2.2 Landschapsofbouw

4.2.2.1 Bodem en reliëf



Figuur 4.30: AHN4 van Gijzenrooise Zegge (PDOK) met in zwart de belangrijkste waterlopen met aangeduide stromingsrichting. Rechthoekige kader geeft begrenzing aan Figuur 4.31 aan. Belangrijke maaiveldhoogten zijn in meters +NAP aangegeven.

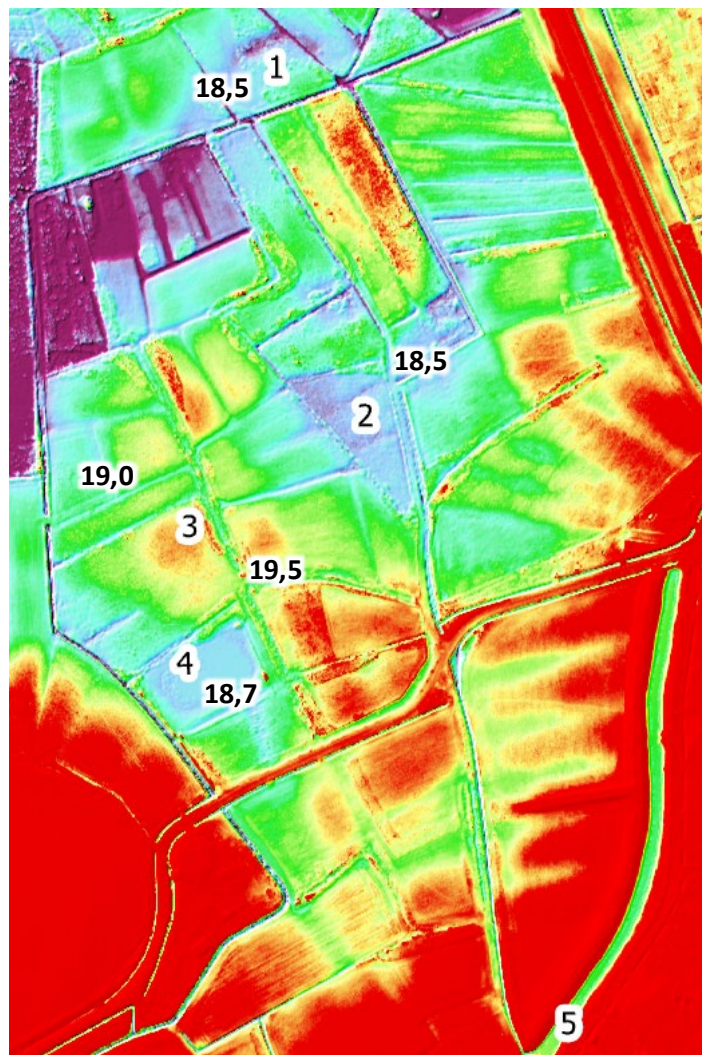
In het gehele gebied bevinden zich dekzanden van de Formatie van Bortel aan de oppervlakte. Vrij dicht onder het oppervlak bevindt zich rond de Gijzenrooise Zegge ook een uitloper van de Brabantse Leem, die hier fijnzandig is (Geotop v1.6, dinoloket.nl). De Brabantse Leem ontbreekt verder naar het westen, zuiden en oosten. Het terrein is vrij glooiend, met meerdere afvoerloze laagtes die door bolle akkers worden omringd.

De afvoerloze laagte van de Gijzenrooise Zegge zelf bestaat uit een vlieveengrond op zand met een huidig maaiveld van ca. 18,20 m +NAP (Figuur 4.30). De laagte is van nature vrijwel geheel afvoerloos omdat de directe omgeving overal hoger is dan de laagte. De verdere omgeving westelijk en noordelijk ligt echter weer lager dan de directe omgeving. Dit betekent dat waterafvoer vanuit de laagte pas kan optreden wanneer het waterpeil in de laagte hoger is dan het laagste punt in de hogere rand. Dat laagste punt kan worden beschouwd als de drempel van de laagte.

De laagte wordt omringd door veldpodzolen en lage enkeerdgronden op de flank. Hierna volgt aan de zuid, west en noordzijde een hoogtesprong van 1 meter, waarna de hoge zwarte enkeerdgronden van leemarm en zwak lemig fijn zand verder oplopen. Oostelijk van het veengebied ontbreken een hoogtesprong en duidelijke bolle akkers. Hier loopt het maaiveld gestaag op in de richting van de wijken Zesgehuchten en Genoenhuis (de randen van deze wijken liggen op respectievelijk 19,6 en 20,2 m +NAP) (zie Figuur 4.30).

In de buurt liggen nog enkele grotere laagtes met gooreerdgronden. Deze laagtes liggen een kilometer westelijk en 700 meter zuidelijk van de Gijzenrooise Zegge mm (zie resp. nummer 1 en 2 Figuur 4.30). Naast enkeerdgronden bevinden zich op deze flanken veldpodzolen van lemig tot leemarm fijn zand.

Met name de zuidoostflank tussen de centrale venige laagte en de wijk Genoenhuis kent veel kleinschalig reliëf, wat vanwege zijn hydrologisch belang (zie volgende paragrafen) hier nader wordt besproken (Figuur 4.31). In dit gebied lijkt zich bij 1 de natuurlijke overloop van de venige laagte te bevinden. Bij 2 en 4 liggen laagtes in de flank. Deze worden gescheiden door een zandige rug (3) die zich het gebied in uitstrekt. Veel percelen zijn opgehoogd, de bolle vormen in de percelen hoger op de helling laten zien wat de historische perceelscheidingen waren. Bij 5 is de Wadi die tegen de wijk Genoenhuis aanligt te zien, deze is uitgegraven tot 18,6 m +NAP.

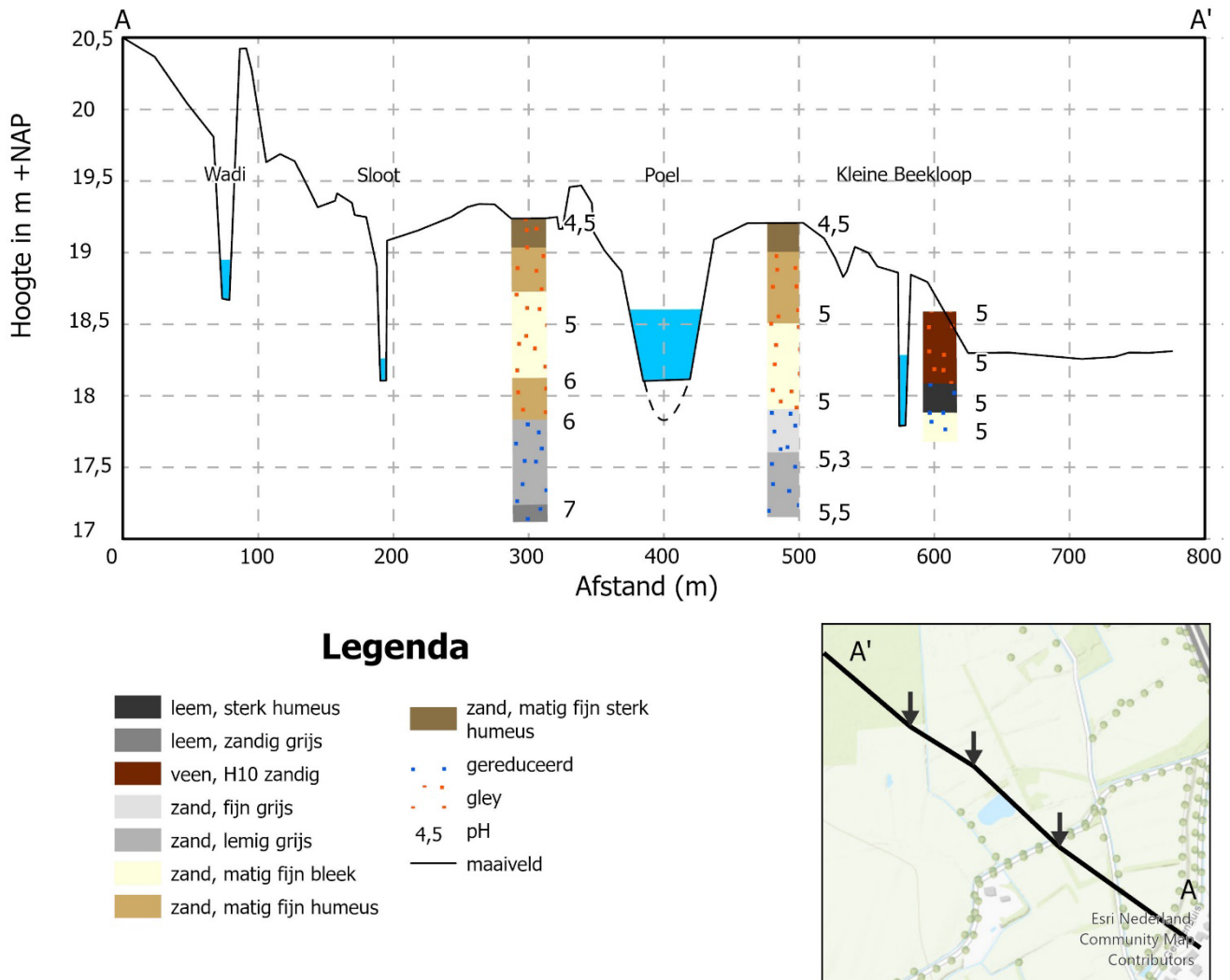


Figuur 4.31: Detailuitsnede AHN4 met 1) Natuurlijke overloop afvoerloze laagte, 2) Oostelijke doorsnede laagte, 3) Zandrug, 4) Erosiedalletje, 5) Uitgegraven Wadi. Belangrijke maaiveldhoogten zijn in m +NAP aangegeven.

4.2.2.2 Bodemkundig-hydrologische doorsnedes

Om de bodemopbouw in het gebied beter inzichtelijk te maken is er op een aantal plaatsen geboord en is de bodem pH bepaald met pH strips. De resultaten hiervan staan beschreven in onderstaande doorsnedes.

Doorsnede 1

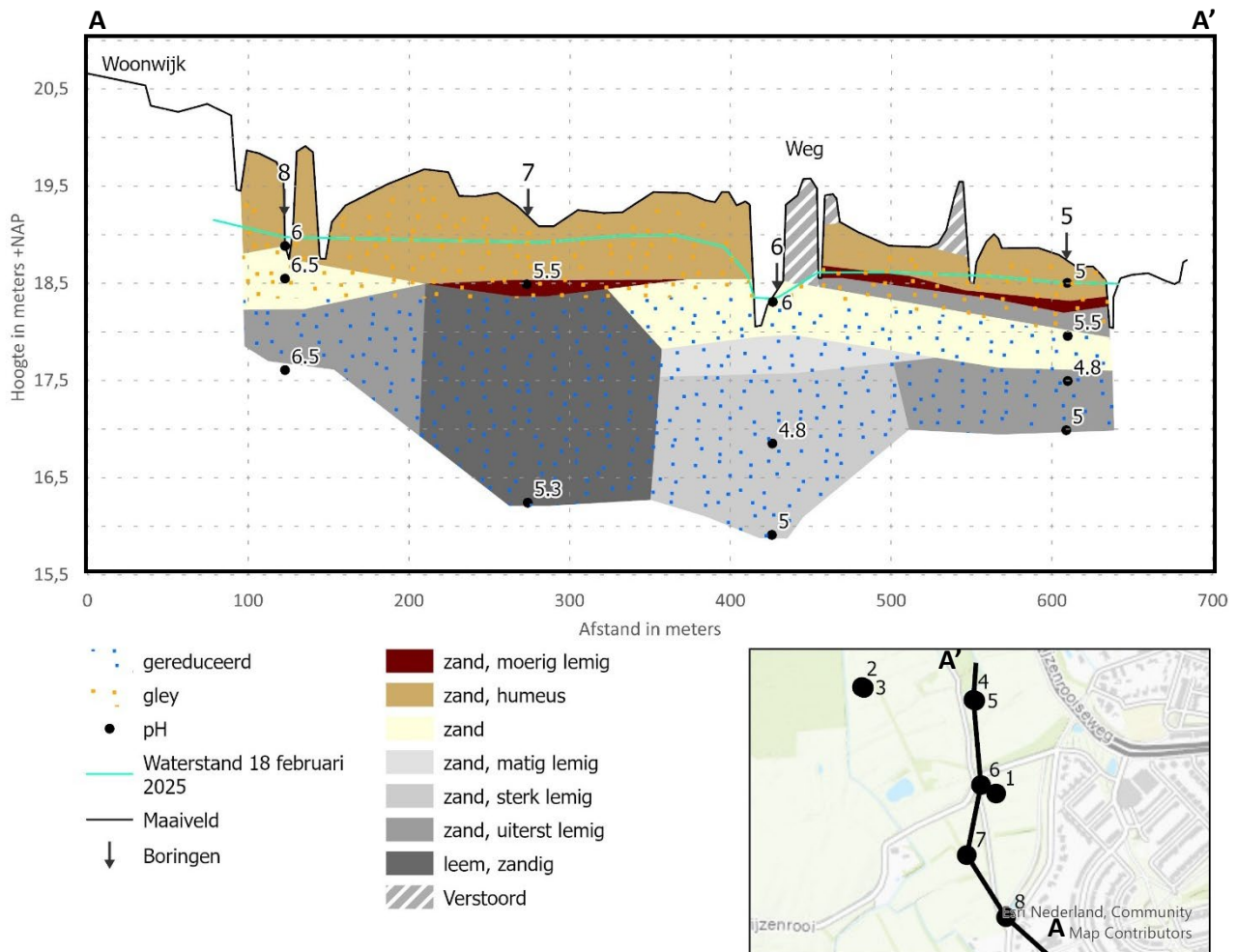


Figuur 4.32: Bodemkundig-hydrologische doorsnede op basis van 3 boringen en gegevens uit AHN4. Peilen van sloten zijn op basis van bekende opstuwings ingetekend, peil van de poel is overgenomen uit AHN4 en gaat om een wintersituatie. Bodemdiepte poel onbekend, bodemdiepte sloten uit legger Waterschap Dommel. pH gemeten met pH strips.

Deze doorsnede loopt vanuit de wijk Genoenhuis, begrensd door een wadi, via vochtige hooilanden, richting de venige kern van het gebied. Uit de boringen (Figuur 4.32) blijkt dat er op de flank ongeveer een 50-70 cm dik esdek ligt, waarbij met name de bovenste 20 cm sterk humeus zijn. Onder de esdekken bevindt zich bleek zand met daaronder lemiger grijsgekleurd zand. Op een plaats is onder dit zand nog gereduceerde, kalkhoudende (bruisend met zoutzuur) zandige Brabantse Leem aangeboord. Nabij de venige kern is er sprake van een dun, nagenoeg compleet veraard, veenpakket van ca. 50 cm, met daaronder een zeer humeuze, kalkloze leemlaag die rust op het bleke zand, waaronder zich wederom Brabantse Leem bevindt, maar die vanwege de losse waterverzadigde zandlaag op deze plaats niet aangeboord kon worden.

De gley reikt tot nagenoeg bovenin de profielen, terwijl gereduceerde bodemlagen zich rond 18 m +NAP bevinden. In de flank loopt de pH met de diepte sterk op, waarbij hoger op de flank de hoogste pH wordt gevonden (pH 7). Nabij de venige kern is de pH in het profiel constant (pH 5). De pH's op vergelijkbare diepte (18 m +NAP) dalen dus in de richting van de venige kern.

Doorsnede 2



De doorsnede loopt wederom vanuit de wijk Genoehuis het gebied in, maar volgt het traject van de A-watergang die op de zuidoostflank van het gebied ligt. Bij boring 8, 6 en 5 snijdt de doorsnede deze

Figuur 4.33: Bodemkundig-hydrologische doorsnede op basis van 4 boringen (waartussen de bodemlagen zijn doorgetrokken op basis van interpretatie) en gegevens uit AHN4. Bodemdikte sloten uit legger Waterschap de Dommel (2023), pH gemeten met pH strips.

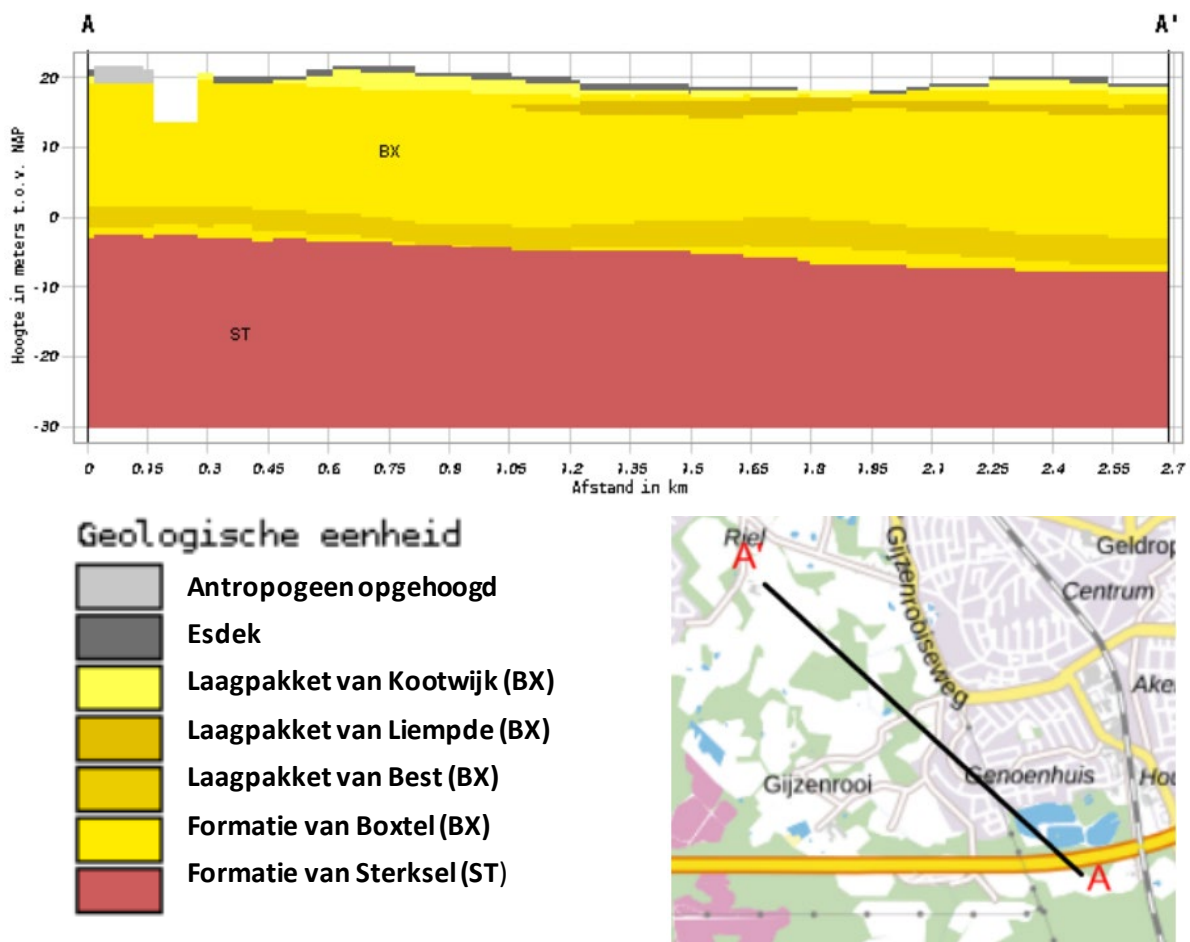
sloot. Uit de boringen blijkt dat er op de gehele flank sprake is van een esdek (zand, humeus), wat in de lagere delen dunner is. Hieronder bevindt zich bijna overal een lemig, moerig laagje. Daaronder ligt op grote delen van de flank een zandpakket van ca. 50 centimeter, dit bestaat uit fijn zand. Bij boring 7 rust het moerige laagje echter direct op zandige leem. Op ca. 1-1,5 meter diepte bestaat de ondergrond onder de gehele flank uit zeer fijn zand met een hoog leemgehalte dat van plaats tot plaats wat lijkt te verschillen. De onderkant van dit pakket, dat beschouwd kan worden als Brabantse Leem, is niet aangeboord. De dikte lijkt in ieder geval meer dan 1,5-2 meter te zijn.

De gleyverschijnselen beginnen overal zeer ondiep (één tot enkele decimeters) en de gereduceerde zone ligt op de laagste delen op 18 m +NAP en loopt in de flank op naar 18,5 m +NAP. Bij boring 6 en 5 ligt de bodem van de A-watergang in de gereduceerde zone. De grondwaterstand lag tijdens het

veldbezoek vaak enkele decimeters onder maaiveld, en maakt een duidelijke knik bij boring 6 (de sloot). De pH van de ondergrond is vrij variabel, maar ligt nergens ver beneden de 5. Hoog op de flank worden in het gehele profiel pH waardes boven de 6 gevonden, terwijl in de rest van de flank de pH tussen de 5 en 5,5 ligt. De pH in de oeverzone van de sloot ligt op 6, pH van de het grond- en oppervlaktewater wordt in de volgende paragrafen besproken.

4.2.3 Grond- en oppervlaktewatersysteem

4.2.3.1 Grondwatersysteem



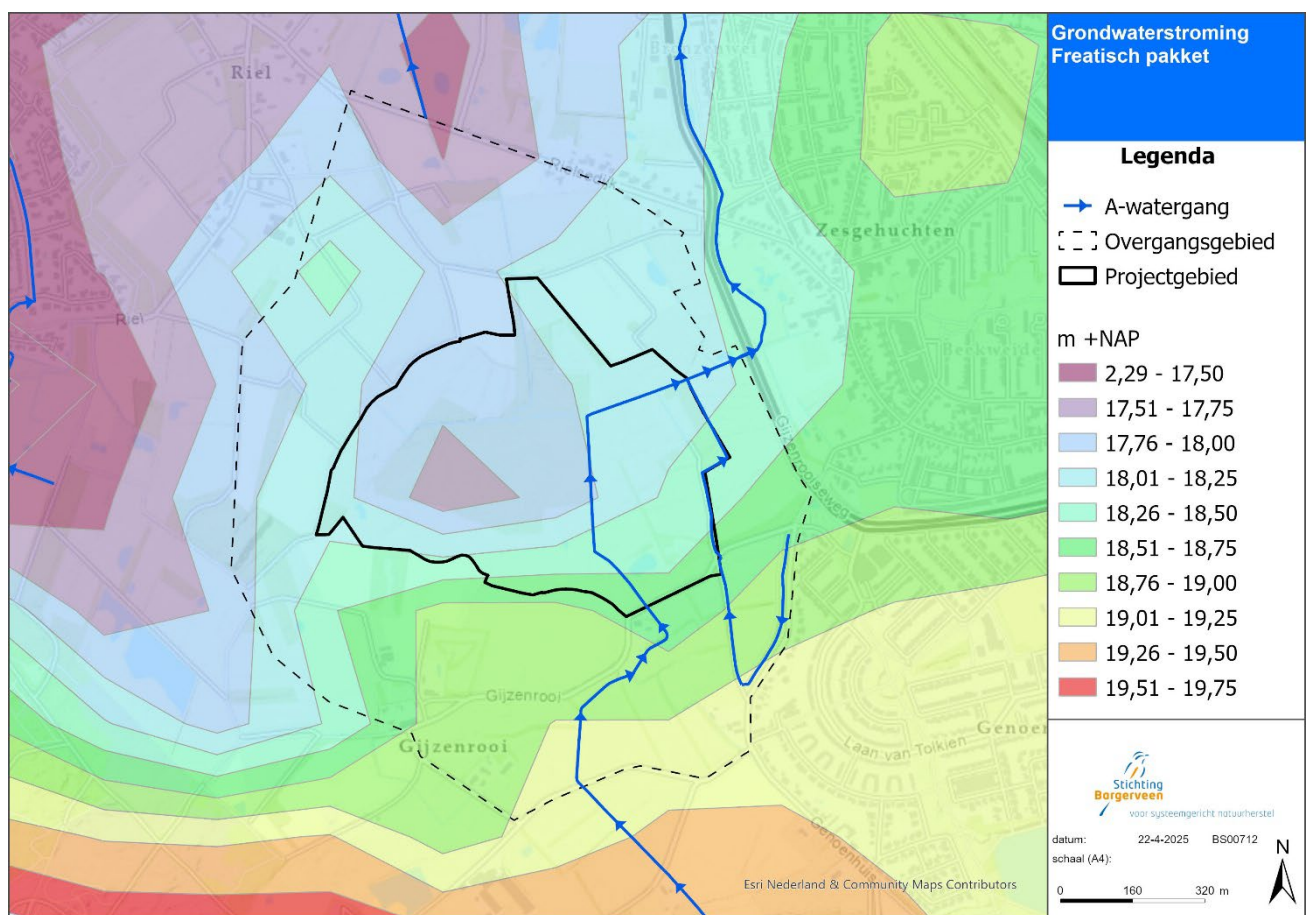
Figuur 4.34: Geohydrologische doorsnede uit dinoloket (Geotop v1.6).

Het grondwatersysteem volgt uit de geohydrologie (Figuur 4.34). Deze wordt rond de Gijzenrooise Zegge beïnvloed door verschillende slechtdoorlatende lagen. Op 1,5 tot 3 meter diepte (16-17 meter +NAP) bevindt zich een zandige leemlaag (Laagpakket van Liempde; Brabantse Leem), welke enkele honderden meters westelijk, zuidelijk en oostelijk van de Gijzenrooise Zegge ontbreekt (Dinoloket, 2024). Direct onder de zuidoostzijde van de centrale laagte is ze juist vrij dik, ca. 3 meter. Op ca. 20 meter diepte bevindt zich een nagenoeg aaneengesloten leemlaag (Laagpakket van Best) van enkele meters dik. Zuidelijk van de Gijzenrooise Zegge, rond Genoenhuis (Geldrop) bevindt zich in deze laag een gat (Dinoloket, 2024). Het Laagpakket van Best scheidt het freatisch pakket van het eerste watervoerende pakket. Dit eerste watervoerende pakket bestaat uit de Formatie van Sterksel, welke bestaat uit fluviatiele afzettingen van een vlechtende en/of meanderende Maas en Rijn. Lokale voorkomens van zowel grind als klei zijn mogelijk. Op ca. 75 meter diepte bevindt zich een dikkere slechtdoorlatende laag, die de onderliggende watervoerende pakketten van het bovenliggende

systeem scheidt. Onder deze dikke slechtdoorlatende laag onttrekt Brabant Water, in de enkele kilometers zuidelijker gelegen Groote Heide, drinkwater.

De grondwaterstroming in het diepe grondwater (beneden de slecht doorlatende laag op ca. 75 m diepte) is noordnoordwestelijk, net als in het eerste watervoerende pakket Brabantse Leem. In het freatisch pakket zijn de regionale hoogtepatronen sturend, dicht bij maaiveld is de lokale topografie nog bepalender voor de grondwaterstroming.

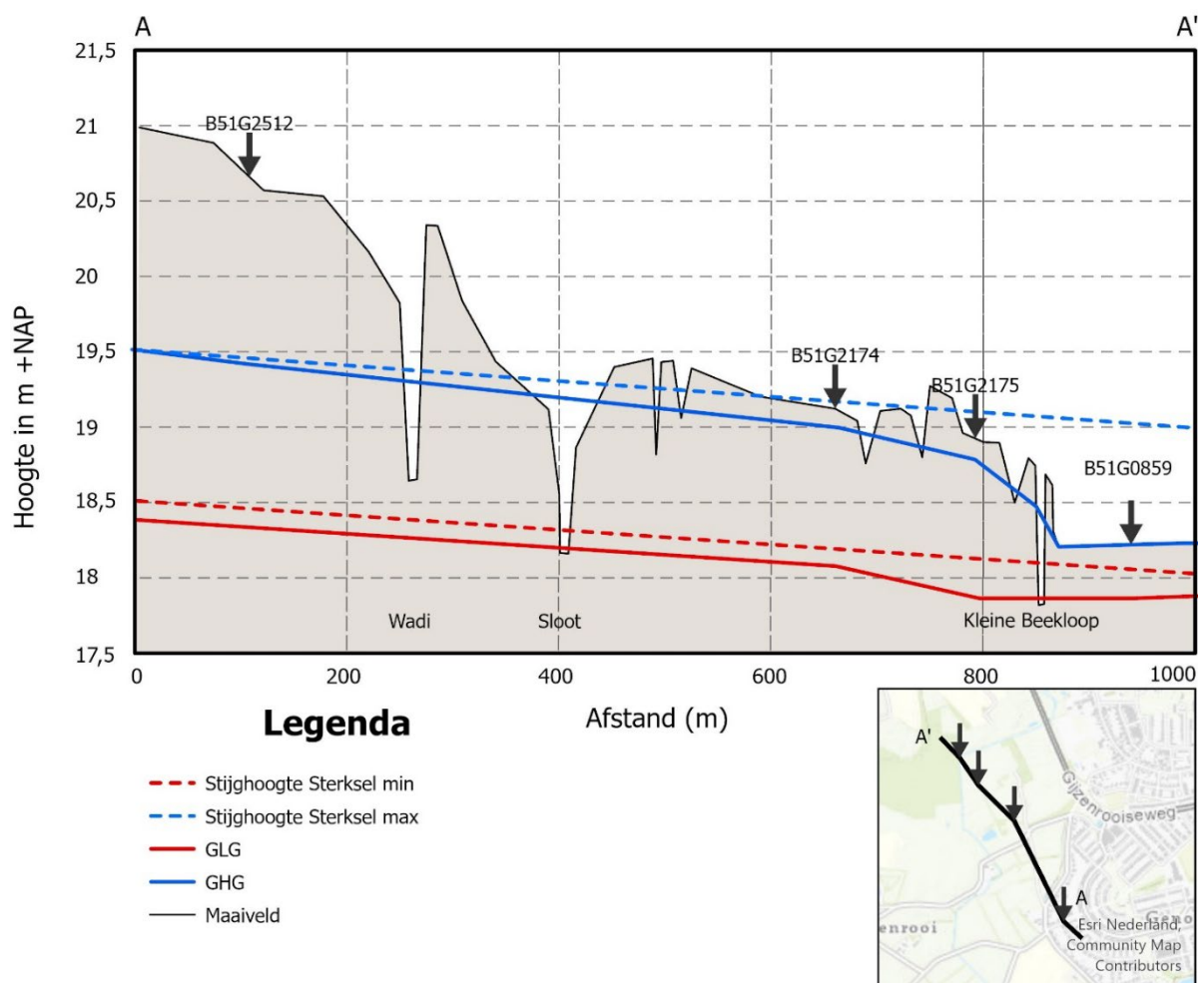
De stromingspatronen boven de Brabantse Leem zijn weergegeven in Figuur 4.35. Hier is duidelijk te zien dat er rondom de centrale venige laagte sprake is van toestroming van grondwater vanuit het zuidzuidoosten en dat het grondwater vervolgens (in een natuurlijke situatie) richting de noord en westzijde wegstroomt. Doordat de laagte niet meer afvoerloos is ligt er hier een kern met een lagere grondwaterstand dan zijn omgeving. De Kleine Beekloop vormt hier als het ware een 'onttrekking', waardoor het water nu vanuit alle zijden naar de laagte toestroomt.



Figuur 4.35: Isohypsens van de grondwaterstroming bovenin freatisch pakket (LHM1) gemodelleerd in grondwatertools.nl

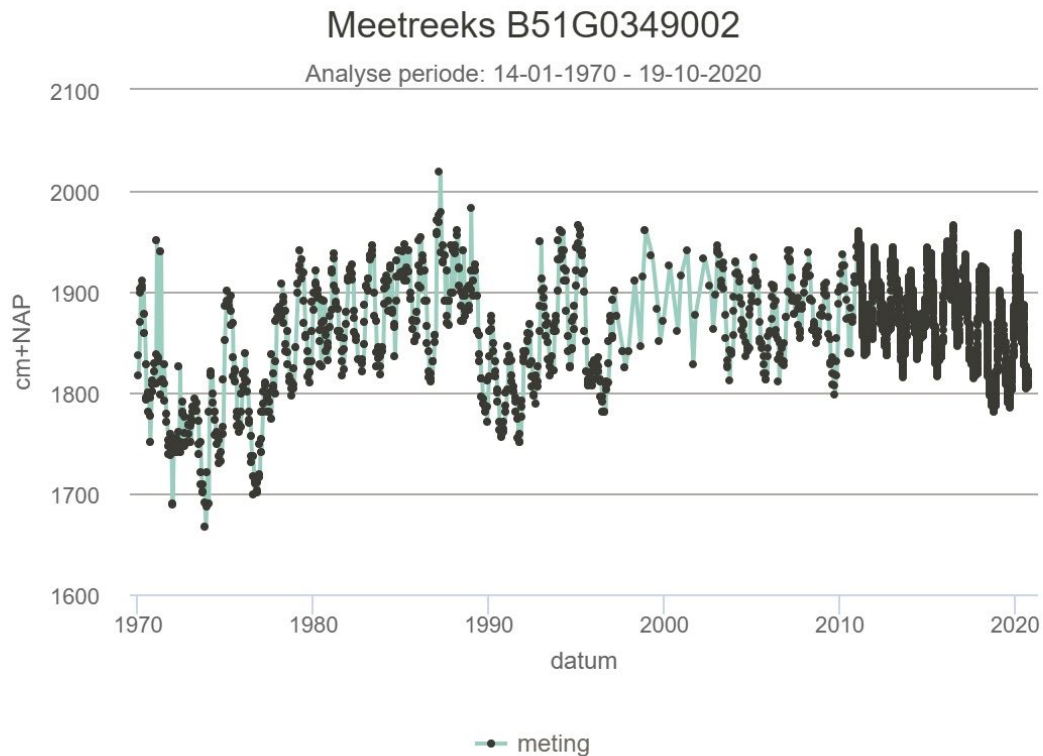
Nabij de centrale venige laagte zijn verschillende peilbuizen aanwezig met filters onder en boven de Brabantse Leem (grondwatertools.nl; Figuur 4.36). Deze meten vanaf 1998 de stijghoogtes en laten zien dat er in de beekdalflank (maaiveld >19 m +NAP) zeer kleine verschillen zijn tussen deze twee filters. In de lage delen (maaiveld ca. 18,5 m +NAP) lijkt het erop dat er tot 2016 jaarrond een overdruk (0-40 cm) bestond onder de Brabantse Leem, maar dat hier sinds 2016 slechts kortstondig sprake van is; het grootste deel van het jaar is er nu sprake van wegzijging. In de laagte zelf (maaiveld 18,2 m +NAP) is de situatie stabiel en lijkt er sprake van kwel noch wegzijging. De huidige situatie is weergegeven in Figuur 4.36.

In Figuur 4.36 is de grondwatersituatie boven de leem in beeld gebracht op basis van beschikbare peilbuisgegevens. Hieruit is af te leiden dat de grondwaterstanden in de flank min of meer binnen de stijghoogtes van het eerste watervoerende pakket (Formatie van Sterksel) bewegen. In de winter neemt de druk vanuit het eerste watervoerende pakket flink toe, wat samen met het neerslagoverschot leidt tot zeer hoge grondwaterstanden in het lagere deel van de flank. In de zomer valt de druk van onderen grotendeels weg, en zakt de grondwaterstand door verdamping en de aanwezige ontwatering uit tot net beneden het de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Wat opvalt is dat de aanwezige sloot in de flank en de Kleine Beekloop jaarrond draineert. De Wadi (bodem op 18,6, maar gestuwd tot 18,96 m + NAP) draineert daarentegen slechts een deel van het jaar. De centrale venige laagte kent nagenoeg jaarrond een toevoer van grondwater, enkel in de zomer zakken de grondwaterstanden alsook de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket onder maaiveld weg. Het water wordt nu grotendeels afgevoerd door de Kleine Beekloop. In de natuurlijke situatie (of bij voldoende opstuwing van de Kleine Beekloop) infiltreert het in de laagte aanwezige water aan de noord- en westzijde wanneer de grondwaterstanden hier onder het peil van de laagte wegzakken in het voorjaar. In de zomer, wanneer de laagte kan droogvallen, helt het freatisch vlak vanuit het zuiden (GLG 17,8 m +NAP, B51G2175) af richting het westen (GLG 17,5 m +NAP; B51G2520) en noorden (GLG 17 m +NAP; B51G0479).



Figuur 4.36: Doorsnede grondwatersysteem zuidoostflank centrale venige laagte. GHG en GLG uit grondwatertools.nl, peilbuisnummers vermeld in figuur. Stijghoogte Sterksel afgeleid van B51G0352_002 (staat in de buurt van A) en op basis van modellaag LHM3 (grondwatertools.nl) is de helling bepaald richting A'.

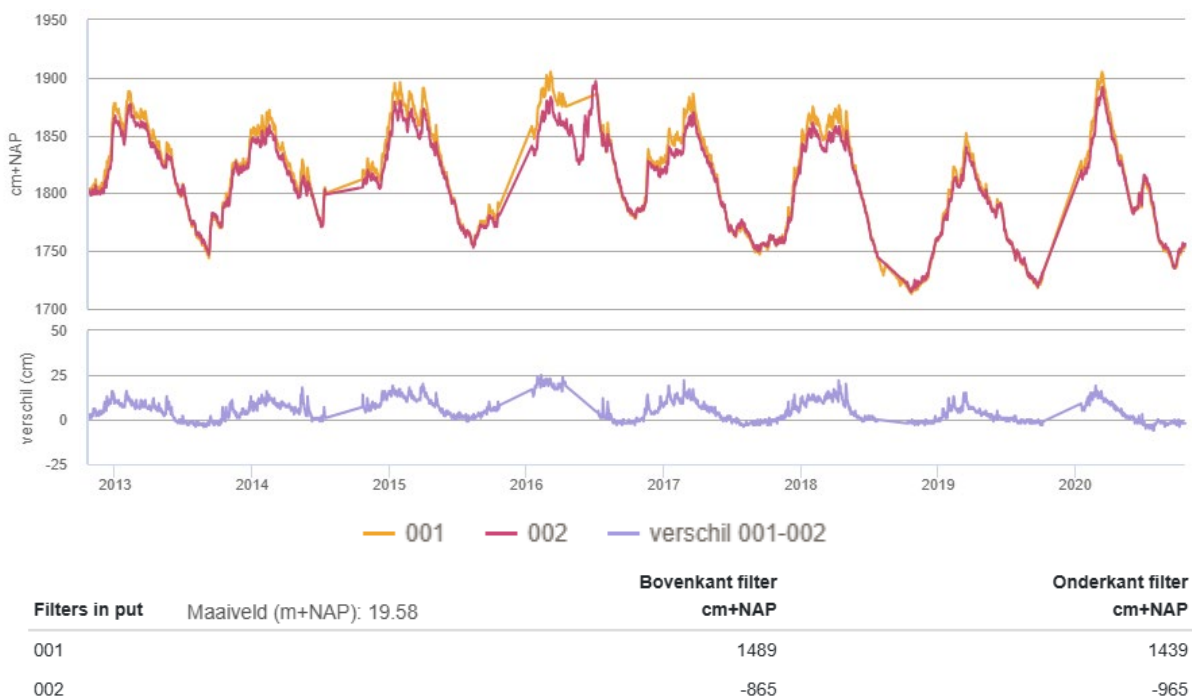
In Figuur 4.37 is de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket over langere periode weergegeven (peilbuis staat ca. 1 km van de centrale laagte af). Hieruit blijkt dat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket niet alleen op jaarbasis maar ook over de jaren heen fluctueert. Zo is er in de eerste helft van de jaren '70 en de eerste helft van de jaren '90 een dip te zien in de stijghoogtes. Sinds 1995 hebben de stijghoogtes zich echter gestabiliseerd, met een enkel een geringe dip na de afgelopen droge jaren.



Figuur 4.37: Meetreeksstijghoogte uit grondwatertools.nl filter -7 tot -8 m +NAP (Formatie van Sterksel).

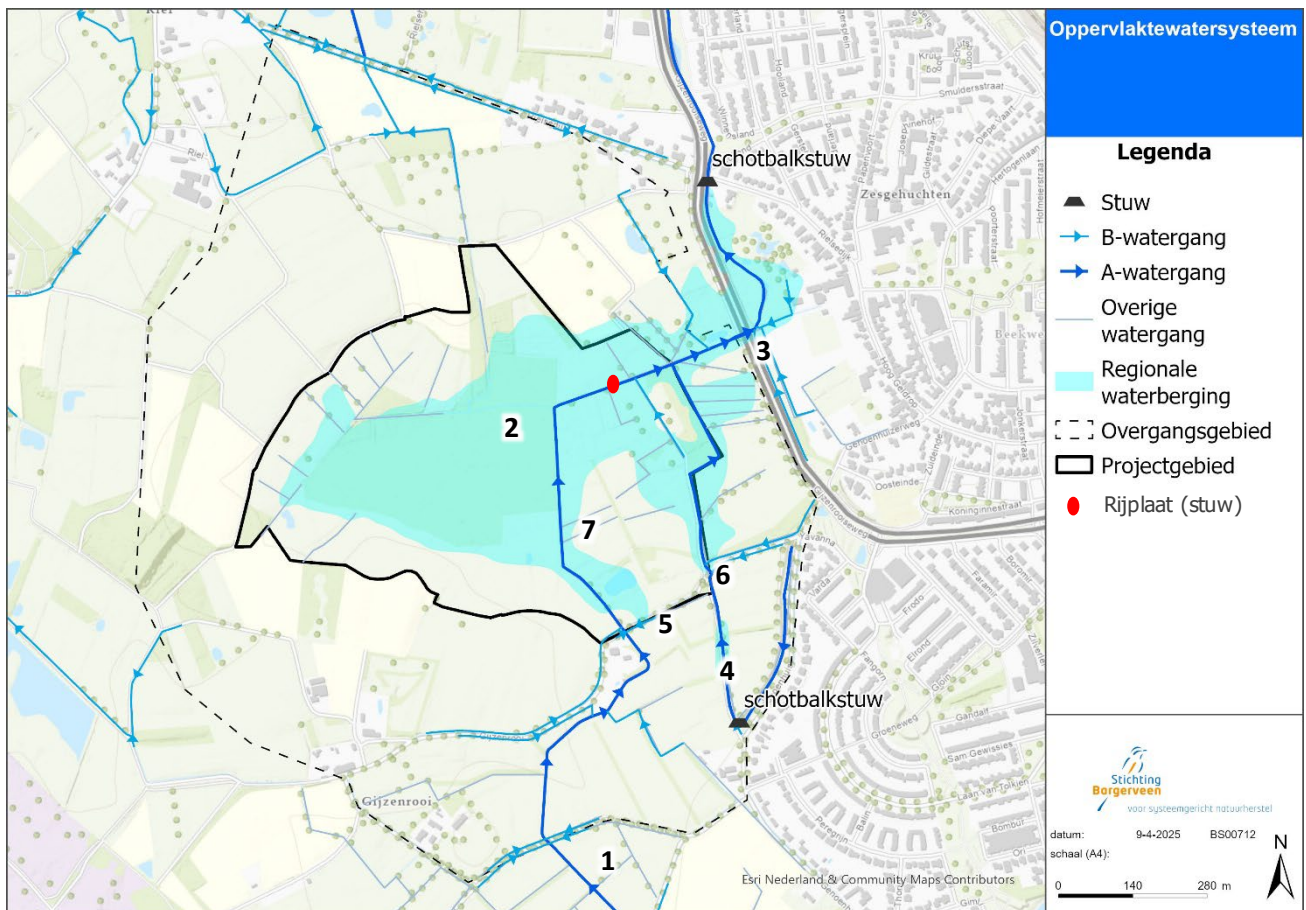
In Figuur 4.38 staan de meetreeksen van twee filters in een peilbuis op ca. 350 meter westelijk van de westpunt van de centrale venige laagte. Filter 001 staat in het freatisch pakket, filter 002 bovenin het eerste watervoerende pakket. De meetgegevens laten zien dat er hier in de winter een kleine opbolling in het freatische systeem ontstaat. De rest van het jaar beweegt het freatische systeem mee met de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket.

Een belangrijk inzijsgebied voor het eerste watervoerende pakket is de zuidelijk gelegen Groote Heide. Uit modelleringen blijkt dat hydrologisch herstel op de Groote Heide leidt tot een toename in de regionale grondwaterstroom richting de Gijzenrooise Zegge (Brabant Water, persoonlijke communicatie). Dit maakt het aannemelijk dat de regionale stijghoogte hoger lag vóór de ontginning van de Groote Heide (eind 19^e en begin 20^e eeuw), waarbij veel grote afvoerlose laagtes zijn ontwaterd, waardoor veel water wat eerst infiltreerde wordt afgevoerd door slotenstelsels.



Figuur 4.38: Meetreeksstijghoogte uit grondwatertools.nl voor peilbuis B51G0479

4.2.3.2 Oppervlaktewaterafvoer



Figuur 4.39: Oppervlaktewatersysteem Gijzenrooise Zegge. Met onderverdeling in verschillende type watergangen. Voor 1 t/m 3 zie tekst, 4 t/m 7 in tekst genoemd en 4, 5 en 7 als foto weergegeven in Figuur 4.40.

Figuur 4.39 geeft een beeld van de afvoer van oppervlaktewater in het stroomgebied van de Kleine Beekloop ter hoogte van de Gijzenrooise Zegge. In de hoge rug aan de noord- en westzijde van de centrale laagte ligt een deel van het jaar een lokale waterscheiding. Op de flanken aan weerszijden van de rug liggen diverse greppels die vrij uitstromen in de laagte.

Vanuit het zuiden komt de Kleine Beekloop via een overkluizing vanaf de Groote Heide onder de A67 door (bodemhoogte waterloop is hier 18,7 m +NAP), en stroomt dan langs landbouwgronden door een laagte (nummer 1 in Figuur 4.39; maaiveld laagte 19 m +NAP, bodemhoogte watergang 18,35 m +NAP). Hier takt veel detailontwatering aan op de Kleine Beekloop. Daarna stroomt ze langs de centrale laagte (nummer 2; maaiveld laagte 18,2 m +NAP, bodemhoogte watergang 17,7 m +NAP) om daarna via een overkluizing onder de Gijzenrooiseweg het gebied te verlaten (nummer 3; bodemhoogte watergang 17,15 m +NAP). De bodem van de Kleine Beekloop ligt dus overal lager dan de laagste delen van het omliggende gebied en vormt dus overal de voornaamste drainage.

In de Kleine Beekloop staat ca. 100 meter oostelijk van de laagte een rijplaat als stuw in de waterloop (Figuur 4.39). Het peil is onbekend maar schatten wij op ca. 18,15 m +NAP (AHN4). De volgende stuw (schotbalkstuw) staat buiten het gebied, ter hoogte van de Rielse dijk en is recent vernieuwd. Het peil wordt nog ingesteld maar komt rond de 18,0 m +NAP te liggen (Waterschap De Dommel, persoonlijke communicatie).

Net voor de overkluizing onder de Gijzenrooiseweg takt een belangrijke zij(A-)watergang aan op de Kleine Beekloop. Deze stroomt vanuit een wadi (bodem wadi 18,6 m +NAP, schotbalkstuw wadi 18,96 m +NAP) naar de Kleine beekloop. De bodem van de waterloop loopt af van 18,54 m +NAP na de stuw van de wadi tot 18 m +NAP waar deze de weg kruist en tot 17,5 m +NAP net voor de aantakking op de Kleine Beekloop. Deze waterloop wordt verder niet gestuwd. In september 2023 en 2024 was bij respectievelijk 4 en 6 (Figuur 4.39) uittredend grondwater in de slootoever te zien.

Verder is er nog veel andere detailontwatering (B-watergangen en overige ontwatering, Figuur 4.39) aanwezig in het gebied. De B-watergangen bestaan doorgaans uit diepere greppels die periodiek grondwater afvoeren (5). De overige ontwatering bestaat vaak uit ondiepere slenken. Vanwege de grote opbolling van het grondwater is zelfs in ondiepe slenken periodiek kwel waar te nemen die min of meer over maaiveld richting de Kleine Beekloop stroomt (7).



Figuur 4.40: Van boven naar beneden locaties 6, 7 en 5.

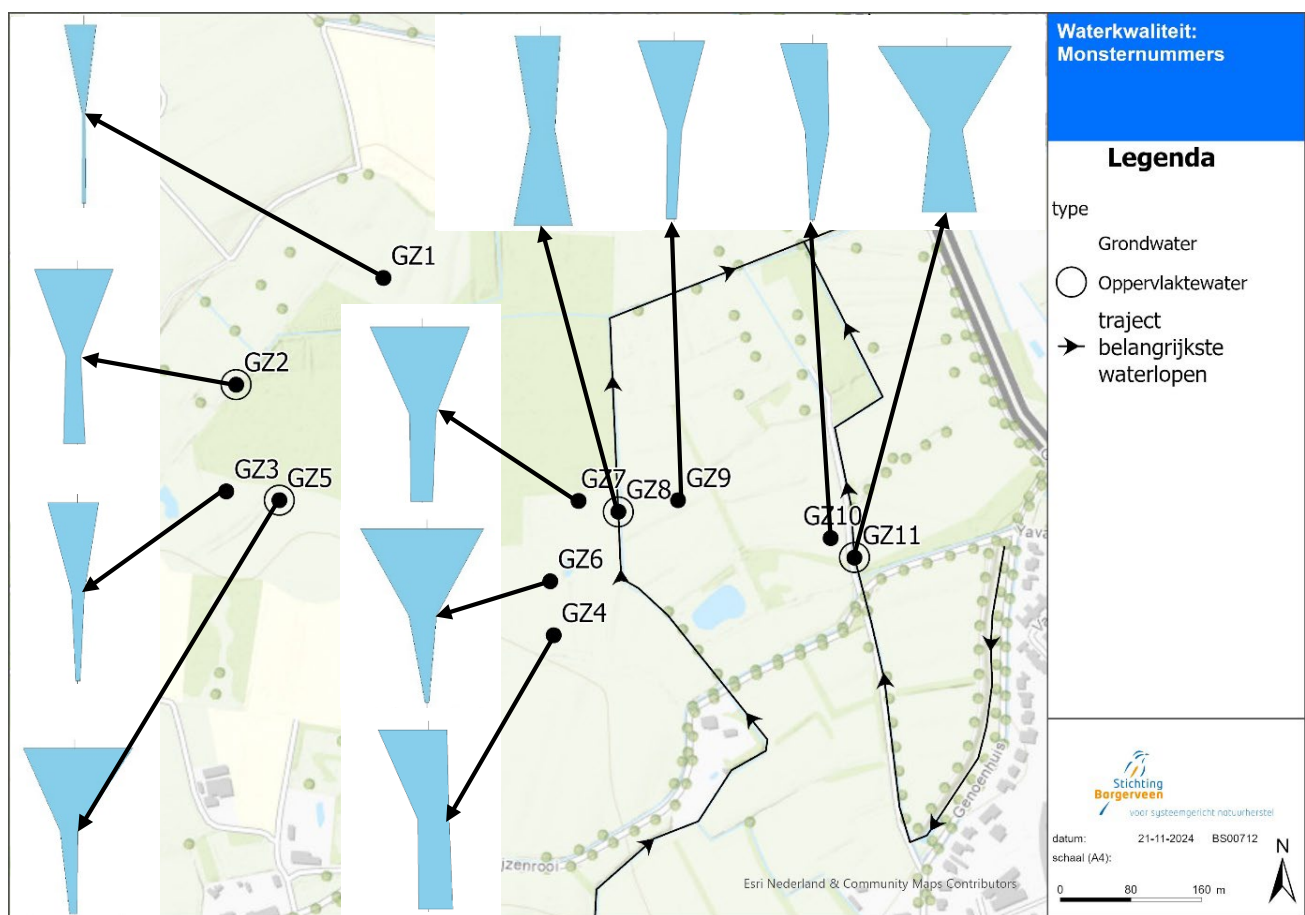
4.2.3.3 Waterkwaliteit

Rondom de centrale laagte is op verschillende punten de waterkwaliteit bemonsterd. De bemonsteringen zijn uitgevoerd in april 2024 en februari 2025. De grondwatermonsters zijn alle op ca. 60-80 cm diepte genomen met een poreuze cup. De resultaten uit 2024 zijn weergegeven in Stiff-diagrammen (Figuur 4.41), de gebundelde resultaten uit 2024 en 2025 zijn voor enkele stoffen ruimtelijk weergegeven in deze paragraaf, de overige resultaten zijn te vinden in bijlage 2.

Stiff-diagrammen

Uit de bemonsteringen komen verschillende watertypen naar voren. Er is sprake van schoon, basenarm water, schoon basenrijk water, vervuild matig basenrijk water en vervuild basenrijk water.

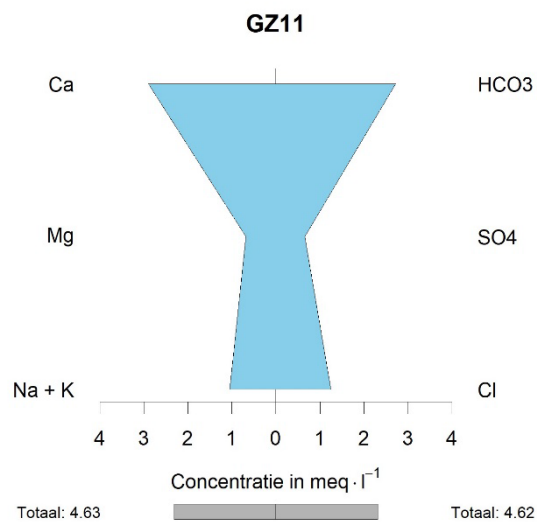
De zuidzijde is het meest basenrijk. Relatief schoon, basenrijk water is bemonsterd in GZ5 en GZ6, twee punten die lager op de zuidflank liggen. GZ7 ligt hier ook en toont een vergelijkbaar beeld, zij het dat er hier iets meer vervuiling aanwezig is.



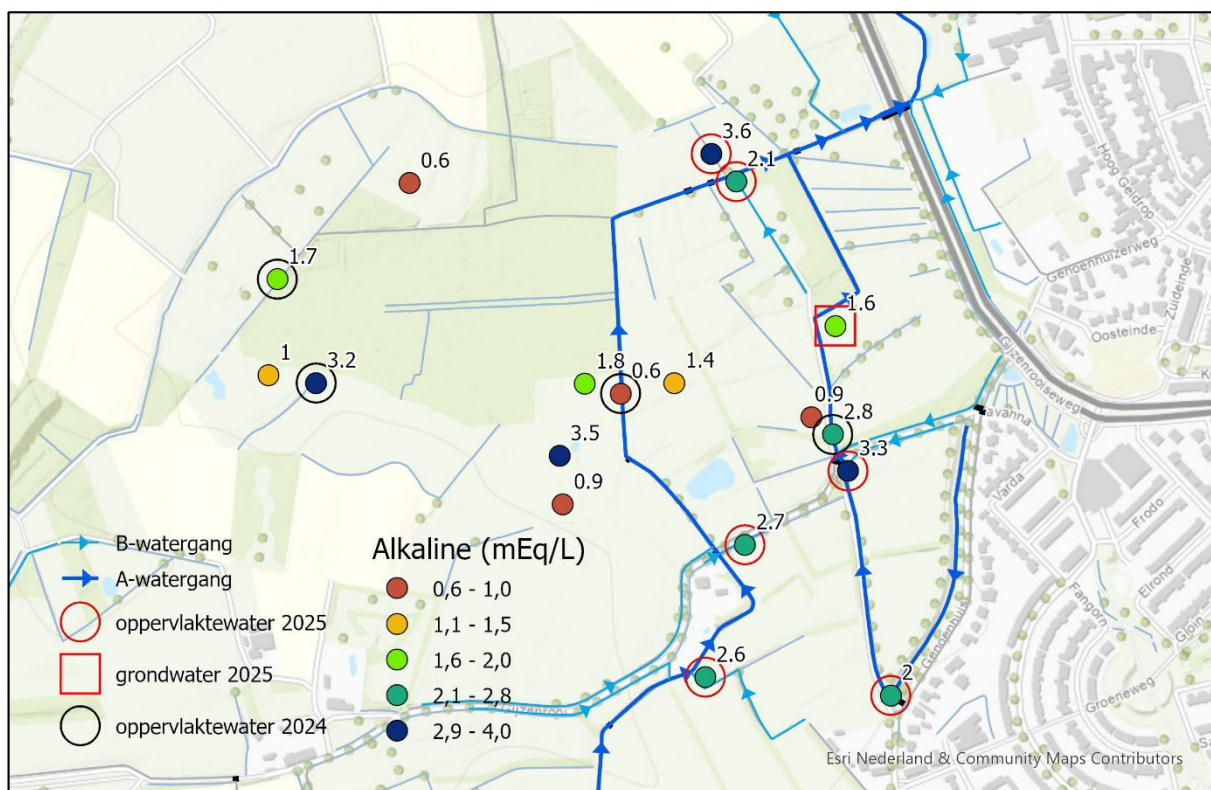
Figuur 4.41: Locaties watermonsters Gijzenrooise Zegge en bijbehorende Stiff-diagrammen.

In de sloot (GZ11) is zeer basenrijk maar ook sterker vervuild water bemonsterd. Tussen de Kleine beekloop en de sloot (GZ9, GZ10) bevindt zich basenarmer grondwater, dat met name bij GZ10 ook sterker vervuild is. De Kleine Beekloop zelf (GZ8) voert licht vervuild en tamelijk basenarm water af.

In de noord- en westflank van het gebied (GZ1, GZ2, GZ3) bevindt zich basenarmer water, bij GZ1 bevindt zich zelfs uitgesproken basenarm grondwater. GZ2, genomen als oppervlaktewatermonster aan de rand van de laagte, laat zien dat er onderaan de flank relatief schoon, basenrijker water aanwezig is. Een sterk afwijkend monster, GZ4, genomen hoog op de flank aan de rand van de hoge enkeerdgrond laat een sterkere vervuiling zien.



Figuur 4.42: Stiff-diagram ter referentie voor de diagrammen in Figuur 4.41.



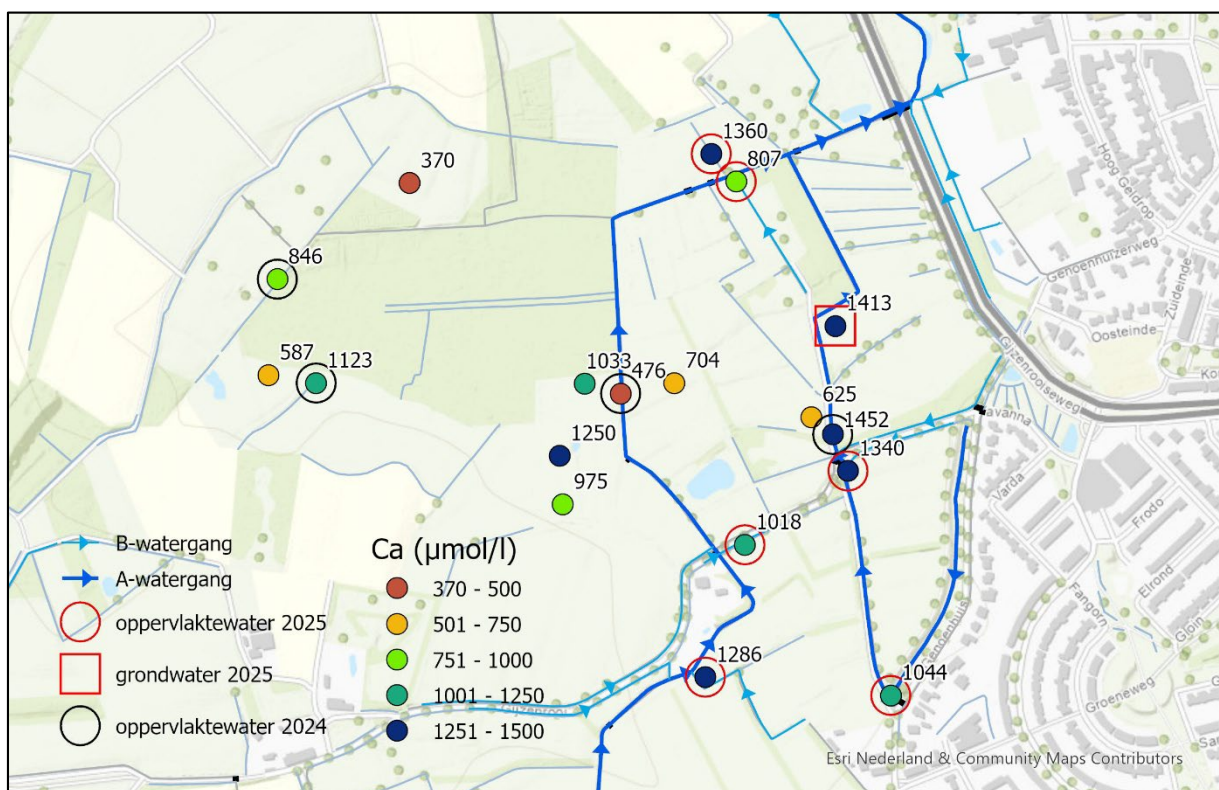
Figuur 4.43: Alkaliniteit

Alkaliniteit

De alkaliniteit (buffering) vertoont een duidelijk ruimtelijk patroon. Laag in de zuidflank sterk gebufferd water (ca. 3 mEq/l; blauwe punten Figuur 4.43), net als in de A-watergang op de flank. (2-3 mEq/l) Aan de randen van de venige laagte en in de oostelijke laagte bevindt zich iets minder sterk gebufferd water (ca. 1,7 mEq/l; groene punten). Hoger op de flank wordt matig gebufferd water gevonden (ca. 1 mEq/l; oranje punten). In het noorden is vrij zwak gebufferd water (0,6 mEq/l; rode punten) te vinden.

Calcium

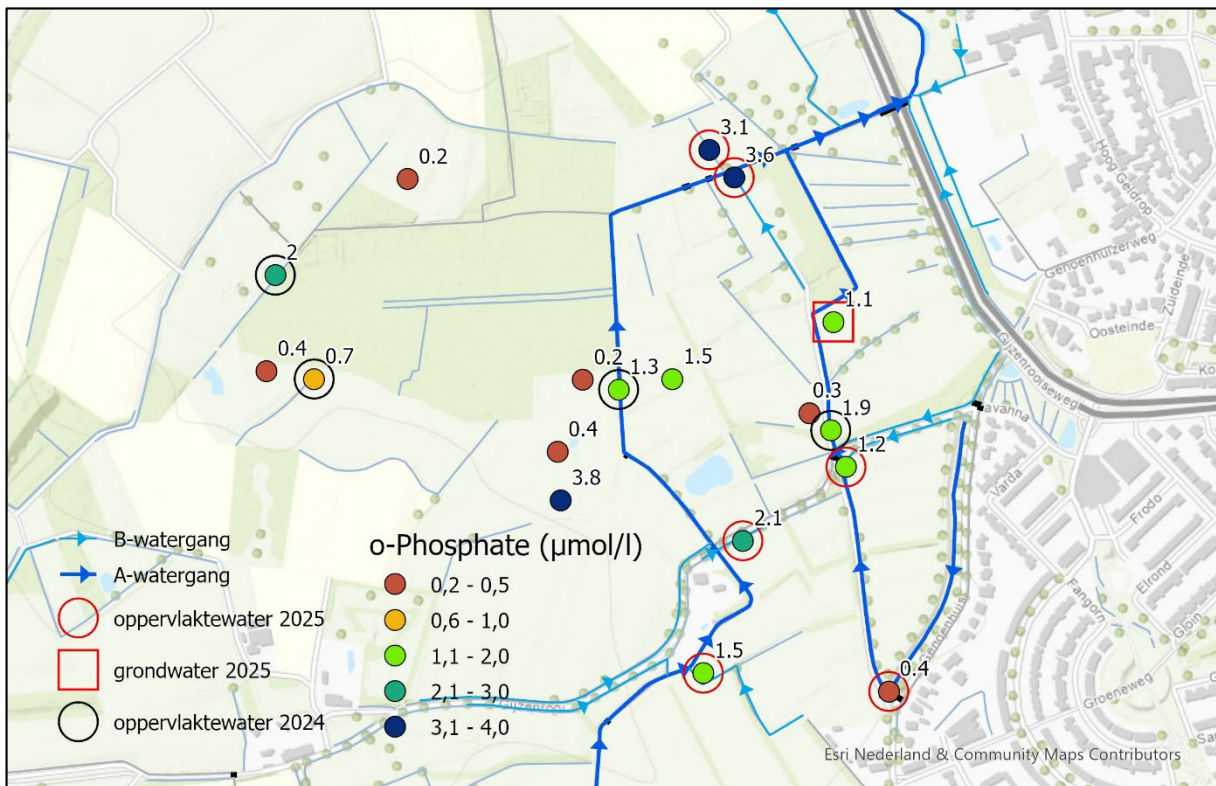
Voor Calcium geldt dat de gehalten laag op de flanken en in de sloot op de oostflank boven de 1000 $\mu\text{mol/l}$ liggen, met de hoogste waarden in de oostelijke laagte en de aangrenzende sloot. Hoger op de flank en in de Kleine Beekloop liggen de waarden onder de 1000 $\mu\text{mol/l}$.



Figuur 4.44: Calcium.

Nutriënten

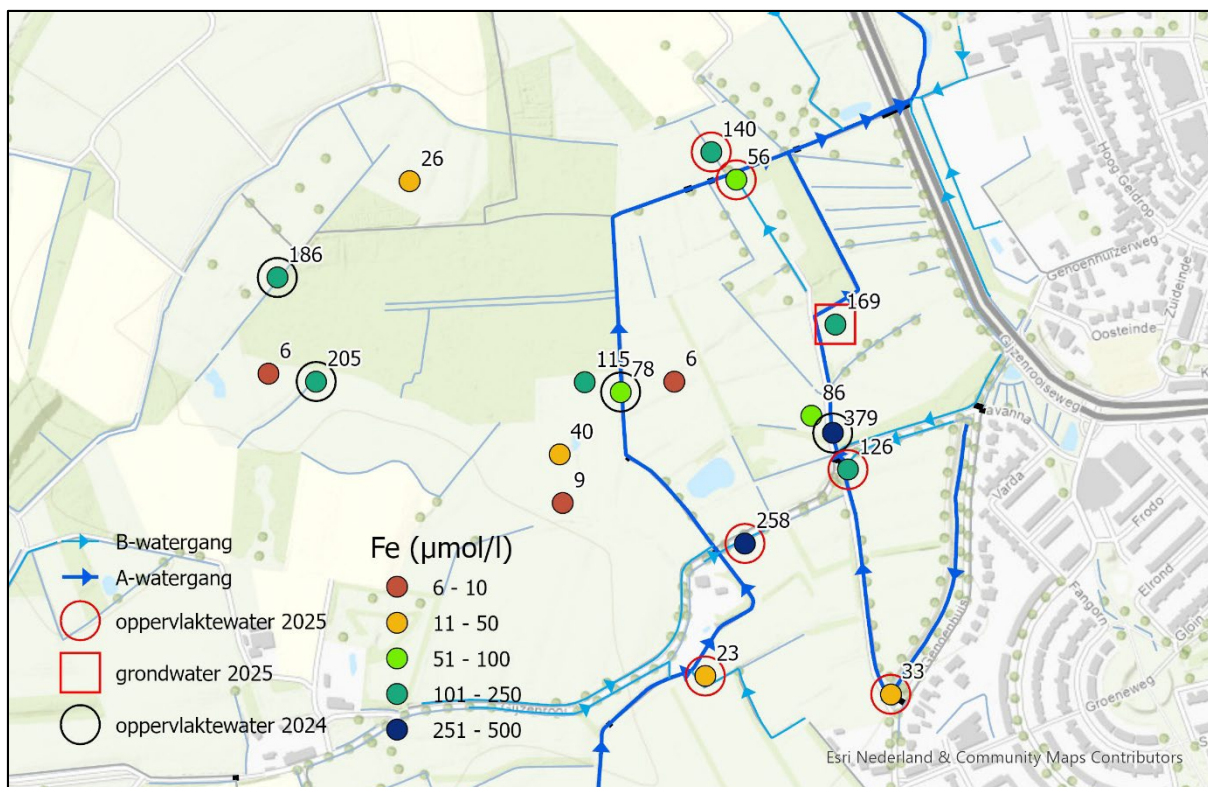
Ortho-Fosfaat gehalten in het grondwater onder de 1,5 $\mu\text{mol/l}$ en zijn daarmee vrij laag. Alleen GZ4 (zie Figuur 4.41 voor locatie) kent een landbouwinvloed die ook terug te zien is in de ortho-fosfaat (3,8 $\mu\text{mol/l}$). Ook het oppervlaktewater in zijslotjes van de Kleine Beekloop in het noordoosten van het gebied is vrij fosfaatrijk. Anorganische stikstofwaardes liggen nagenoeg overal onder de 10 $\mu\text{mol/l}$. Enkel de Kleine Beekloop (GZ8; 35 $\mu\text{mol/l}$), de sloot in de flank (GZ11; 66 $\mu\text{mol/l}$), en oppervlaktewater laag aan de zuidwestflank (GZ2; 35 $\mu\text{mol/l}$, GZ5; 24 $\mu\text{mol/l}$) hebben hogere waardes.



Figuur 4.45: Ortho-P

IJzer

Het water hoger op de flank is over het algemeen arm aan ijzer (5-40 $\mu\text{mol/l}$; Figuur 4.46), aan de randen van de centrale venige laagte is het water wel ijzerrijk (115-205 $\mu\text{mol/l}$). De Kleine Beekloop (GZ8) voert matig ijzerrijk water af (78 $\mu\text{mol/l}$). De sloot op de zuidoostflank bevat net na de wadi ijzerarm water, terwijl bij de weg Gijzenrooi ijzerrijk water wordt afgevoerd (GZ11) (378 $\mu\text{mol/l}$ in 2024 en 126 $\mu\text{mol/l}$ in 2025). Ook de bermsloot van de weg Gijzenrooi voert zeer ijzerrijk water af.



Figuur 4.46: IJzer.

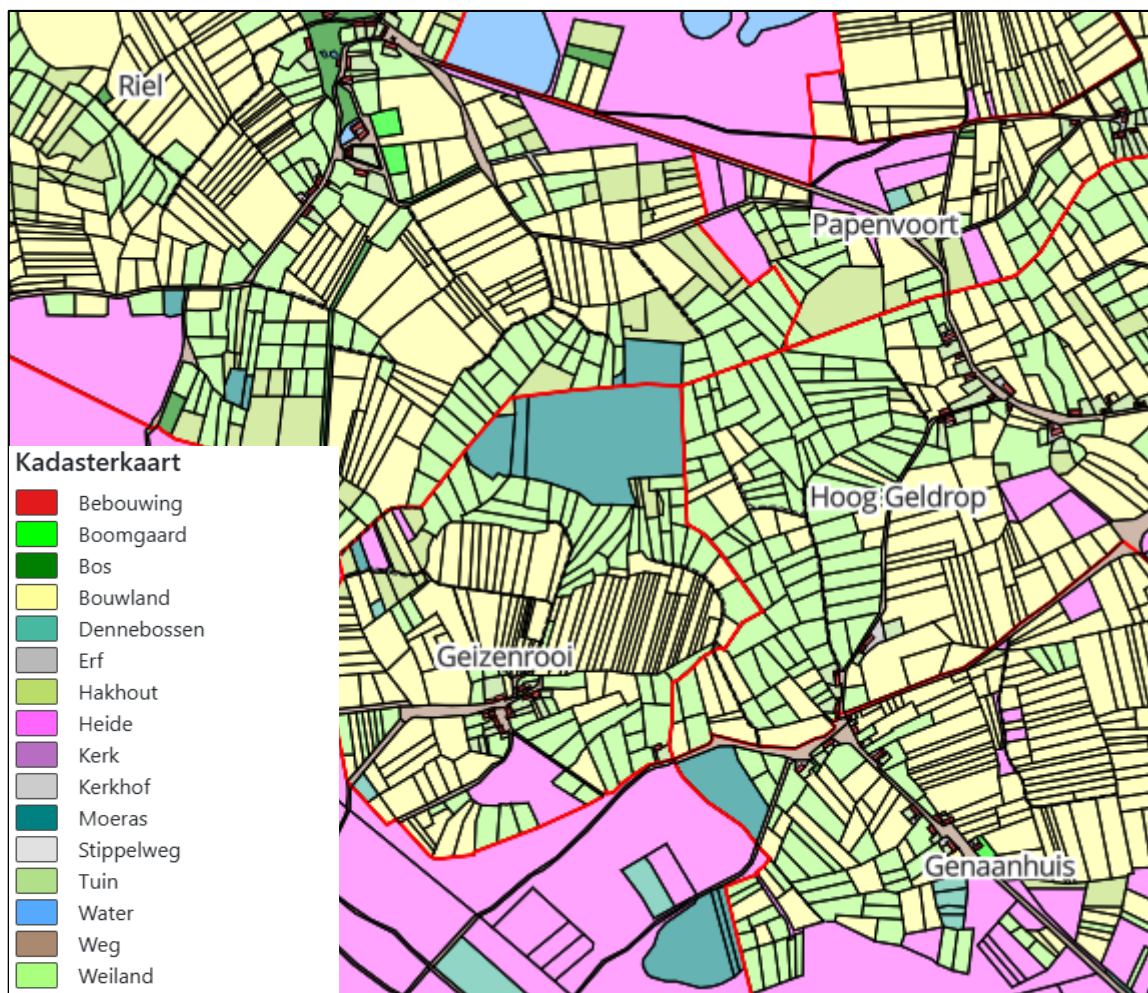
Interpretatie waterkwaliteit

Voorgaande paragrafen geven aanwijzingen dat er aan de rand van de centrale laagte relatief schoon, ijzer- en basenrijk water uitteedt. De sloot op de flank (GZ11) voert tevens dit ijzer- en basenrijke water af. Hoger op de flank rond de laagte en tussen de sloot en de Kleine Beekloop is het water veel armer aan basen en ijzer, wat een indicatie kan zijn dat lokale systemen daar dominant zijn. Met name dicht tegen de landbouw aan is bemestingsinvloed terug te meten in het grondwater (GZ4). De hogere nutriëntenconcentratie in de sloot in april 2024 (GZ11) en Kleine Beekloop (GZ8) hangt waarschijnlijk samen met bovenstroomse voorjaarsbemesting.

4.2.4 Een blik op het verleden

Uit het minuutplan (Figuur 4.47) valt op te maken dat de centrale venige laagte destijds dusdanig nat was dat zelfs gebruik als hooiland niet mogelijk was. Zuidelijker tegen de heidegebieden aan liggen nog enkele andere laagtes die destijds nog niet of weinig ontgonnen waren en nog als moeras aangegeven staan. De Groote heide ligt verder naar het zuiden en is in de eerste helft 20^e eeuw ontgonnen en ontwaterd. De directe omgeving van de laagte bestond vrijwel geheel uit graslanden en wat hakhoutbos. Op de hogere ruggen en op de zandige rug op de oostflank lagen bouwlanden. Bebouwing was vrij schaars in het gehele gebied.

De Kleine Beekloop kent een lange geschiedenis, waarbij er gedurende de eeuwen steeds verder bovenstrooms gebieden werden aangetakt, totdat deze de hoofdafvoer werd van een groot deel van de Groote Heide. Het huidige tracé langs de centrale laagte bestaat al lang, maar tot enkele decennia geleden stroomde de Kleine Beekloop tussen Papenvoort en Hoog Geldrop door direct oostwaarts naar de Kleine Dommel.



Figuur 4.47: Minuutplan 1832 (bron: historischegeografiebrabant.nl)

Volgens onderzoek door Van der Molen et al. (2022) komt ijzeroer hoog in omliggende dekzandruggen voor, wat duidt op een sterke druk van ijzer- en basenrijk grondwater in het verleden. De dekzandruggen zouden in het verleden stroomruggen/kwelkoppes zijn geweest, waar in de middeleeuwen via bronnen en greppels een watersysteem op is ingericht om delen van de Gijzenrooise Zegge mee te bevoeien. Een zeer uitgebreide beschrijving van het cultuurhistorisch gebruik van de omgeving en van hoe dit watersysteem zou kunnen zijn ingericht is te vinden op <https://www.mooigijzenrooi.nl/over-gijzenrooi/>.



Figuur 4.48: Historische foto winter 1948. [©dotkaoriginals.nl](https://dotkaoriginals.nl)

De luchtfoto van winter '48 (Figuur 4.48) laat zien dat de sloten op de flanken van de centrale laagte dan allemaal watervoerend zijn. Dit geldt ook voor de sloten oostelijk van de centrale laagte. De centrale laagte zelf is niet geïnundeerd. De vele kleine veenputten aan de westzijde van de laagte en de uitvoerweg in de laagte zijn goed herkenbaar.

4.2.5 Historische en actuele vegetatie

De Gijzenrooise Zegge was vroeger een gebied met een zeer rijke flora (Tabel 3). Er kwamen veel bijzondere soorten voor die een optimaal ontwikkelde gradiënt van zwakgebufferde naar sterk gebufferde, alkalische standplaatsen indiceren. *Parnassia* kwam zo massaal voor dat lokale boeren rond 1940 niet konden voorstellen dat het ooit zou verdwijnen (mondelinge mededeling, Eric Schippers).

Eigenlijk zijn alle bijzondere soorten reeds voor 1950 verdwenen, enkel Blauwe knoop heeft het nog volgehouden tot in de jaren '80. Ontwatering en bemesting zijn hiervoor de voornaamste oorzaken. De huidige vegetatie laat op plekken nog steeds een grondwaterinvloed zien. Nog aanwezige soorten die op een invloed van zwakgebufferd grondwater duiden zijn, Veldrus, Waterdrieblad (groeit in de wadi, mogelijk niet wild) en de in de jaren '80 waargenomen Wateraardbei. Verder is Waterviolier aanwezig als indicator van matig gebufferd grondwater. Ook Holpijp en Bosbies, als indicatoren van ijzerrijk grondwater groeien nog op enkele plaatsen in het gebied. In de sloot op de zuidoostflank groeit nog vrij massaal Grote waterranonkel, die ook indicatief is voor ijzerrijk, niet te voedselarm water. Op de oevers groeit hier en daar Klimopwaterranonkel, indicatief voor het uittredend zacht. enigszins geëutrofeerd grondwater op oevers die door betreding of schouw kaal zijn geworden.

Het gebied bestaat tegenwoordig vrijwel geheel uit hooilanden, die hoger op de flank vrij droog zijn en hellingafwaarts steeds vochtiger worden. De laagstgelegen hooilanden zijn periodiek zeer nat. De centrale laagte bestaat nagenoeg volledig uit wilgenstruweel van grauwe wilg met een geringe ondergroei.

Tabel 3: Het voorkomen van diverse indicatieve plantensoorten, per habitat en per periode. Waarbij (X) komt voor, (-) komt niet voor, () onbekend. Bron: Flora Atlas Eindhoven

Soort	1900-1950	1950-2000	Na 2000
Hoogveen			
Lavendelhei	X	-	-
Heischraalgrasland			
Moeraskartelblad	X	-	-
Valkruid	X	-	-
Blauwe knoop	X	X	-
Klein wintergroen	X	-	-
Herfstschroeforchis	X	-	-
Zure kleinezeggenmoerassen			
Veldrus	X	X	X
Moerasviooltje	X	X	-
Wateraardbei	X	X	-
Waterdrieblad	X	-	X
Veldrusschraalland-blauwgrasland			
Klein glidkruid	X	-	-
Kleine valeriaan	X	-	-
Zomerschroeforchis	X	-	-
Spaanse ruiter	X	-	-
Kalkmoeras			
Knopbies	X	-	-
Parnassia	X	-	-
Slank wollegras	X	-	-
Waterplanten (oplopende alkaliniteit)			
Drijvende waterweegbree	X	X	-
Klimopwaterranonkel	X	-	X
Grote waterranonkel	-	X	X
Waterviolier	X	X	X

4.2.6 Synthese

Hier worden de eerder geformuleerde hypothesen samengebracht, getoetst en in samenhang besproken op zoek naar de processen die de standplaatscondities van flora en vegetatie bepalen. Op basis van deze inzichten wordt in de volgende hoofdstukken een kansen-knelpunten analyse, een herstelstrategie en herstelmaatregelen geformuleerd.

4.2.6.1 Historisch functioneren

De Gijzenrooise Zegge is een deels met veen opgevulde afvoerloze laagte. Dat er zich veen heeft kunnen vormen duidt op stabiele hoge grondwaterstanden over een zeer lange periode. De hoge stijghoogtes in het eerste watervoerende pakket, die vóór de ontginning van de Groote Heide waarschijnlijk nog hoger lagen dan tegenwoordig, hebben hiervoor gezorgd. Deze zijn erg sturend in de grondwaterstanden, en dan met name in welke mate deze in de zomer weg kunnen zakken. Aan de zuidoostzijde van de laagte stroomde het grondwater nagenoeg jaarrond toe, terwijl het aan de noordwestzijde weer kon infiltreren.

Het historisch voorkomen van Knopbies, Parnassia en Slank wollegras duidt erop dat er in een deel van de venige laagte een kalkmoeras bestond. Het voorkomen van een soort als Lavendelhei, in combinatie met het feit dat er turf gewonnen is in de laagte, duidt erop dat er ook sprake moet zijn geweest van een zeer basenarm veentype. Het feit dat het grondwater voornamelijk uit het (zuid)oosten toestroomde, en de veenputten met name aan de westzijde van de laagte liggen, maakt het aannemelijk dat het kalkmoeras aan de oostzijde en het basenarme veentype aan de westzijde van de laagte gelegen hebben. Op de flanken van de venige laagte groeiden soorten van blauwgraslanden, veldrusschraallanden en heischrale graslanden. Deze soorten geven aan dat er op de flanken matig tot zwakgebufferde, vochtig tot natte standplaatscondities voorkwamen.

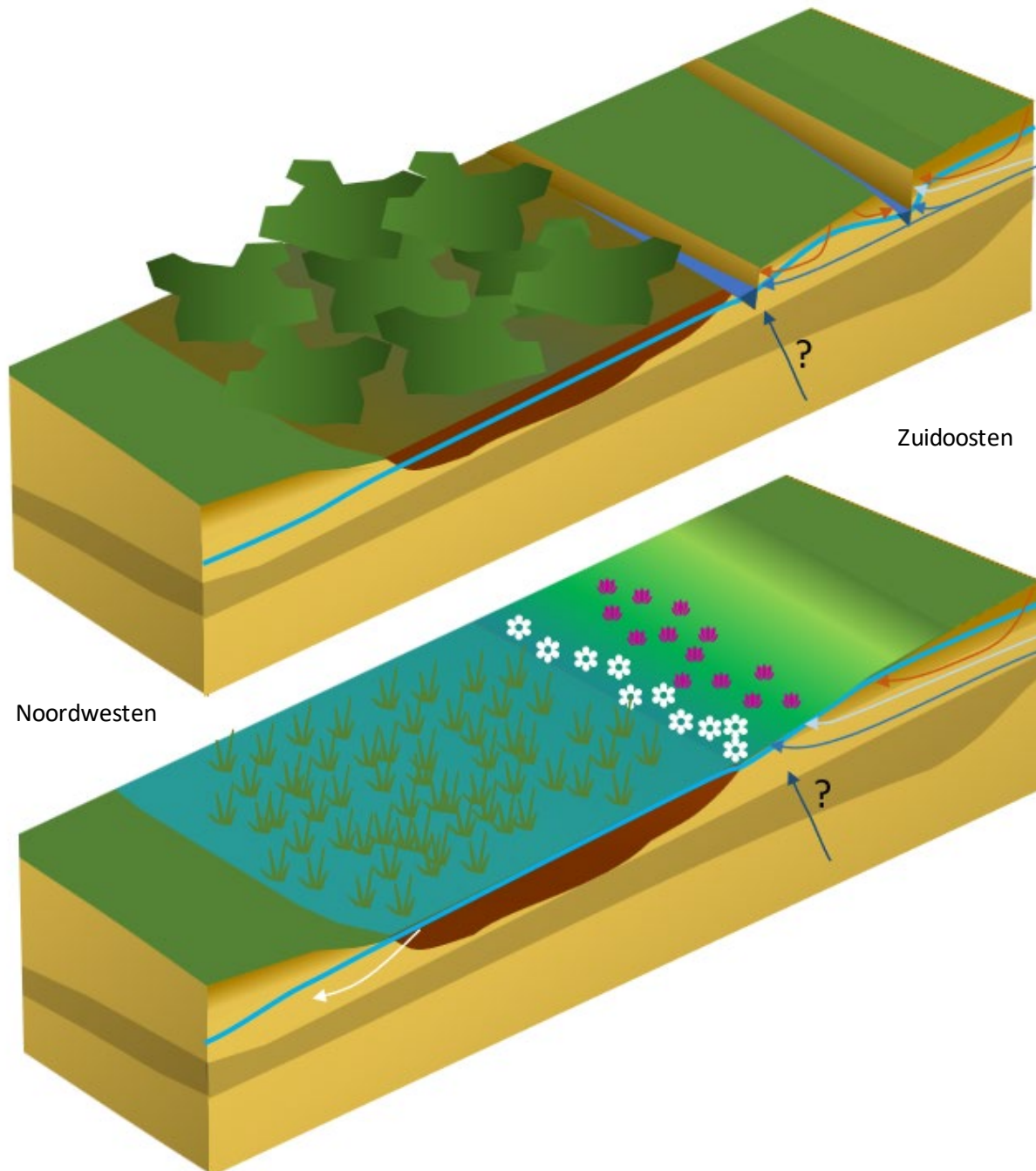
Het historische hydrologisch systeem dat ten grondslag ligt aan deze standplaatscondities is weergegeven in de onderste afbeelding in Figuur 4.49. De sterk basenhoudende en plaatselijk kalkhoudende Brabantse Leem, die onder het gebied aanwezig is en hier meer uit zandige leem dan vaste leem bestaat, heeft in het verleden gezorgd voor de sterk gebufferde omstandigheden die een deel van de laagte tot kalkmoeras maakten. De opbolling van lokaal grondwater in de flanken zorgde voor druk op en een grote gradiënt in het uittredende grondwater. Lokaal, zuur grondwater dat geen contact heeft gehad met de Brabantse Leem trad hoog op de flank uit. Dan volgde er een zone waarin naar beneden toe steeds sterker gebufferd grondwater uittrad dat een langere stroombaan en meer contact met sterker gebufferde bodemlagen heeft gehad. Ten slotte bevond zich onderaan de flank, aan de randen van het permanent natte gebied, een zone waarin zeer basenrijk grondwater uittrad dat een langere tijd lateraal over de Brabantse Leem heeft gestroomd en/of door de aanwezige overdruk van onder de leem door de zandige leem naar boven is gedrukt. Het is onduidelijk in welke mate de leem weerstand biedt aan dit water, maar waarschijnlijk is de stroming gering.

Deze gradiënt bevond zich met name aan de zuid en zuidoostzijde van de laagte. Aan de west-, noord- en noordoostzijde zijn de grondwaterstanden lager en aan deze zijden van de laagte kon het water verder stromen. Zie voor dit principe Figuur 4.49.

4.2.6.2 Huidig systeemfunctioneren

De hydrologische aanpassingen in het gebied en zijn omgeving hebben geleid tot aanzienlijke veranderingen in de waterhuishouding en daarmee de standplaatscondities (Figuur 4.49). De Kleine Beekloop stroomt aan de belangrijkste toestroomrichting van het grondwater (zuidoostzijde) op het laagste punt langs de centrale laagte. Verder zijn aanliggende laagtes via diepe sloten op de waterloop aangesloten. De Kleine Beekloop is doorgetrokken naar de uithoeken van Groote Heide. Dit heeft geleid tot een verlaging van de drainagebasis in het bovenstroomse gebied.

De hydrologische herinrichting heeft geleid tot een verkorting van de stroombanen, waardoor grondwater minder contact heeft met de Brabantse Leem, voortijdig wordt afgevoerd via waterlopen en minder frequent op de laagste delen aan maaiveld uittreedt.



Figuur 4.49: Huidig (boven) en historisch (beneden) systeemfunctioneren van de Gijzenrooise Zegge. Blauwe lijn indiceert grondwaterstand, pijlen indiceren grondwaterstromen, met van rood naar donkerblauw een toename in stroombaanlengte. Onder de venige laagte bevindt zich in bruin de zandige Brabantse Leem.

De centrale venige laagte in het gebied kent relatief stabiele grondwaterstanden, die in de zomer wel onder maaiveld kunnen uitzakken. Hier wordt de ontwikkeling van kenmerkende grondwaterafhankelijke vegetaties beperkt door invloeden zoals overstromingen met eutroof water uit de Kleine Beekloop, veenafbraak en de aanwezigheid van een dicht wilgenstruweel. Op de lage flanken heeft een verrijking van de bodem gezorgd voor een vegetatie waarin ruige grassen en pitrus domineren. Kwel blijft zichtbaar in enkele sloten en poelen, die vrijwel jaarrond water voeren. Op deze plaatsen groeit Waterviolier, Veldrus, Klimopwaterranonkel en Grote waterranonkel.

De huidige situatie wordt gekenmerkt door een meer lokaal, fluctuerend en zuurder grondwatersysteem. Hierdoor zijn de standplaatscondities veranderd en is de historische vegetatiegradiënt verdwenen.

4.2.7 Kansen- en knelpunten analyse

4.2.7.1 Kansen

- Nagenoeg het gehele gebied is in eigendom van Het Brabants Landschap, met op de zuidflank ook eigendommen van de Gemeente Geldrop. Deze eigendomssituatie vergemakkelijkt herstelmaatregelen;
- De belangrijkste waterloop in de zuidoostflank, die water vanuit de wadi naar de Kleine Beekloop voert, heeft beneden het stuwpeil van de wadi geen functie voor de drooglegging van bewoond gebied;
- De directe omgeving van de lage delen van het gebied is al in extensief landbouwkundig gebruik en kent dus geen zeer intensieve bemesting;
- Aan de onderzijde van de zuidflank van het gebied treedt op verschillende plaatsen nog vrij schoon en basenrijk water uit en op enige diepte in de zuidoostflank is nog steeds zeer basenrijk en lokaal ook kalkhoudend grondwater aanwezig op de plekken waar dit in aanraking komt met de Brabantse Leem;
- De stijghoogte van het eerste watervoerende pakket ligt in de lage terreindelen een groot deel van het jaar boven maaiveld en altijd boven de stijghoogte van het freatisch grondwater, wat een mogelijk een opwaartse waterstroom door de kalkrijke zandige leem tot stand kan brengen. Dit grondwater treedt dan in de lage flank uit;
- Het herstellen van de hoge waterstanden in de laagte bevordert de opbolling van de grondwaterstanden in de aangrenzende ruggen, wat het potentiaalverschil vergroot en het uittreden water dat in contact is geweest met de basenhoudende leem bevordert;
- Op de Groote Heide, dat het inrijgebied vormt voor het regionale grondwater, gaat grootschalig hydrologisch herstel plaatsvinden, wat kan leiden tot een verhoging van de regionale grondwaterstanden en daarmee de uitgangssituatie voor de Gijzenrooise Zegge sterk verbetert. Een robuust regionaal watersysteem maakt het gebied ook in extreem droge jaren minder kwetsbaar voor verdroging;
- De Kleine Beekloop is relatief schoon door het beperkte areaal intensieve landbouw in het stroomgebied, door natuurherstel (zie vorige punt) stroomopwaarts wordt de waterkwaliteit in de toekomst waarschijnlijk nog beter.

4.2.7.2 Knelpunten

- De regionale stijghoogte is zeer bepalend voor de grondwaterstanden in droge periodes. In droge jaren kan de grondwaterstand zover uitzakken dat kwetsbare soorten die afhankelijk zijn van zeer stabiele hoge grondwaterstanden zich niet stand kunnen houden;
- De Kleine Beekloop heeft een belangrijke functie in het verzorgen van voldoende drooglegging van de bovenstroomse bewoning en landbouw in het gebied tussen de centrale venige laagte en de Groote Heide;
- De Kleine Beekloop loopt aan de zuid- en oostzijde langs de centrale venige laagte, die samenvalt met de zone waar de grootste opbolling in de flank, en daarmee het grootste potentiaalverschil kan optreden. Hierdoor liggen hier van nature de belangrijkste en meest uitgesproken gradiënten;

- De Kleine Beekloop en belangrijke zijtakken leggen alle laagtes in de zone tussen de Groote Heide en centrale venige laagte effectief droog. Dit zijn allemaal laagtes die potentieel onder invloed kunnen staan van basenrijk grondwater. Deze drooglegging vermindert ook de druk op het toestromende water naar de centrale venige laagte;
- De centrale venige laagte is volledig begroeid met wilgenstruweel. Bij hydrologisch herstel, waarbij er aan de rand weer een sterke gradiënt in uittredend grondwater ontstaat, voorkomen de wilgen de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke vegetaties;
- Veel percelen op de flank zijn opgehoogd, wat tot een onnatuurlijk maaiveldverloop leidt en de potentiële kwelhelling sterk kan verkorten/verstoren. Ook is deze grond een bron van nutriënten;
- In alle flanken ligt zeer veel (ondiepe) detailontwatering die in natte periodes effectief de opbolling onder deze percelen vermindert en daardoor de periode waarover deze flanken grondwater kunnen toeleveren vermindert (Figuur 4.40).

4.2.8 Herstelstrategie

De herstelstrategie van de Gijzenrooise Zegge richt zich op het herstel van de gradiëntrijke uittreedzone van grondwater op de flank en het herstel van het natuurlijk functioneren van een veenvormende afvoerloze laagte centraal in het gebied. In de eerste fase van het herstel gaat het om het verhogen van de drainagebasis. Een hoger peil brengt veenvormende condities terug in de laagte en vermindert de drainerende werking van de laagte. Hierdoor treedt hoger op de flank grondwater uit en ontstaat er een brede kwelhelling. Om de vegetaties op deze gradiënt ontwikkelperspectief te geven dient het wilgenstruweel aan de randen waar de onderzijde van de gradiënt zal komen te liggen verwijderd te worden. De tegendruk die het opstuwen geeft aan het toestromende grondwater zorgt ervoor dat het basenrijke grondwater weer in de flank gaat uittreden. Met name in de zuidoostflank zal dit door het lage maaiveld in kleinere laagtes en de zeer geleidelijke helling op de flank leiden tot het langdurig uittreden van basenrijk grondwater. Wel dienen hiervoor delen van de opgehoogde gronden van de flank afgegraven te worden, omdat historische maaiveldverhogingen zorgen voor onnatuurlijke hoogtegradiënten die de kwelhelling sterk kunnen verkorten en verstoren.

Bij herstel komt het fosfaat vrij dat waarschijnlijk nog in verhoogde mate in de huidige hooi- en weilandbodems aanwezig is. Dit fosfaat is vooral gebonden aan ijzeroxiden, die oplossen wanneer de bodem nat wordt en zuurstof verdwijnt. Hierdoor komt ook het fosfaat in oplossing. Om deze opgeloste fosfaat uit het systeem te krijgen dient er gedurende de eerste jaren na herstel wel mogelijkheid tot waterafvoer blijven. Deze uitspoeling van fosfaat is waarschijnlijk dusdanig dat de gronden zonder het afschrappen van de voedselrijke toplaag kunnen verschrallen. Intensief maai- en afvoerbeheer op deze vochtige tot natte delen is tevens noodzakelijk om het vrijkomende fosfaat dat direct door de vegetatie wordt opgenomen af te voeren. Mocht de situatie na 5 jaar nog te voedselrijk zijn dan kan plaggen overwogen worden.

Om het hydrologisch systeem ook vanuit de bovenkant te herstellen en stabiliseren dient de alle ontwatering in de langgerekte uittreedzone van grondwater op de lage flank maaiveldvolgend gedempt te worden. Hoger op de flank is het dempen, verondiepen of stuwen van diepe sloten cruciaal om de opbolling in de flank te herstellen. Dit kan gerealiseerd worden zonder de drooglegging van de woonwijken hoger op de flank te beïnvloeden door het stuwpeil van de Wadi te handhaven en de sloot die uit de Wadi vloeit verder bovenstrooms op een hoger peil naar de Kleine Beekloop te leiden.

In een meer ingrijpende tweede fase van het herstel is het wenselijk om het hydrologisch systeem tussen de Groote Heide en de centrale venige laagte verder te herstellen en optimaliseren om het

geheel robuuster te maken. Hierbij dient de Kleine Beekloop verlegd te worden naar een positie hoger op de flank. Hierdoor worden alle laagtes en de flanken van deze laagtes gevrijwaard van diepe ontwatering en toevoer van gebiedsvreemd water. Dit maakt dat het grondwater beter kan opbollen in deze flanken en dat de laagtes weer compleet grondwatergevoed worden, wat het risico op eutrofiëring vermindert. Ook kan het grondwater weer langere stroombanen vormen en daarbij meer in aanraking komen met de Brabantse Leem.

Met het oog op klimaatverandering is ingrijpen in het regionale grondwatersysteem belangrijk om op de lange termijn standplaatscondities geschikt te maken en houden voor de nu verdwenen zeer zeldzame, kritische soorten van basenrijke veenvormende systemen. Enkel met een stabiel regionaal grondwatersysteem dat ook in droge jaren een overdruk geeft in de enige laagtes zijn deze standplaatscondities duurzaam te herstellen. Het aankomende herstel van het 'Drinkwaterlandschap Groote Heide' leidt mogelijk al tot een toename van de druk op het regionale systeem.

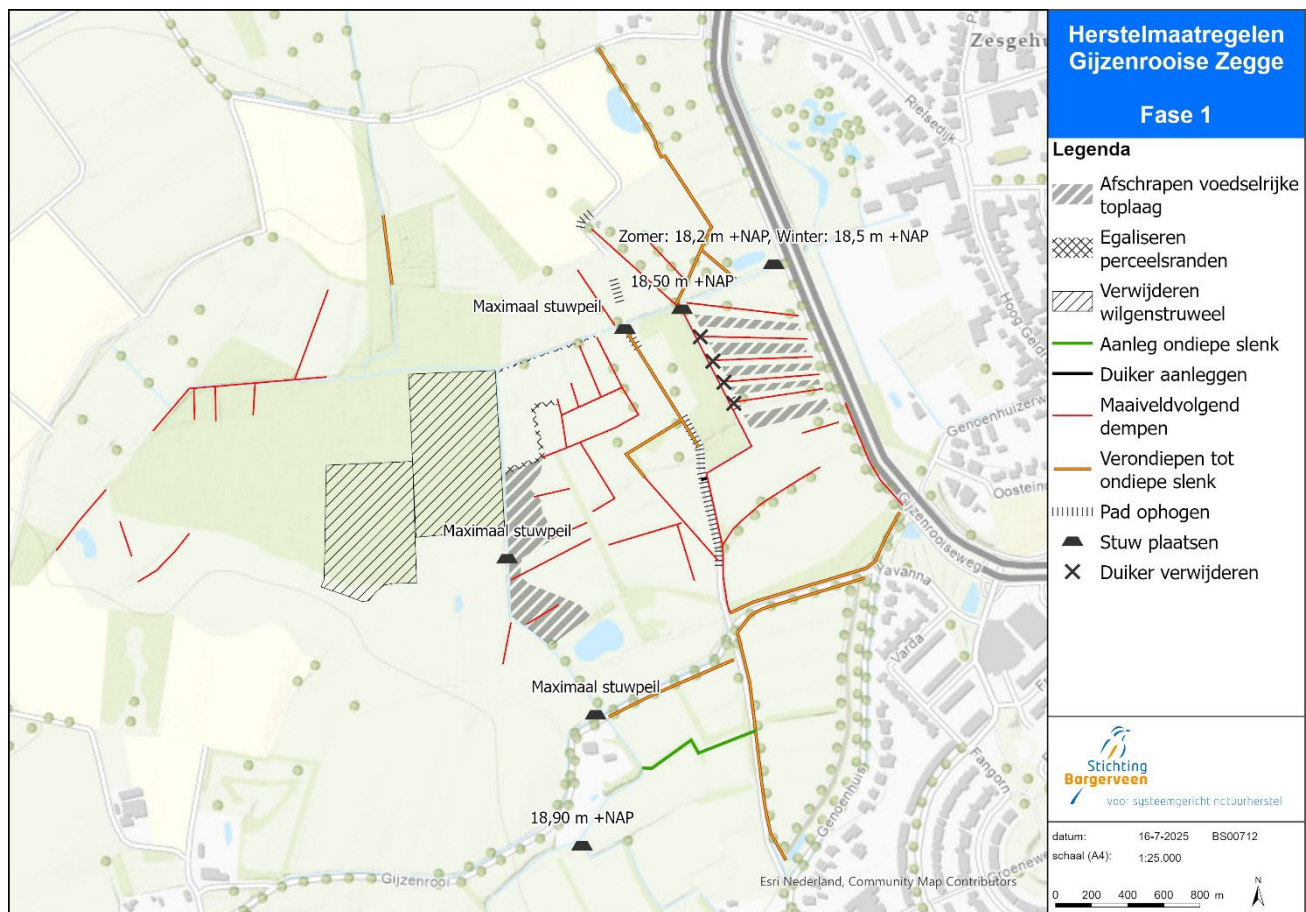
4.2.9 Herstelmaatregelen

Zoals hiervoor besproken is er een eerste en tweede fase in het herstel. De eerste fase is gericht op het zoveel mogelijk herstellen van de natuurlijke hydrologie binnen het gebied. De tweede fase heeft invloed buiten het gebied en gaat over integraal herstel van het watersysteem met afvoerloze laagtes in de omgeving.

Fase I: Verhogen drainagebasis

De belangrijkste knop waaraan 'gedraaid' kan worden de drainagebasis, in dit geval de Kleine Beekloop. Door deze te verhogen wordt de laagte weer een groot deel van het jaar geïnundeerd, waardoor deze tegendruk gaat geven aan het grondwater dat in de flanken toestroomt. Tevens herstelt dit de veenvormende omstandigheden in de laagte door de fluctuatie te beperken tot maximaal 30 centimeter onder maaiveld. De grondwaterstanden in de laagste delen van de belangrijkste aanvoerrichting van het grondwater (zuidoostflank) komen hiermee ook vrijwel permanent tot aan maaiveld. Echter, doordat de Kleine Beekloop ook in de zomer gebiedsvreemd water blijft aanvoeren terwijl de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (en daarmee van nature ook de grondwaterstand) daalt, zou een constant stuwpeil in de zomer tot een inzijg-situatie leiden met gebiedsvreemd water. De maatregelen bestaan uit:

- Het plaatsen van een automatische stuw ter hoogte van de Gijzenrooiseweg met een winterpeil van 18,5 m +NAP dat geleidelijk uitzakt tot een zomerpeil van 18,2 m +NAP.
- Bij het niet mogelijk zijn van een dusdanig hoog winterpeil door noodzakelijke drooglegging voor woningen en landbouw, een stuw plaatsen op 18,5 m +NAP bij de uitstroom van de laagte op de zuidoostflank.



Figuur 4.50: Herstelmaatregelen Gijzenrooise Zegge Fase 1.

Fase I: Herstel opbolling in de flanken

Door deze maatregelen aan de 'onderkant' van het systeem wordt de gradiënt van onderen uit als het ware naar boven geduwd. Om de gradiënt aan de bovenkant te verlengen dienen ook op de flank maatregelen te worden genomen. Deze bestaan uit het zoveel mogelijk dichtn van de sloten die aanwezig zijn in de flank.

- De detailontwatering in de flanken maaiveldvolgend dempen zodat deze zijn drainerende werking op de opbolling verliest.
- Het verminderen van de drainerende werking van de diepe sloot tussen de Wadi en de Kleine beekloop.
 - De sloot kan benedenstrooms van de weg Gijzenrooi gedempt worden tot aan de zuidoostelijke laagte vanwege de permanent drainerende werking en gebrekaan functie voor de drooglegging van woon- of landbouwgebied.
 - Tussen de Kleine Beekloop en de zuidoostelijke laagte dient enkele jaren een afvoer te blijven voor vrijkomend fosfaat.
 - De bermsloten langs de weg Gijzenrooi dienen te worden verondiept of gedempt als mogelijk.
 - Bovenstrooms van de weg Gijzenrooi kan de sloot verondiept worden tot een ondiepe slenk (ca. 30 cm), die via een nieuw te graven slenk op het laagste deel van de oever dan deze sloot op een peil van ongeveer 18,8 m +NAP kan laten afwateren op de Kleine Beekloop.

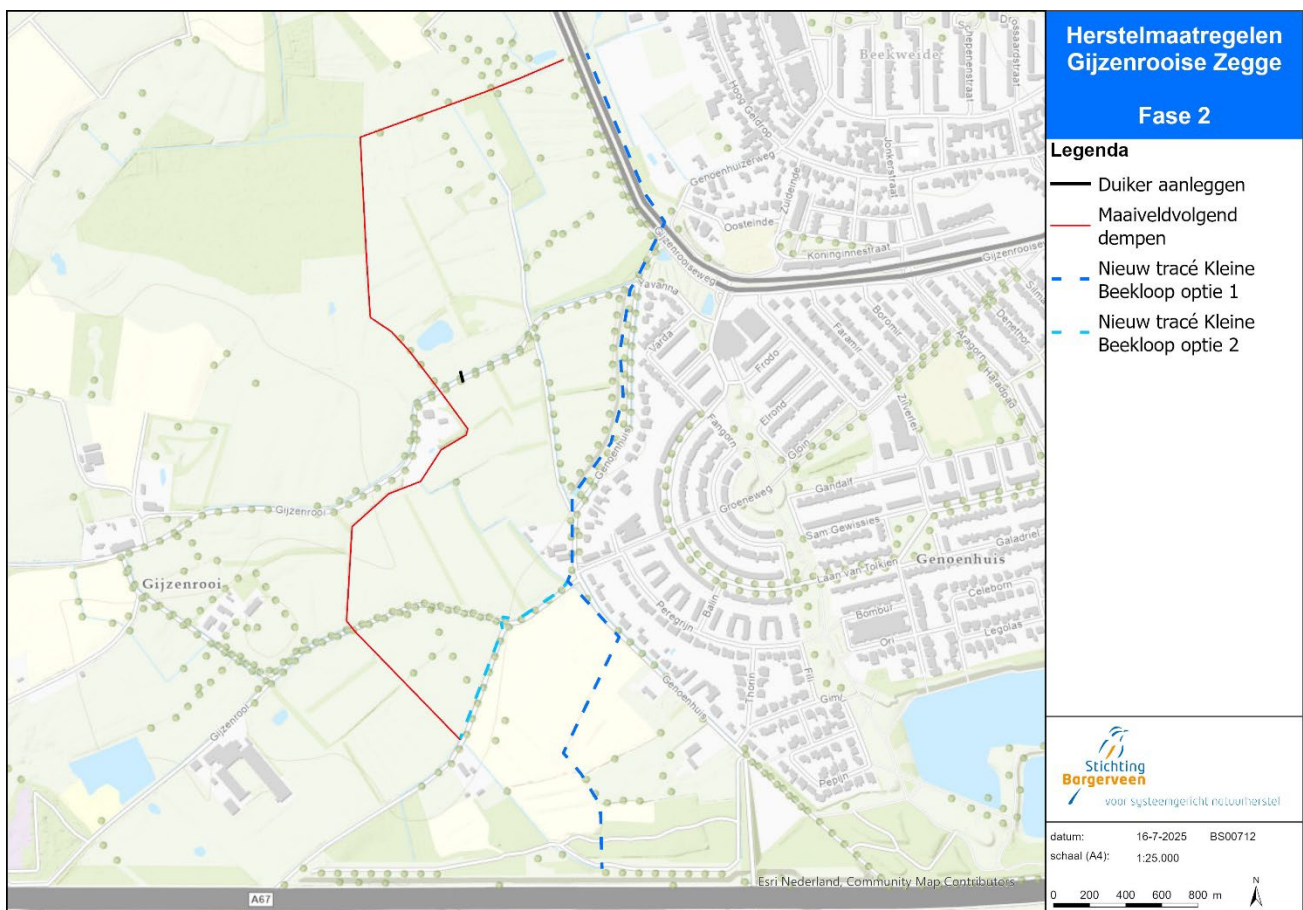
- Het verminderen van de drainerende werking van de sloot in het zuiden door deze net voor de monding op de Kleine Beekloop te stuwen tot 18,9 m +NAP. Dit maakt dat het water in de flank op een hoger niveau gedraineerd wordt en constant richting de laagtes met een maaiveld op 18,2-18,6 m +NAP kan blijven stromen.

Fase I: Aanvullende maatregelen en monitoring

- Op plekken waar onnatuurlijk reliëf door opgebrachte grond laag op de flank aanwezig is in de uittreedzone van het grondwater dient dit te worden geëgaliseerd tot het natuurlijk maaiveld.
- Op plekken waar de toplaag voedselrijk is maar geen onnatuurlijk reliëf bestaat kan middels vernatting het fosfaat uit de toplaag worden 'uitgespoeld'. Extra afvoer van fosfaat kan worden gerealiseerd door maai- en afvoerbeheer.

Om dit effect te monitoren is het raadzaam om na herstel een evaluatiemoment 5 jaar naar uitvoering in te plannen en tussentijds jaarlijks 1-2 maal watermonsters te nemen om de fosfaatgehaltes te kunnen monitoren.

Fase II: Verleggen Kleine Beekloop



Figuur 4.51: Herstelmaatregelen Gijzenrooise Zegge Fase 2.

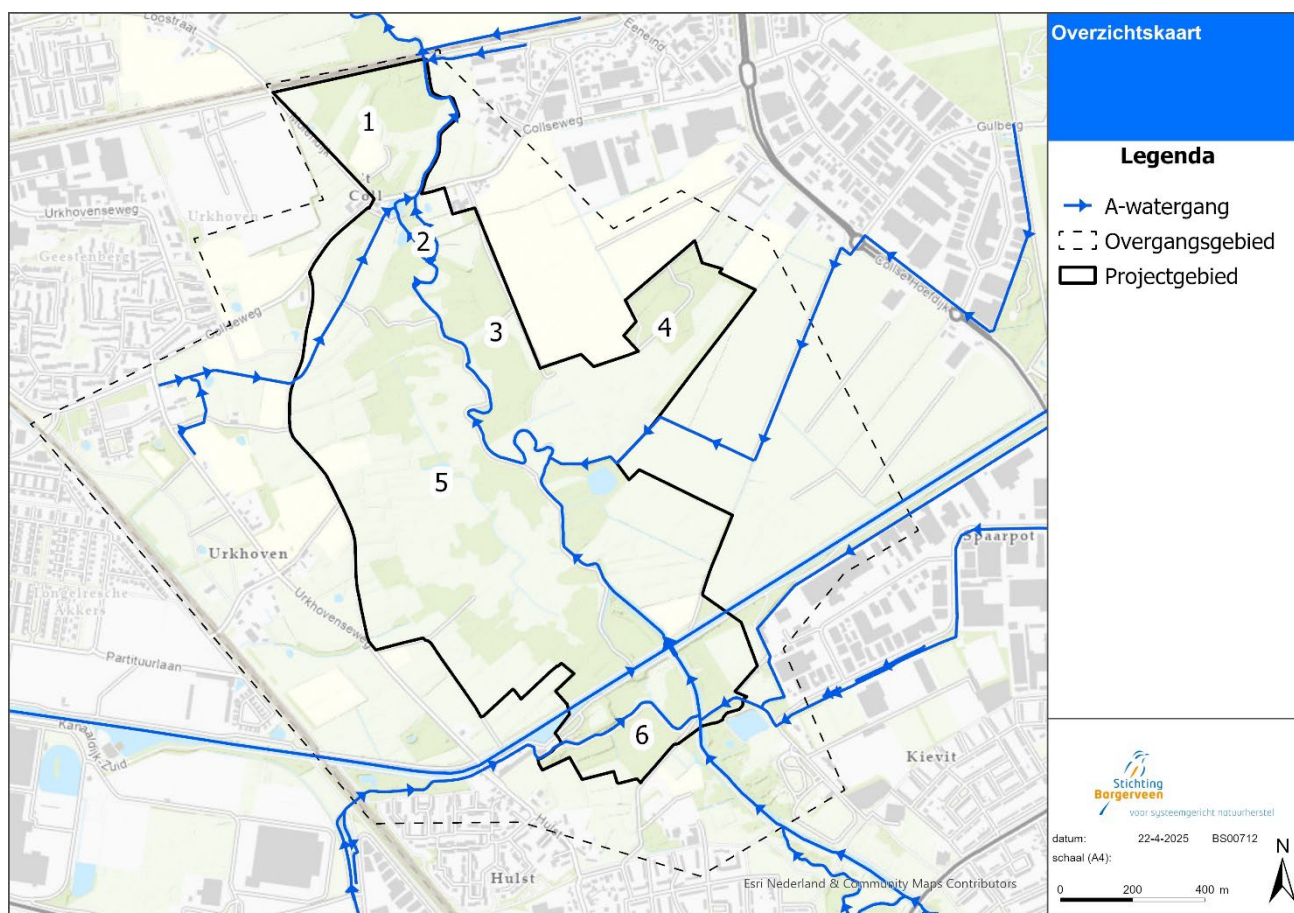
In de tweede fase wordt er buiten het dempen van meer detailontwatering rondom de centrale laagte ook vooral gekeken naar de Kleine Beekloop. De huidige ligging van deze hoofdwaterloop zorgt voor sterke drainage en is daarom een groot knelpunt voor het volledige herstel van het gebied. Het verleggen van de Kleine Beekloop naar een traject hoger op de flank is echter alleen mogelijk na functieveranderingen van verschillende laagliggende percelen. De Kleine Beekloop wordt

in beide situaties gedempt tussen de centrale venige laagte en de zuidelijke laagte, waarbij een duiker onder de weg Gijzenrooi wordt geplaatst zodat het water daar over maaiveld naar de centrale venige laagte kan stromen.

- Het meest wenselijke traject laat de Kleine Beekloop direct vanuit de overkluizing bij de A67 (bodemhoogte sloot daar naar 18,8 m +NAP) naar het noorden lopen en via bestaande sloten in landbouwgebied richting de wadi lopen. De wadi (bodemhoogte 18,8 m +NAP) wordt dan onderdeel van de sloot, die in het noorden aan de oostzijde van de Gijzenrooise weg verder loopt tot het bestaande tracé (bodemhoogte 17,2 m +NAP). In dit scenario zal de laagte zuidelijk van de centrale laagte hydrologisch ook volledig hersteld worden omdat afvoer zonder bemaling niet meer mogelijk is.
- Een andere optie voor het tracé is dat de Kleine Beekloop tot aan deze laagte loopt, en dan via een sloot aan de oostzijde met de wadi in verbinding wordt gebracht om via daar verder te stromen via het tracé dat hiervoor beschreven werd, in dit geval behoudt de laagte een (zeer geringe) drooglegging.

4.3 Urkhovense Zeggen

4.3.1 Gebiedsbeschrijving



Figuur 4.52: Overzichtskartaal Projectgebied met 1) Varkensput, 2) Collse watermolen, 3) Collse Zeggen, 4) Collse bos, 5) Urkhovense Zeggen, 6) Hulsterbroek.

De Urkhovense Zeggen liggen in het beekdal van de Kleine Dommel, noordelijk van Geldrop en westelijk van Eindhoven. Samen met de Collse Zeggen, het Hulsterbroek en de Varkensput vormen ze een aaneengesloten natuurgebied van ca. 180 ha (Figuur 4.52), gemakshalve in zijn totaliteit hieronder verder aangeduid als projectgebied. De westelijke oever is grotendeels in eigendom van de Gemeente Eindhoven, de oostelijke oever is eigendom van Staatbosbeheer, met particuliere eigenaren op de intensieve landbouwgronden.

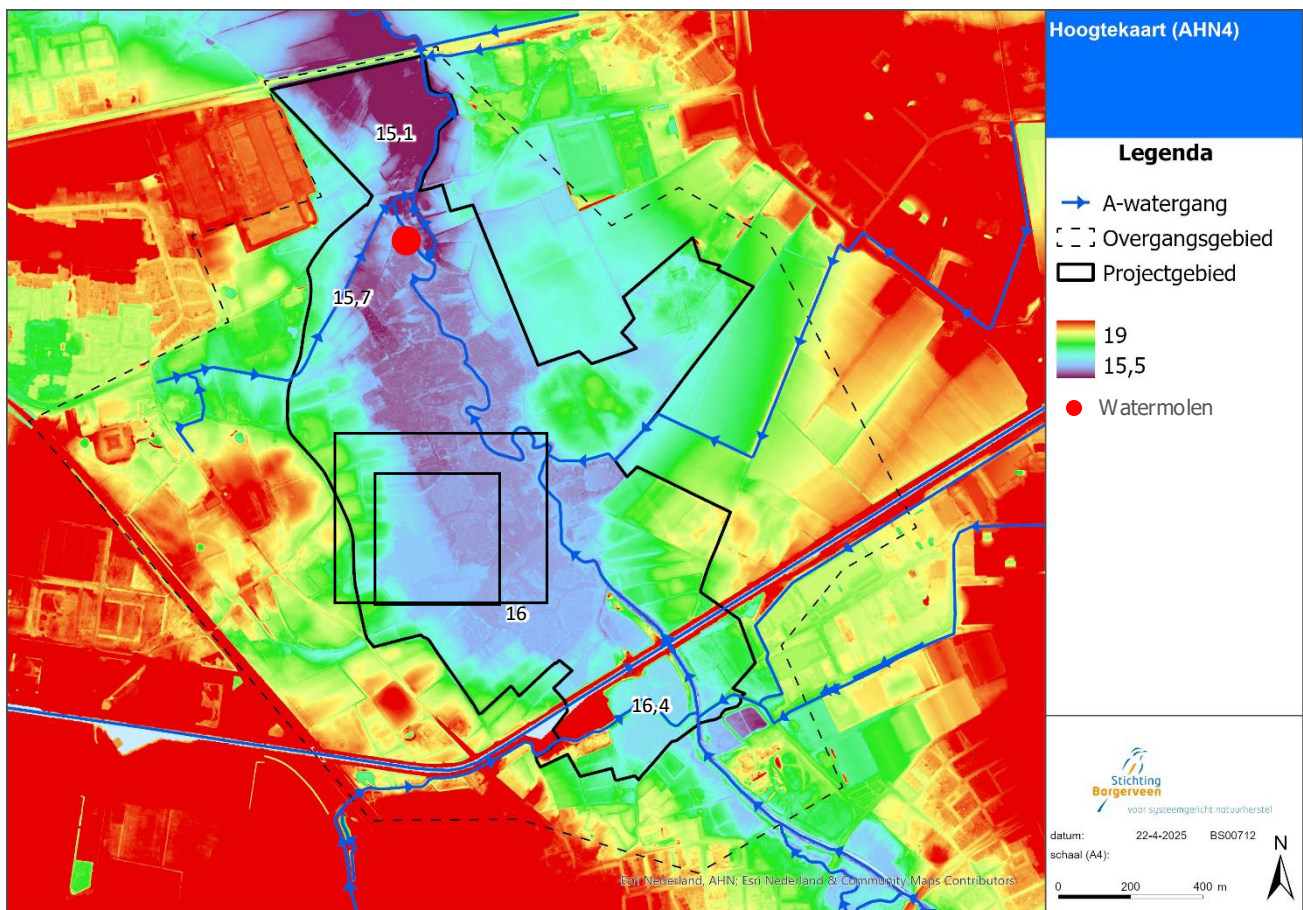
Direct stroomafwaarts van de Urkhovense Zeggen bevindt zich de Collse watermolen, die de identiteit van het gebied in sterke mate bepaald (heeft). Deze mocht het water namelijk extra hoog opstuwten door de nabijheid van de Opwettense watermolen en de opstuwning die deze veroorzaakte. Hiervoor zijn twee dijkes aangelegd waarachter een gebied van tientallen hectares onder water gezet kon worden. Dit gebied is de kern van de Urkhovense Zeggen (Stuurman & van der Weg, 1994). Deze kern bestaat grotendeels uit veengebied. In het gebied bevinden zich oude bossen (o.a. het Collse bos), wilgenstruwelen, grotezeggemoerassen, rietmoerassen, blauwgraslanden en hooilanden. Na herstelmaatregelen in 2007 is een kragge ontstaan, een drijvend veenpakket, die los is gekomen van de onderliggende vaste veenbodem. Aan de rand van het veengebied (ongeveer bij nummer 5, Figuur 4.52) bevindt zich een van de laatste blauwgraslanden van Noord-Brabant, met soorten als

Vlozegge en Spaanse ruiter. Vroeger kwamen hier ook o.a. Parnassia, Moeraswespenorchis en Lange zonnedaauw voor, soorten die kenmerkend zijn voor alkalische laagvenen.

4.3.2 Landschapsofbouw

4.3.2.1 Bodem en reliëf

Het beekdal van de Kleine Dommel ligt in een 6 tot 9 meter diep oerstroombdal dat aan het eind van de laatste ijstijd ontstaan is. Dit oerstroombdal heeft zich eerst gevuld met periglaciaie afzettingen van matig grof zand (dinoloket.nl). Daarna zijn delen van het dal opgevuld geraakt met veen en andere beekafzettingen. Op de plaats waar de watermolen staat is het dal veel smaller doordat dekzandruggen aan weerszijden van de beek daar in het dal uitwijken (Figuur 4.53). De bodem van het beekdal bestaat uit een heterogeen geheel van veenbodems, afgewisseld met moerige, lemige of zandige delen.

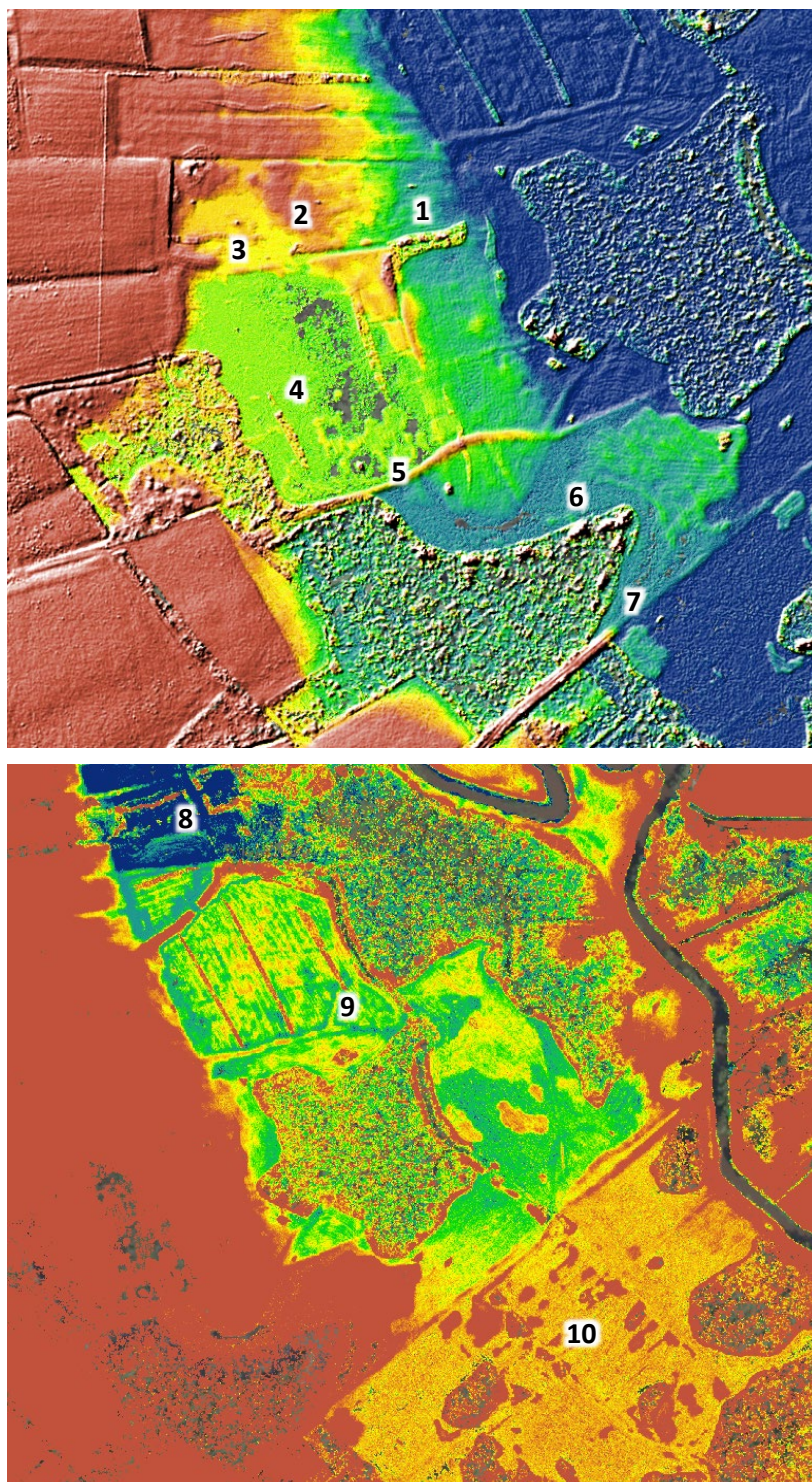


Figuur 4.53: AHN4 van de Urkhovense en Collse Zeggen (PDOK) met in blauw de A-watgangen met aangeduide stromingsrichting. Rechthoekige kaders geven begrenzingen Figuur 4.54 aan. Getallen geven hoogte in m +NAP aan.

Benedenstreams van de Collse watermolen, bij de Varkensput, ligt de bodem op 15,1 m +NAP, met relatief veel hoogteverschillen op de beekdalflank. Bovenstreams van de Collse watermolen is de bodem zeer vlak. In het noorden, bij de Collse watermolen, liggen de laagste delen op 15,7 m +NAP, in het zuiden van de Urkhovense Zeggen op 16,0 m +NAP. Dat is een zeer gering hoogteverval, namelijk van 30 cm over iets meer dan een kilometer. In het Hulsterbroek ligt de dalbodem op ca. 16,4 m +NAP.

Op de flanken van beekdal liggen hier en daar niet-opgehoogde minerale bodems die enkele centimeters tot decimeters hoger zijn dan het dal, zoals het zogenaamde 'Vloweitje' (16,05-16,30 m +NAP). Het grootste deel van de westflank bestaat echter uit lage enkeerdgronden die enkele decimeters hoger liggen (tussen de 16,5 en 17,5 m +NAP) dan de niet-opgehoogde delen van de flank. Aan de oostzijde van het dal bevinden zich veel minder lage enkeerdgronden; hier loopt de beekdalflank heel geleidelijk op en bestaat uit beekerdgronden (16,5- 17 m +NAP) en veldpodzolen (17-18,5 m +NAP). De overgang van beekerd- naar veldpodzolgronden valt samen met het begin van de 0,5 tot 1 meter dikke Brabantse Leem. Deze begint in de flanken van de Urkhovense Zeggen in het zuiden op 16,2 m +NAP en loopt richting het noorden langzaam af met de bovenkant van de leemlaag nabij de Collse Watermolen op 15,2 m +NAP. Dit maakt dat de bovenkant van de leemlaag in de flank op dezelfde hoogte ligt als het maaiveld in het beekdal. Verder van het beekdal af (17,5-19 m +NAP) liggen aan de westzijde voornamelijk hoge zwarte enkeerdgronden, terwijl in het oosten voornamelijk veldpodzolgronden liggen, die daar de overgang vormen naar het drogere dekzandlandschap.

De hoogtegradiënt in het Vloweitje, komt bijna nergens in de Urkhovense Zeggen voor. Het beekdal is vlak met een maaiveldhoogte net onder 16 m +NAP. De opgehoogde gronden op de flanken zijn hoger dan 16,5 m +NAP. Het Vloweitje ligt tussen 16 en 16,5 m +NAP. Het reliëf binnen dit perceel is trapsgewijs (zie Figuur 4.54). Het blauwgrasland van het Vloweitje (1) ligt net lager dan het maaiveld van hellingopwaarts gelegen gelegen laagtes (3, 4 in Figuur 4.54) en ongeveer op dezelfde hoogte als de bovenkant van de Brabantse Leem op de flank (Figuur 4.55). De natte heide (2) ligt hoger dan de laagtes (3,4). Deze laagtes zelf lijken gestuwd tot aan de hoogte (of het 'stuwpeil') van oude dijkjes/wegen (net onder 3 en bij 5). Ook het deel bij 6 tussen dijkjes 5 en 7 ligt hoger dan de rest van het dal. Buiten dit gecompartmenteerde systeem van haaks op de stroomrichting staande dijkjes op de beekdalflank is in het beekdal zelf ook sprake van een compartimentering door oude dijkjes. Tussen 8 en 9 en tussen 9 en 10 in bevindt zich een duidelijk waar te nemen, haaks op de stroomrichting staande, drempel die het bovengelegen 'compartiment' verder opstuwt. maaiveldhoogtes zijn gegeven in de beschrijving van Figuur 4.54.



Figuur 4.54: Boven: AHN4 Hillshade (rommelige delen zijn bossen) detailuitsnede met kleurenspectrum van blauw tot rood van 16,0 tot 16,5 m +NAP.

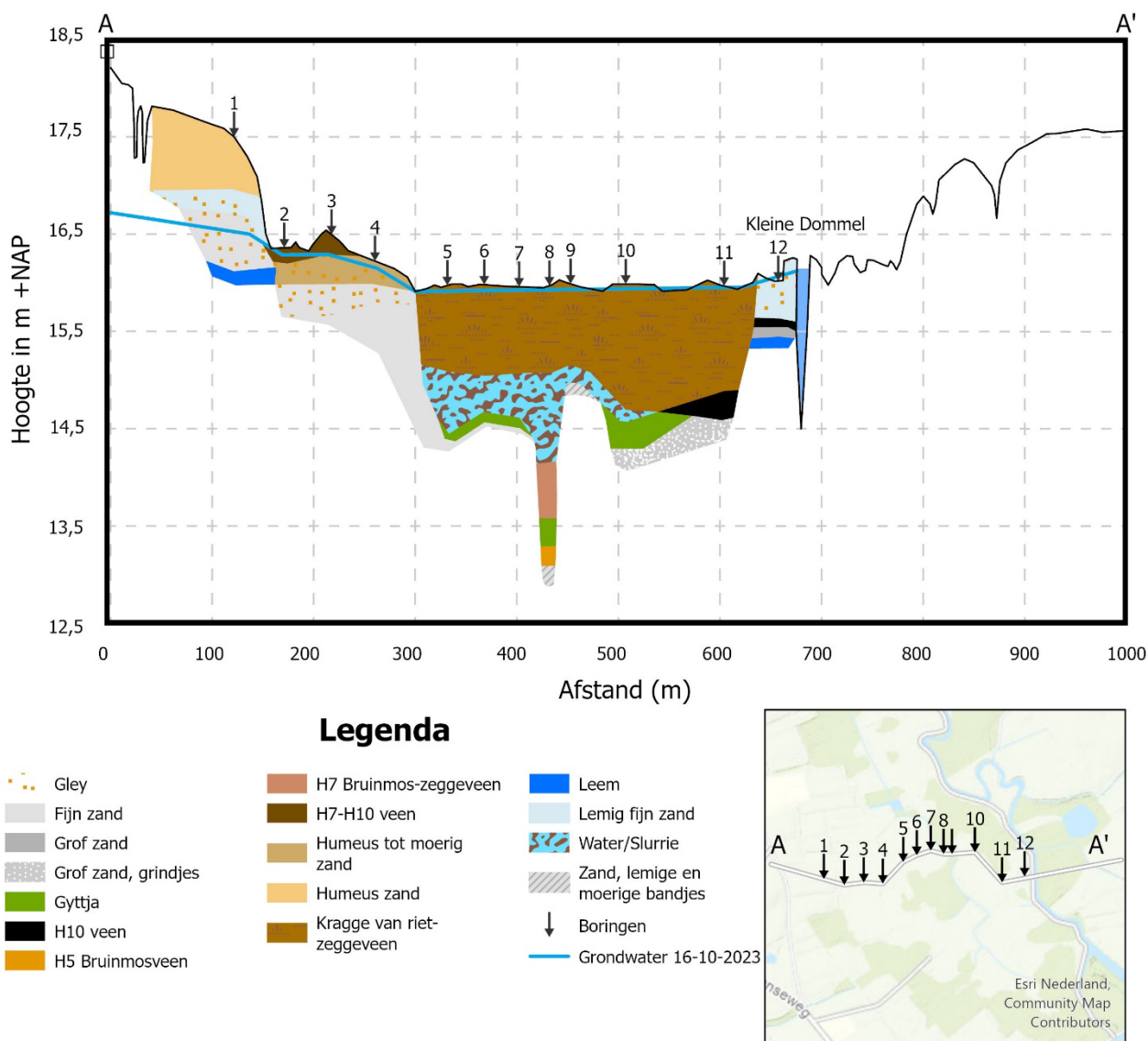
Waarbij: 1) Vloweitje blauwgrasland (16,05-16,25 m +NAP), 2) Vloweitje natte heide (16,3-16,5 m +NAP), 3) zwakgebufferde laagte (16,33 m +NAP), 4) zwakgebufferde laagte (16,26 m +NAP), 5) Dijk oude weg (16,33 m +NAP), 6) opgestuwd perceel (16,2 m +NAP). 7) Oude gemeentegrens.

Beneden: AHN4 detailuitsnede met kleurenspectrum van blauw tot rood van 15,85 tot 16,1 m +NAP. Waarbij: 8) maaiveld 15,8 m +NAP. 9) maaiveld 15,95 m +NAP. 10) maaiveld 16 m +NAP.

4.3.2.2 Bodemkundige doorsnedes

Om de opbouw van de ondergrond en de historische ontwikkelingen hierin beter te begrijpen zijn een aantal doorsnedes gemaakt, doorsnede 1 loopt vanaf de flank naar de Kleine Dommel via de best ontwikkelde vegetatiegradiënt die in de Urkhovense Zeggen aanwezig is. Doorsnede 2 loopt via de oude gemeentegrens en doorsnede 3 loopt parallel aan de Kleine Dommel door het beekdal.

Doorsnede 1

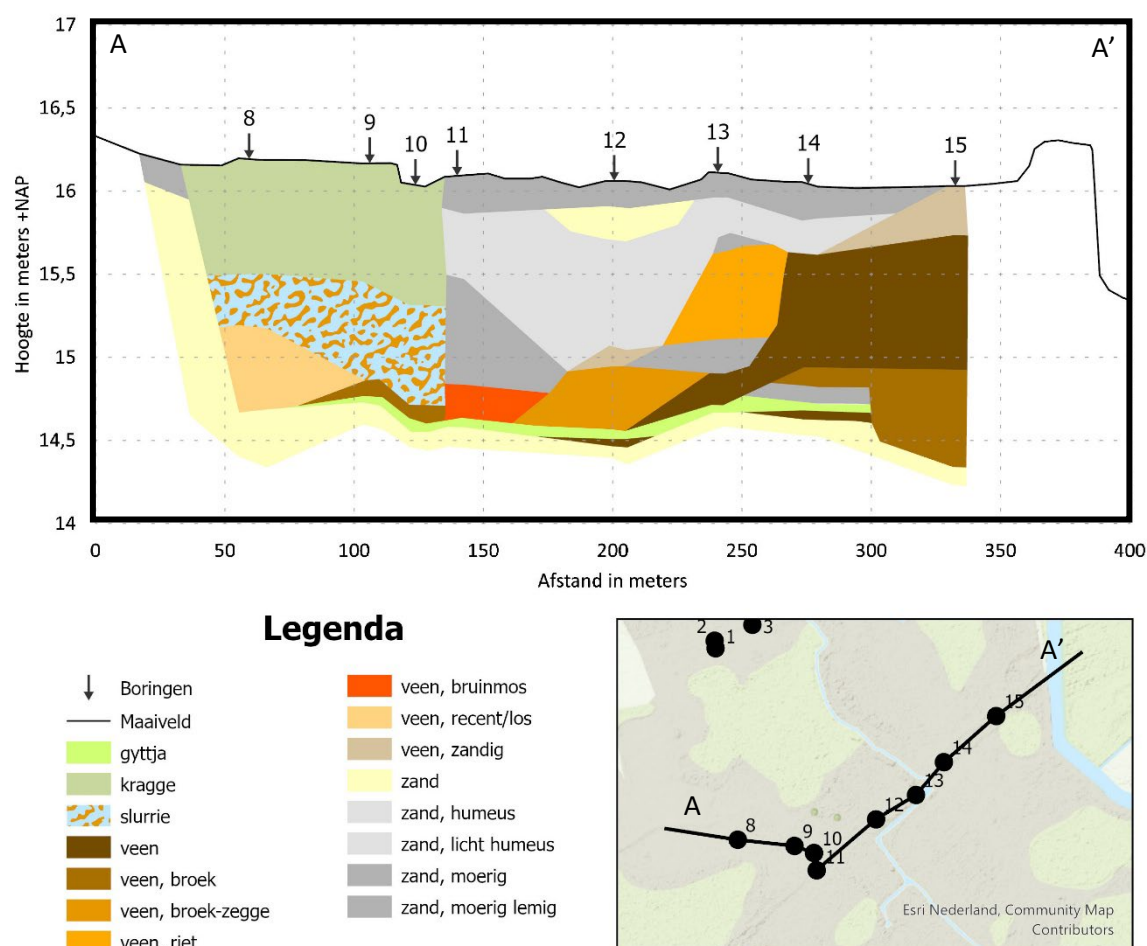


Figuur 4.55: Bodemkundige doorsnede langs de best ontwikkelde vegetatietypen in de Urkhovense Zeggen, van flank tot aan Kleine Dommel.

Het patroon uit de vorige paragraaf is ook duidelijk te zien in de eerste bodemkundige doorsnede (Figuur 4.55). Waarbij nummer 2, 3 en 4 in de doorsnede overeenkomen met respectievelijk 3 (Vloweitje), 2 (natte heide) en 1 (laagte) in Figuur 4.54. Verder is in de doorsnede te zien hoe bij nummer 1 sprake is van een opgehoogde bodem. De lage flank gaat tussen 4 en 5 met een scherpe knik over in het dal (vanaf 5) dat is opgevuld met veen. In het dal is sprake van een duidelijke kragge (Figuur 4.57) die drijft op ongeveer een halve meter water. De veenbasis bestaat uit een dunne gytija, die direct op de zandondergrond ligt. Rond boring 8 lijkt er sprake te zijn van een oude stroomgeul. Deze stroomgeul is met relatief weinig gehumificeerde lagen bruinmosveen (Figuur

4.57) opgevuld. Dichter tegen de Kleine Dommel aan ligt het veen direct op de ondergrond en is geen sprake meer van een kragge. Naast de Kleine Dommel ligt een gelaagd opgebouwde oeverwal (12), met achtereenvolgens lemig fijn zand, compleet gehumificeerd veen en leem. De zone met duidelijke gleyverschijnselen is ook aangeduid en geeft een indicatie van de optredende grondwaterstandsfluctuaties. Tussen 2 en 4 ligt de benedengrens van de gleyverschijnselen op ongeveer 15,5-15,7 meter +NAP en de bovengrens gelijk aan maaiveld. Bij 1 ligt deze ondergrens op ongeveer 16 meter +NAP en bij 2 de bovengrens op ongeveer een halve meter boven het maaiveld.

Doorsnede 2



Figuur 4.56: Doorsnede over oude gemeentegrens (11 t/m 15) en deel kragge (8 t/m 10).

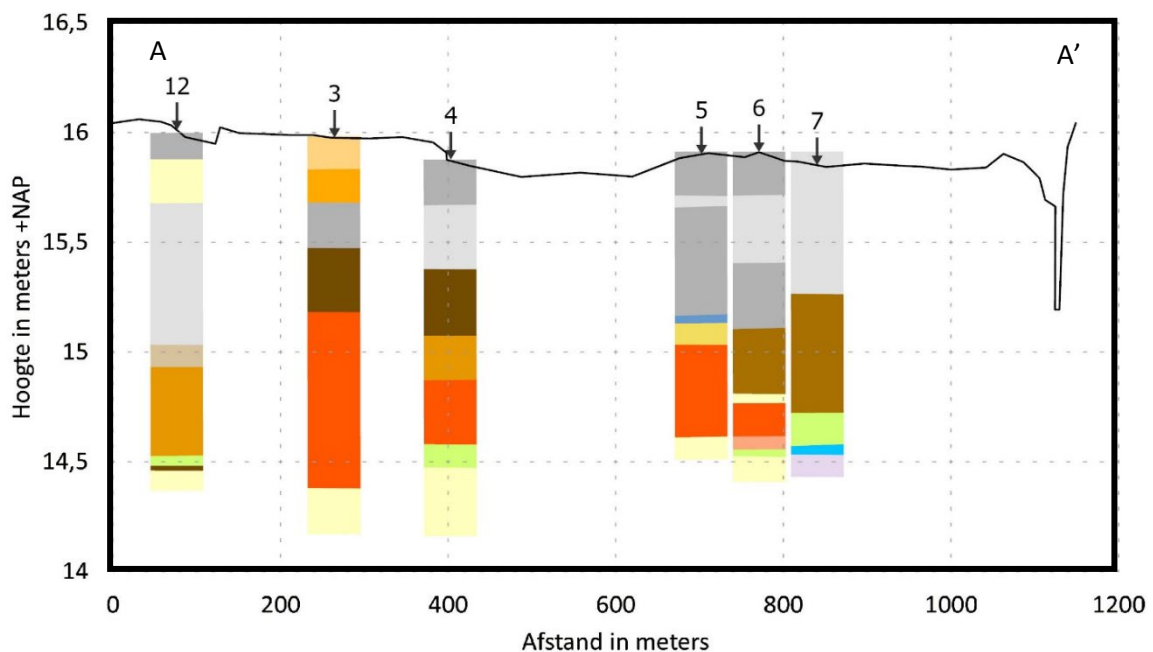
In de tweede doorsnede in Figuur 4.56 is tussen boring 8 en 10 een vergelijkbaar beeld te zien als tussen boring 5 en 7 in doorsnede 1. Het gaat daar om een groot gebied met een kragge van ca. 70 centimeter (Figuur 4.57) op een waterlaag van ca. 50 centimeter, met daaronder plaatselijk een klein laagje veen/gyttja. Vanaf boring 11 wordt het tracé van de oude gemeentegrens gevolgd door het gebied. Dit tracé is gekozen omdat dit waarschijnlijk al heel lang een pad is en de ondergrond daarom bodemlagen kan bevatten die in andere delen verdwenen kunnen zijn. Wat direct opvalt is dat de dikte van de zandlaag op de veen ondergrond richting A' (Kleine Dommel) sterk afloopt. Bij boring 11 is ca. 1,3 meter zand opgebracht, terwijl het zand bij boring 15 nagenoeg ontbreekt. Het opgebrachte zand is bleek tot moerig en bevat in meer of mindere mate leem. Onder dit zand ligt overal een laag veen. Bij boring 11 is deze laag slechts enkele decimeters dik en bestaat deze uit zeer goed bewaard gebleven (H3) bruinmos veen. Richting de Kleine Dommel gaat dit over in licht gehumificeerd (H6-7) broek-zeggeveen, verder richting de Kleine Dommel is het veen zo sterk gehumificeerd dat het type

minder goed herkenbaar is, maar het gaat hier waarschijnlijk om riet-zeggeveen dat dieper in de ondergrond overgaat naar broekveen (H8). Tussen het veen ligt soms een zandlaagje. Onder het veen bevindt zich in het gehele dal (behalve bij boring 15) een ca. 10 centimeter dik laagje gyttja. Op enkele plaatsen licht er onder deze gyttja nog een dun laagje veen. Op ca. 1,5-1,7 meter diepte (14,5 m +NAP) bevindt zich de overgang naar de zandige ondergrond.



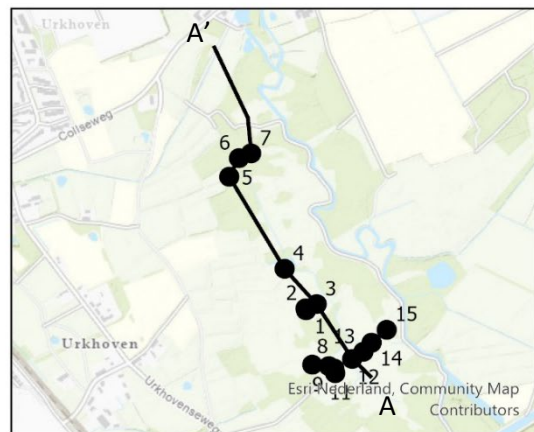
Figuur 4.57: Links een foto van een uitgesneden deel van de kragge met veel recent veen en rietwortels onderin. Rechts een foto van het bruinmosveen dat dieper in de bodem gevonden werd.

Doorsnede 3



Legenda

- | | |
|----------------------|--------------------|
| ↓ Boringen | veen, recent/los |
| — Maaiveld | veen, zandig |
| gyttja | zand |
| veen | zand, humeus |
| veen, broek | zand, licht humeus |
| veen, broek-zegge | zand, moerig |
| veen, riet | grind, zandig |
| veen, zegge | leem |
| veen, bruinmos | leem, humeus |
| veen, bruinmos-zegge | |

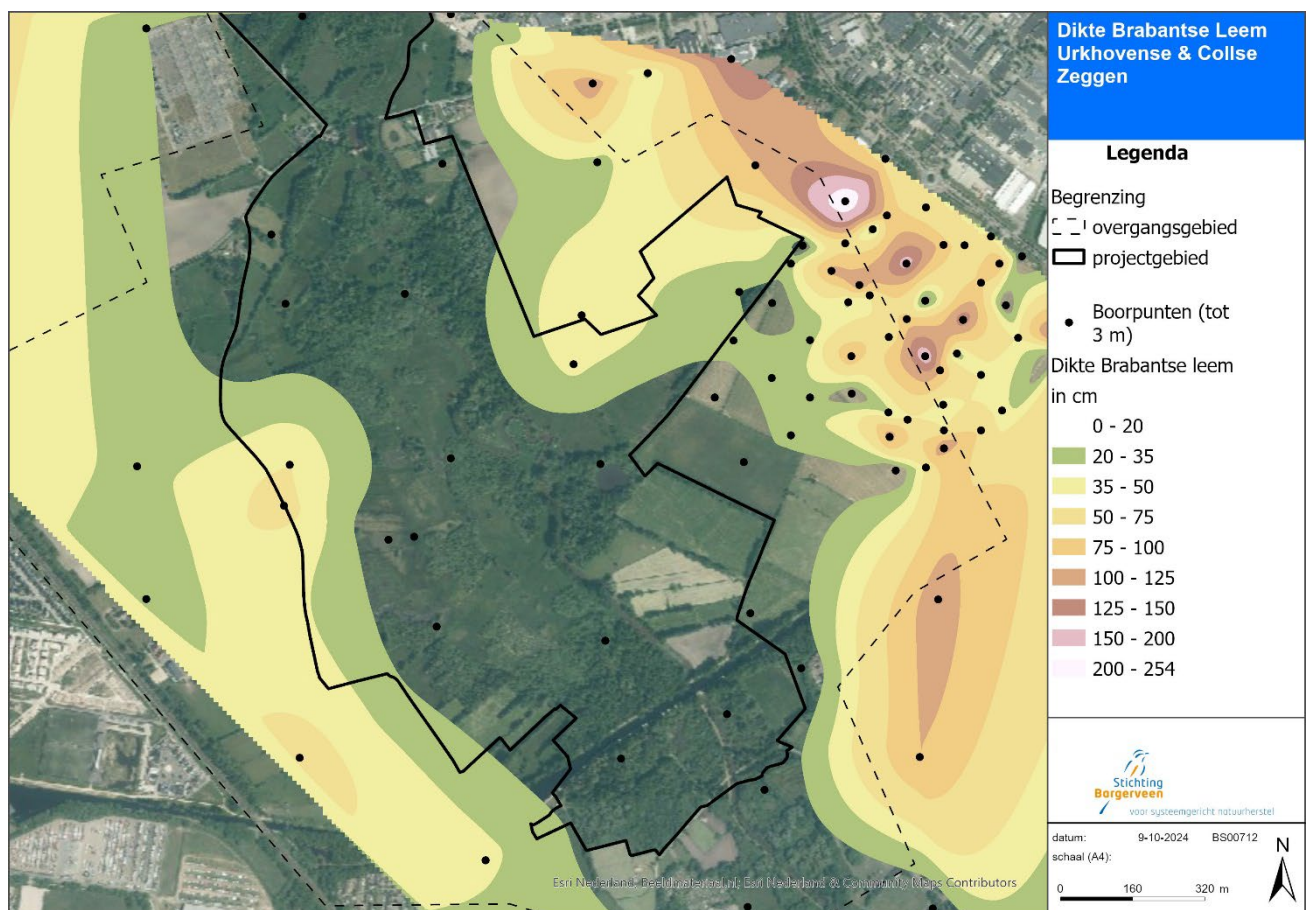


Figuur 4.58: Doorsnede parallel aan Kleine Dommel met boringen in oude dijkjes/wegen die het gebied in lopen.

In de derde doorsnede (Figuur 4.58) zijn bodemprofielen gemaakt in verschillende oude dijkjes/weggetjes, bij boring 12 snijdt deze doorsnede de vorige doorsnede. Uit deze doorsnede blijkt dat in de buurt van de rand van het beekdal (boring 3, 4 en 5) overal een laag van goed bewaard gebleven (H3-5) bruinmos-zeggeveen te vinden is. Bij boring 3 is deze laag 70 centimeter dik. Verder richting de Kleine Dommel (boring 12, 6 en 7) is juist riet of broekveen aanwezig. De zandlaag die deze veenpakketten afdekt is humeus tot moerig. Onder de veenlagen bevindt zich (met uitzondering van boring 3 en 5) een laagje gyttja dat het veen van de zandondergrond scheidt. De zandondergrond lijkt ook parallel aan de Kleine Dommel overal op ca. 14,5 m +NAP te liggen en bestaat bij boring 7 uit fijne grindjes.

4.3.2.3 Brabantse Leem

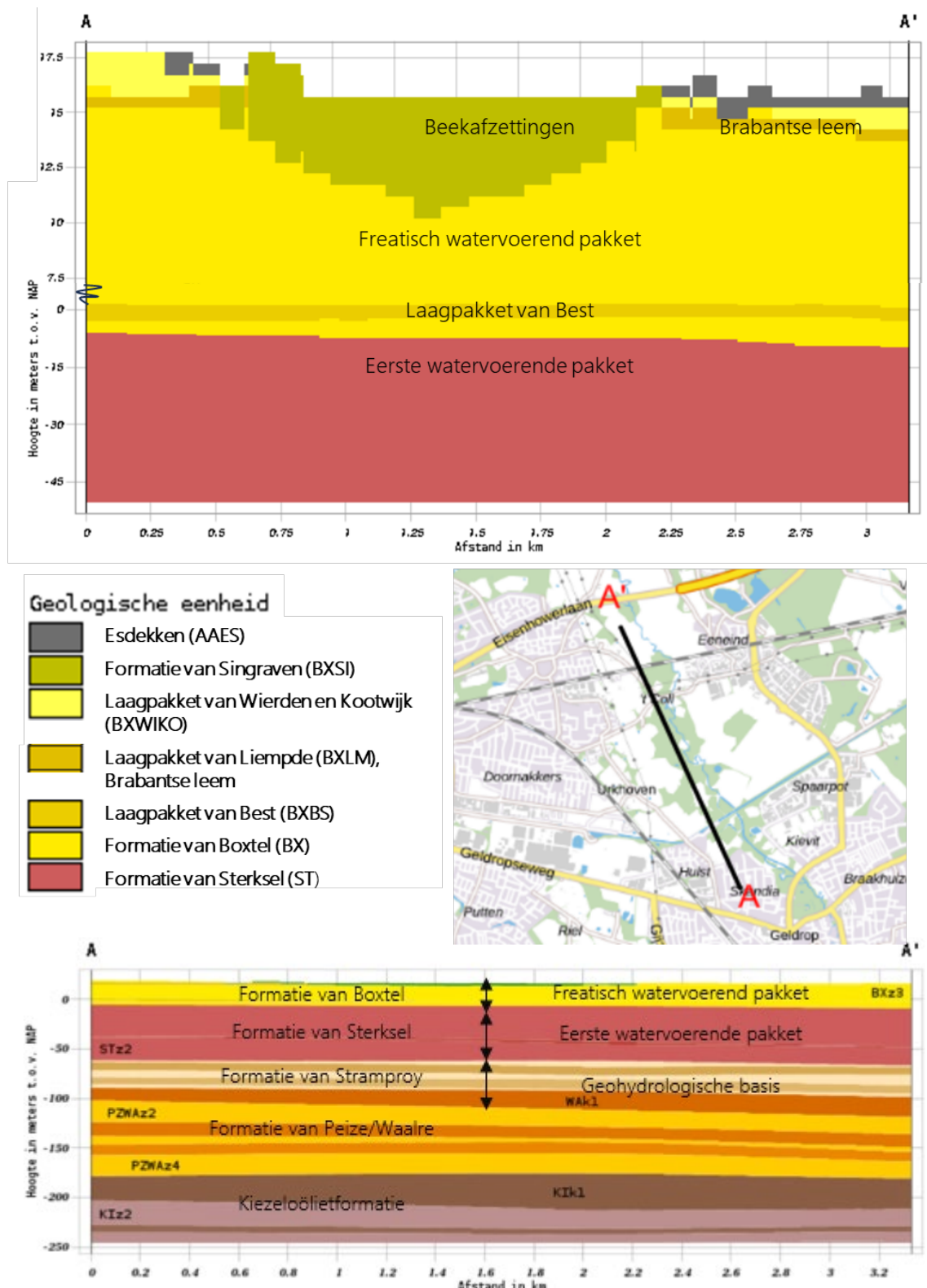
Vanwege het mogelijke belang van de Brabantse Leem voor het systeemfunctioneren (scheiding van grondwaterstromen boven en onder deze leem; verschillen in basenrijkdom van grondwater) wordt hier aan de hand van de beschikbare gegevens meer inzicht gegeven in de verspreiding van de Brabantse Leem. De dichtheid van boorpunten is op sommige locaties laag, waardoor de interpolatie (op basis van natural neighbour) op de plekken kan afwijken van de realiteit (Figuur 4.59). Over het algemeen ligt de bovenkant van de leemlaag rond het beekdal tussen de 16 en 17 meter +NAP. Dichter tegen het beekdal aan is de leem dunner en ligt deze op sommige plekken op een diepte van 15 meter +NAP. Aan de zuidwestzijde van het beekdal (Figuur 4.59) is de leem over het algemeen dunner (20-75 cm) dan aan de noordoostzijde, waar deze op veel plekken diktes van meer dan een meter bereikt. Op de plekken met een afstand tussen de boorpunten, wordt duidelijk dat de leemdikte een grillig patroon vertoont. In het beekdal zelf, dat centraal in de figuur staat, is het echter duidelijk dat de leem overal ontbreekt.



Figuur 4.59: Dikte Brabantse Leem in cm. Gebaseerd op boringen uit dinoloket (Geotop 1.6) en boringen uit verkennen bodemonderzoek van Tritium advies (2019) voor de aanleg van bedrijventerrein Eeneind West.

4.3.3 Grond- en oppervlaktewatersysteem

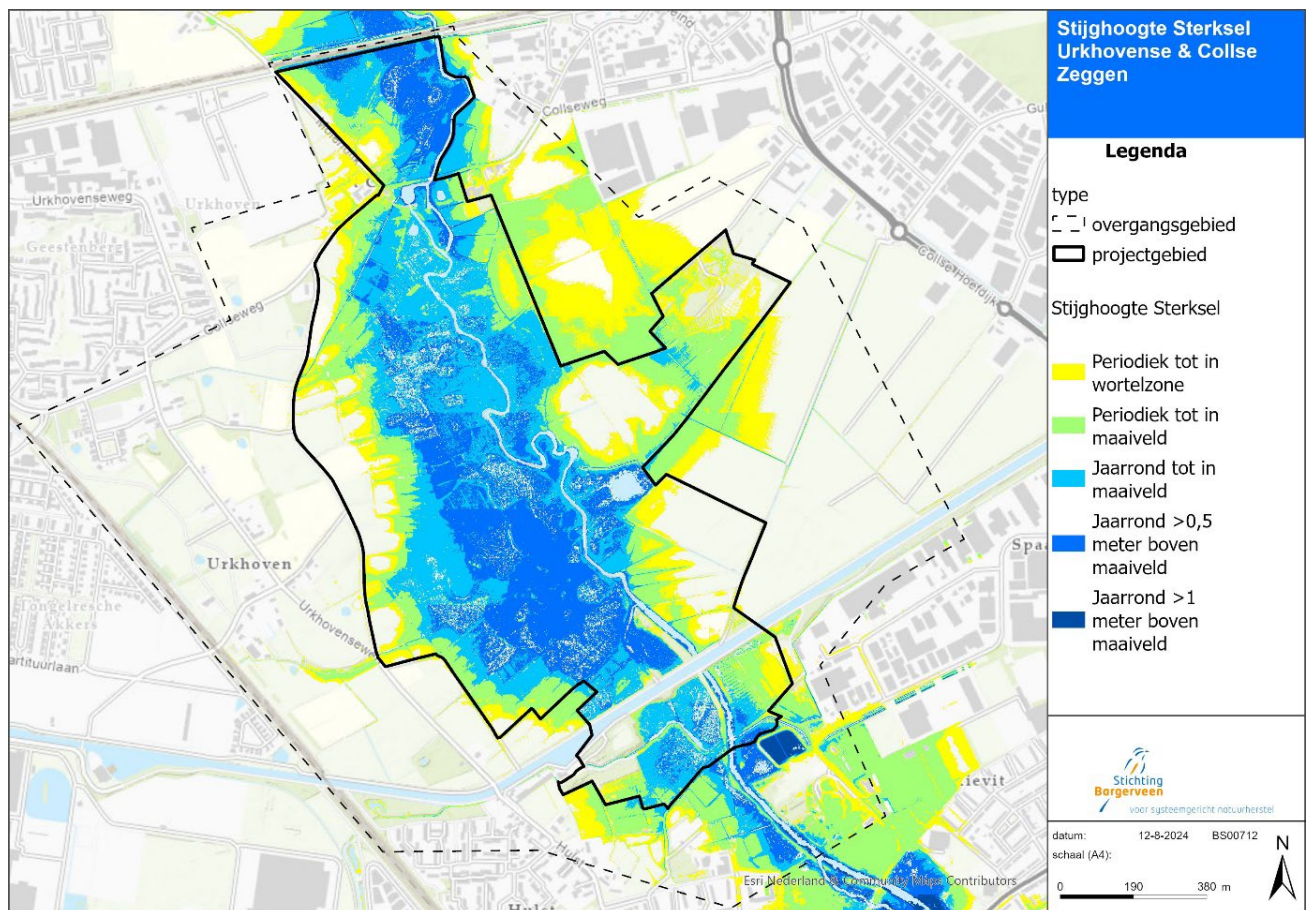
4.3.3.1 Grondwatersysteem



Figuur 4.60: Doorsnede zuid-noord over het Projectgebied. Boven: Geohydrologische doorsnede watervoerend systeem Geotop v1.6 (dinoloket). Beneden: Geohydrologische doorsnede diepere ondergrond, doorgetrokken tot beneden de geohydrologische basis (onderzijde Formatie van Sterksel), hier zijn de dikke slechtdoorlatende kleilagen (donkere kleuren) te zien (BRO Regis v.2.2.2., dinoloket.nl).

Het grondwatersysteem in het projectgebied is door Stuurman & van der Weg (1994) uitgebreid beschreven. Door Jalink & Loeb (2005) zijn de gegevens nog eens tegen het licht gehouden. Hieronder vatten wij hun bevindingen samen. De watervoerende ondergrond is gelaagd en strekt zich uit tot ongeveer 75 meter diepte. Hieronder ligt de geohydrologische basis van het Kleine Dommeldal-systeem (Figuur 4.60, onderste afbeelding), deze bestaat uit de dikke kleilagen uit de Formaties van Stramproy en Waalre. Van 75 tot 20-25 meter onder maaiveld bevindt zich de Formatie van Sterksel die uit grofzandige tot grindige Maas- en Rijnafzettingen bestaat; ze vormen het eerste watervoerende pakket (Figuur 4.60, bovenste afbeelding). In de daarboven gelegen Formatie van Boxtel bevindt zich het ca. 4 meter dikke, slecht doorlatende Laagpakket van Best en daarboven het freatisch watervoerend pakket, bestaande uit de bovenste 15 meter van de ca. 23 meter dikke Formatie van Boxtel (hoogte-as is hier uitgerekte in Figuur 4.60). Helemaal boven in dit pakket ligt de Brabantse Leem op een tot enkele meters diepte, waarboven een lokaal grondwatersysteem is ontwikkeld met een één tot enkele decimeters hogere stijghoogte dan het grondwater onder de Brabantse Leem (peilbuizen B51G2477, B51G0864, grondwatertools.nl). De Brabantse Leem werkt dus als een scheidende laag.

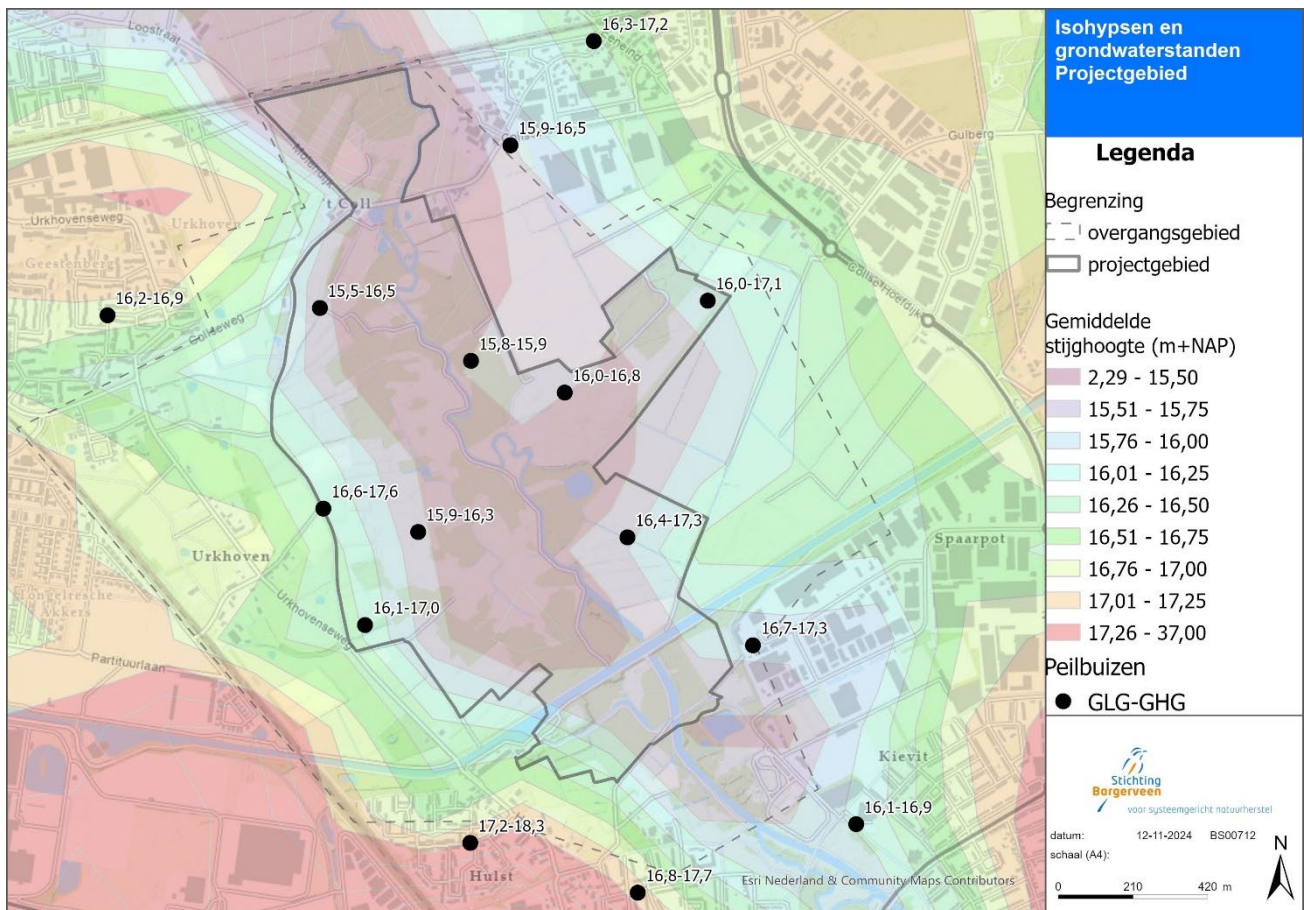
Het grondwater in het eerste watervoerende pakket kent een stroming van zuidzuidoost naar noordnoordwest. Het heeft in het noorden een stijghoogte die gedurende het jaar tussen de 15,75 en 16,75 m +NAP (B51G0605_003, grondwatertools.nl) ligt. In het zuiden is de stijghoogte enkele decimeters hoger en ligt daar permanent aan of boven het maaiveld van het veengebied. In Figuur 4.61 is dit patroon ruimtelijk weergegeven door de isohypsen van het eerste watervoerende pakket te laten snijden met het maaiveld. Hier is te zien dat de stijghoogte bovenstrooms van de Collse



Figuur 4.61: Stijghoogten in het eerste watervoerende pakket (Formatie van Sterksel) ten opzichte van maaiveld op basis van LHM-modellering (met peilbuisgegevens) in Grondwatertools.nl

watermolen meer oploopt dan het maaiveld, waardoor het verschil tussen deze twee naar het zuiden toe steeds groter wordt. Benedenstroom van de Collse watermolen ligt het maaiveld lager, waardoor het verschil met de stijghoogte ook hier groot is.

De stromingsrichting van het ondiepe grondwater is weergegeven in Figuur 4.62. Over het algemeen stroomt het grondwater vanuit alle zijden naar het beekdal om daar uit te treden. In de zuidwesthoek bij het Hulsterbroek vinden we de hoogste grondwaterstanden (tot 18,3 m +NAP) met een vrij sterk verval richting het laaggelegen Hulsterbroek (maaiveld 16,4 m +NAP). In de rest van de beekdalflank bovenstrooms van de Collse watermolen ligt de GHG tussen de 17 en 17,5 m +NAP en de GLG tussen de 16 en 16,5 meter +NAP. Dit wil zeggen dat het grondwater 1-1,5 meter opbult in het winterhalfjaar, om in de zomer tot de beekdalbodem of enkele decimeters daarboven uit te zakken. Met andere woorden; in hogere beekdalflanken verdwijnt het lokale systeem in de zomer, om zich onder invloed van neerslagoverschot vanaf eind september weer op te bouwen. In de venige kern en in het lage deel van de beekdalflank ligt de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket een groot deel van het jaar boven de grondwaterstand.

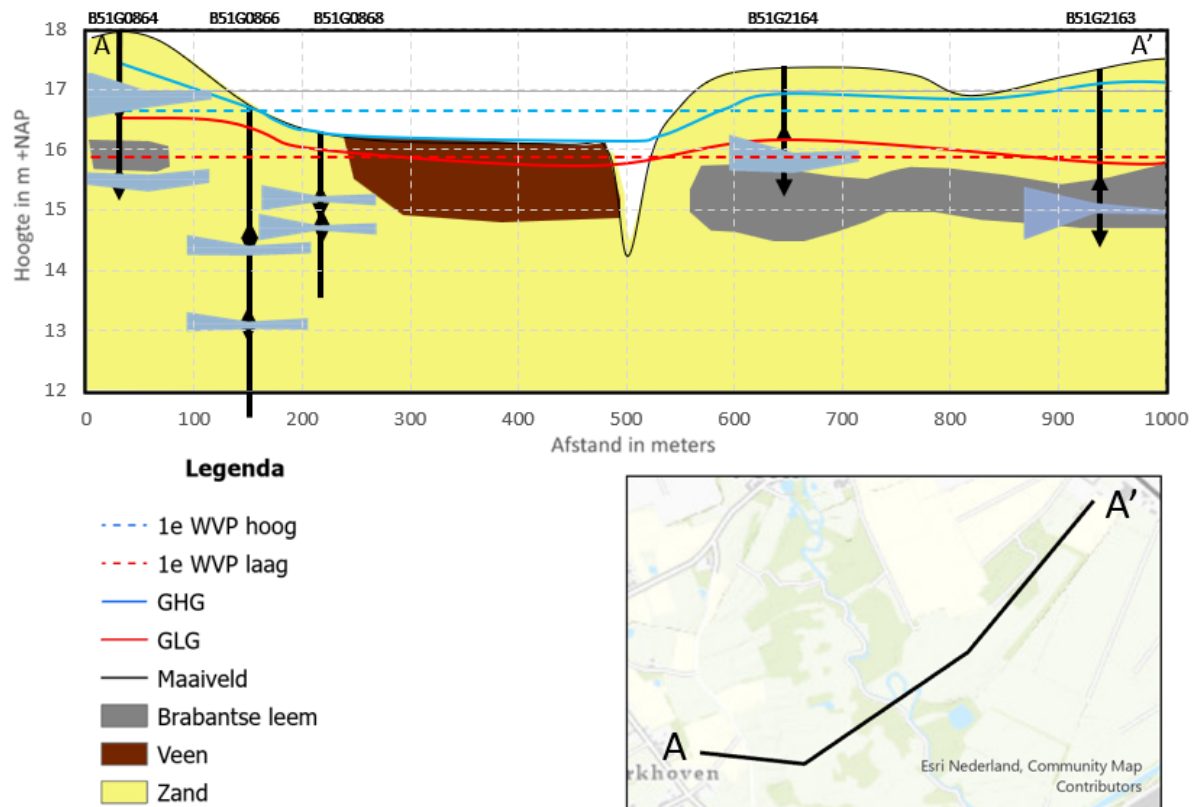


Figuur 4.62: Isohypsens stijghoogte boven in het freatisch pakket en GLG-GHG in verschillende freatische peilbuizen in het gebied. bron: Grondwatertools.nl

4.3.3.2 Grondwaterkwaliteit

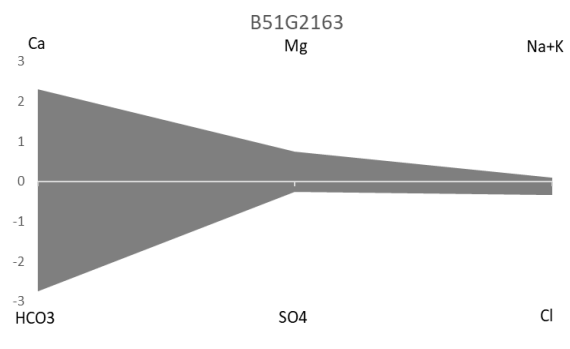
Basen in het grondwater

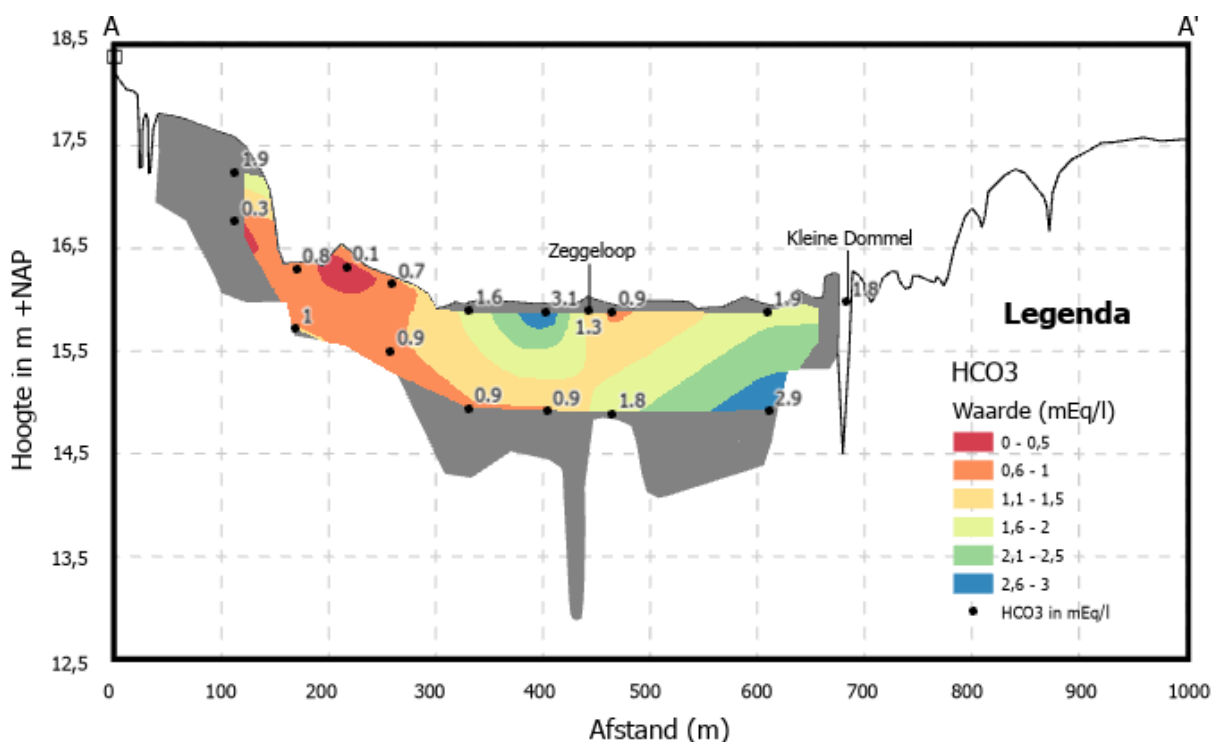
Stuurman & van der Weg (1994) verklaren de basenrijkdom van de Urkhovense Zeggen met name door de (historische) aanwezigheid van zeer diepe kwel uit diepere watervoerende pakketten (beneden het eerste watervoerende pakket). Zij gingen ervan uit dat alleen de Formatie van Kedichem (nu bekend onder Formatie van Waalre) kalkrijk is. De overdruk uit watervoerende pakketten beneden het eerste watervoerende pakketten moet voor de winning van grondwater en de aanleg van de bruinkoolmijnen meerdere meters zijn geweest (paragraaf 3.2.1). Recentere boringen in de omgeving laten zien dat er op plaatsen in het gehele diepteprofiel tot 150 meter kalk aanwezig is en dat er op meerdere plaatsen in de bovenste vijf meter sprake is van



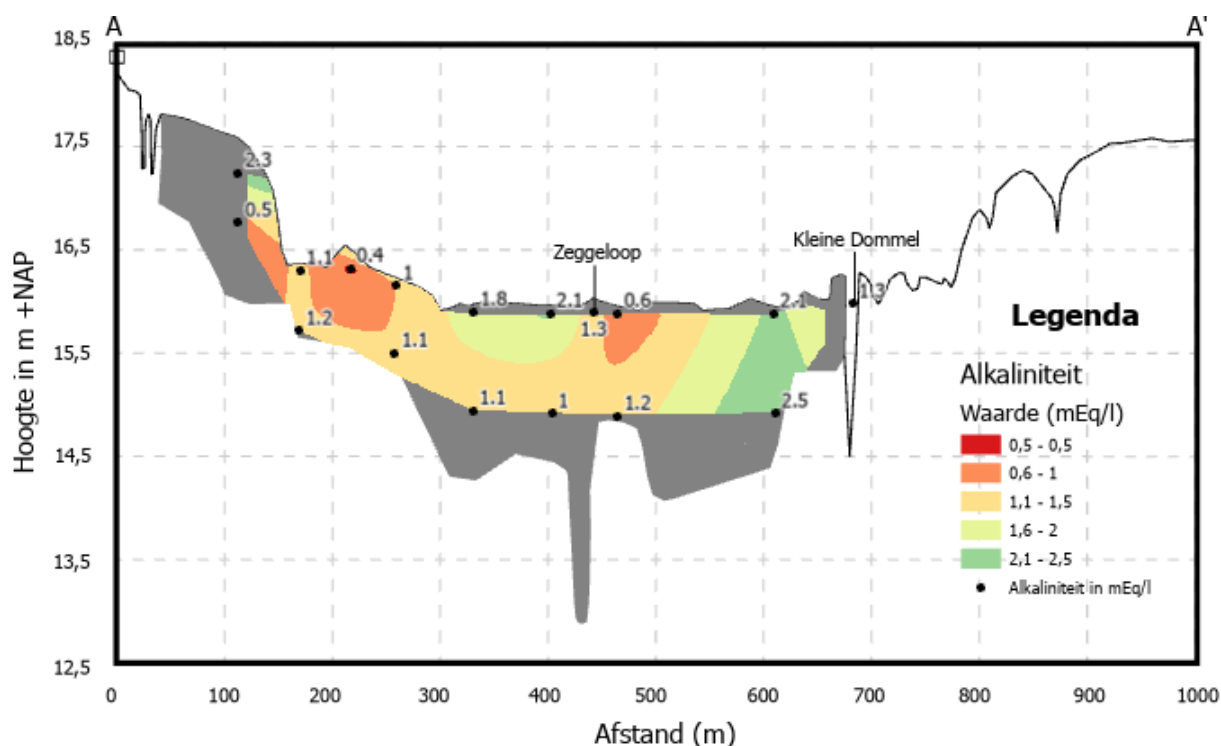
Figuur 4.63: Doorsnede Urkhovense Zeggen (obv. Geotop v1.6) inclusief Stiff-Diagrammen gebaseerd op gemiddelde jaarwaarde van metingen van het Waterschap De Dommel uit 2014.

kalkaanwezigheid (Jalink & Loeb, 2005). Op basis van deze gegevens beargumenteren Jalink & Loeb (2005) dat de Brabantse Leem, alsook de Formatie van Sterksel kalkhoudend zijn en voor het ontstaan van basenrijk grondwater kunnen zorgen. De dikke slechtdoorlatende lagen tussen het eerste watervoerende pakket en de pakketten daaronder zouden substantiële interactie tussen deze pakketten onwaarschijnlijk maken. Metingen van Waterschap de Dommel op vier momenten





Figuur 4.64: HCO_3^- concentraties februari 2024. Geïnterpoleerd tussen aangegeven bemonsteringspunten.



Figuur 4.65: Alkaliniteit februari 2024. Geïnterpoleerd tussen de aangegeven bemonsteringspunten. In grijs het bereik van de doorsnede in Figuur 4.55

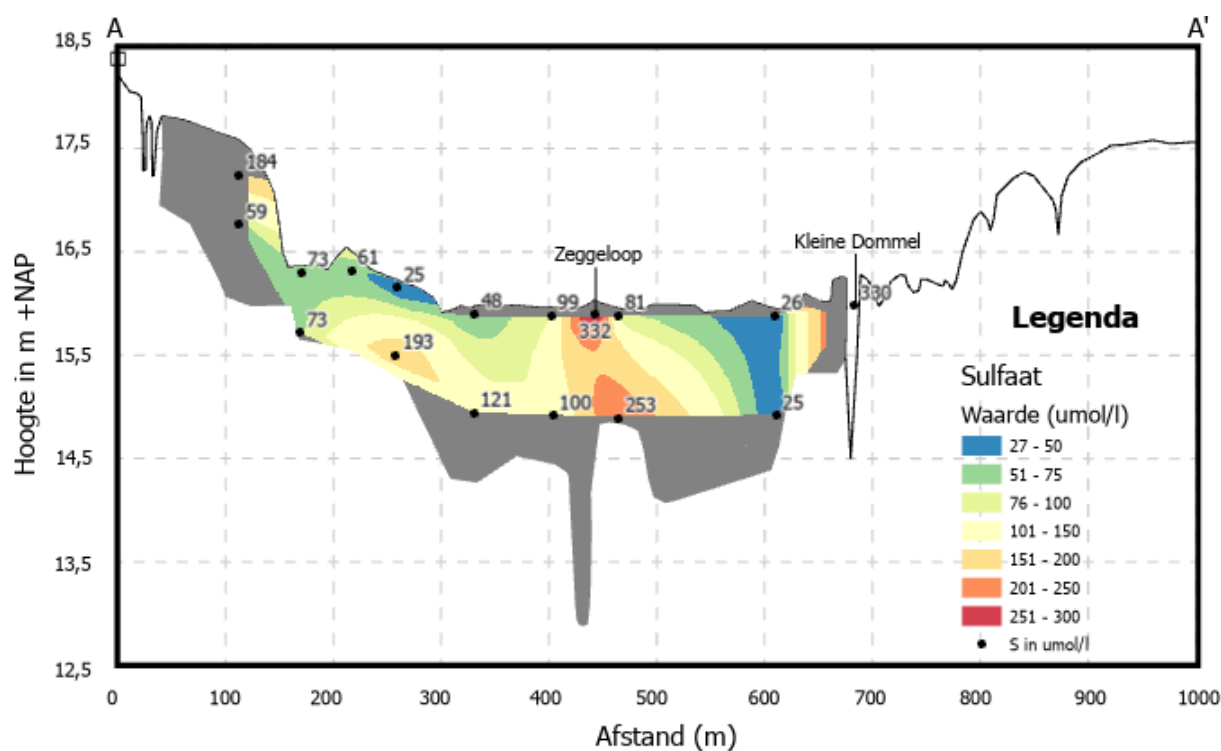
(feb, mei, aug, nov) in 2014 (Figuur 4.63) tonen aan dat de jaargemiddelde watersamenstelling op enkele meters onder maaiveld op de beekdalflank zeer vergelijkbaar is met die dicht onder maaiveld (B51G0866-68). Hier lijkt dus sprake van een opwaartse stroming. Het betreft hier echter water dat veel minder basenhoudend (HCO_3^- : 800-1300 $\mu\text{mol/l}$; 0,8-1,3 mEq/l) is dan het water dat

bemonsterd wordt in en net boven de Brabantse Leem in de beekdalflank (HCO_3^- : 3000 $\mu\text{mol/l}$; 3 mEq/l) (B51G0864, B51G2163).

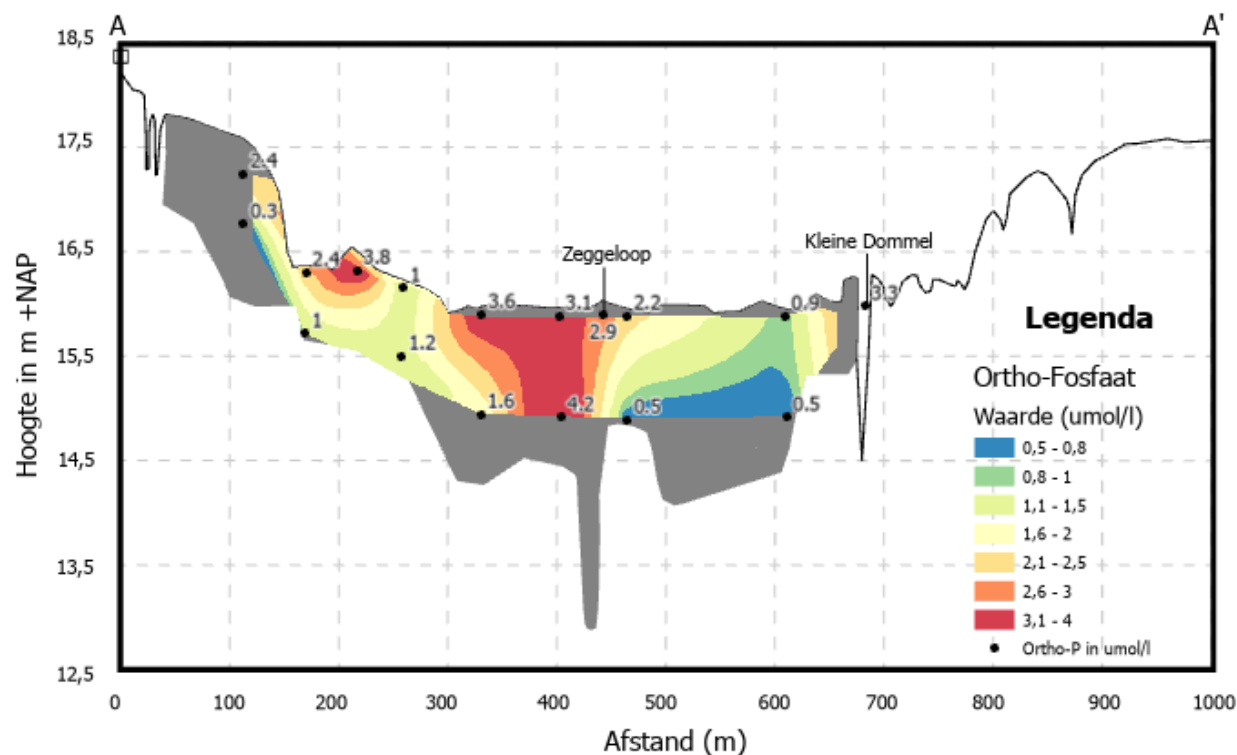
Bemonstering uitgevoerd in februari 2024 (Figuur 4.64, bijlage 2) laat zien dat zich in nagenoeg de gehele flank grondwater bevindt met een bicarbonaat gehalte dat overeenkomt met het hiervoor beschreven grondwater (Figuur 4.63) onder de Brabantse Leem. Op enkele plekken bevindt zich water dat veel rijker of armer aan bicarbonaat is. Dit rijkere water bevindt zich met name in de top van de kragge westelijk van de Zeggeloop en in het diepere grondwater nabij de Kleine Dommel. Het bicarbonaatarmere water is juist aangetroffen in de hogere rug met natte heide op de flank en in de kragge direct oostelijk van de Zeggeloop. In beide gevallen is sprake van een overheersende regenwaterinvloed. Eenzelfde beeld is zichtbaar voor de alkaliniteit (Figuur 4.65).

Voedingsstoffen en andere vervuiling indicators

Het water in de Urkhovense Zeggen is over het algemeen vrij schoon. Sulfaatgehalten verschillen door het gebied heen sterk (Figuur 4.67). De laagste waardes worden in het grondwater dicht bij de Kleine Dommel gevonden (25 $\mu\text{mol/l}$) en in het ondiepe grondwater aan de westelijke flank. Rond en onder de Zeggeloop zijn de waardes (licht)verhoogd (100-200 $\mu\text{mol/l}$), net als in het diepere water in de beekdalflank. De Zeggeloop en de Kleine Dommel zijn matig verontreinigd met sulfaat (330 $\mu\text{mol/l}$). Voor Chloride geldt dat de waardes in het gehele beekdal rond de 1000 $\mu\text{mol/l}$ liggen (lichte vervuiling), met uitzondering van de zone direct naast de Kleine Dommel (500 $\mu\text{mol/l}$). Anorganische stikstofwaardes zijn bijna overal lager dan 6 $\mu\text{mol/l}$. Enkel net onder de zode van de enkeerd (107 $\mu\text{mol/l}$), bij de Zeggeloop (116 $\mu\text{mol/l}$) en de Kleine Dommel (187 $\mu\text{mol/l}$) liggen de waardes hoger. Ortho-fosfaat waardes (Figuur 4.66) liggen rond de 1 $\mu\text{mol/l}$ in de beekdalflank, met hogere waardes bovenin de bodem. In en onder de kragge liggen de waardes hoger (3-4 $\mu\text{mol/l}$), om richting de Kleine Dommel te dalen tot zeer lage waardes (0,5-1 $\mu\text{mol/l}$). De Kleine Dommel en Zeggeloop bevatten ongeveer 3 $\mu\text{mol/l}$.

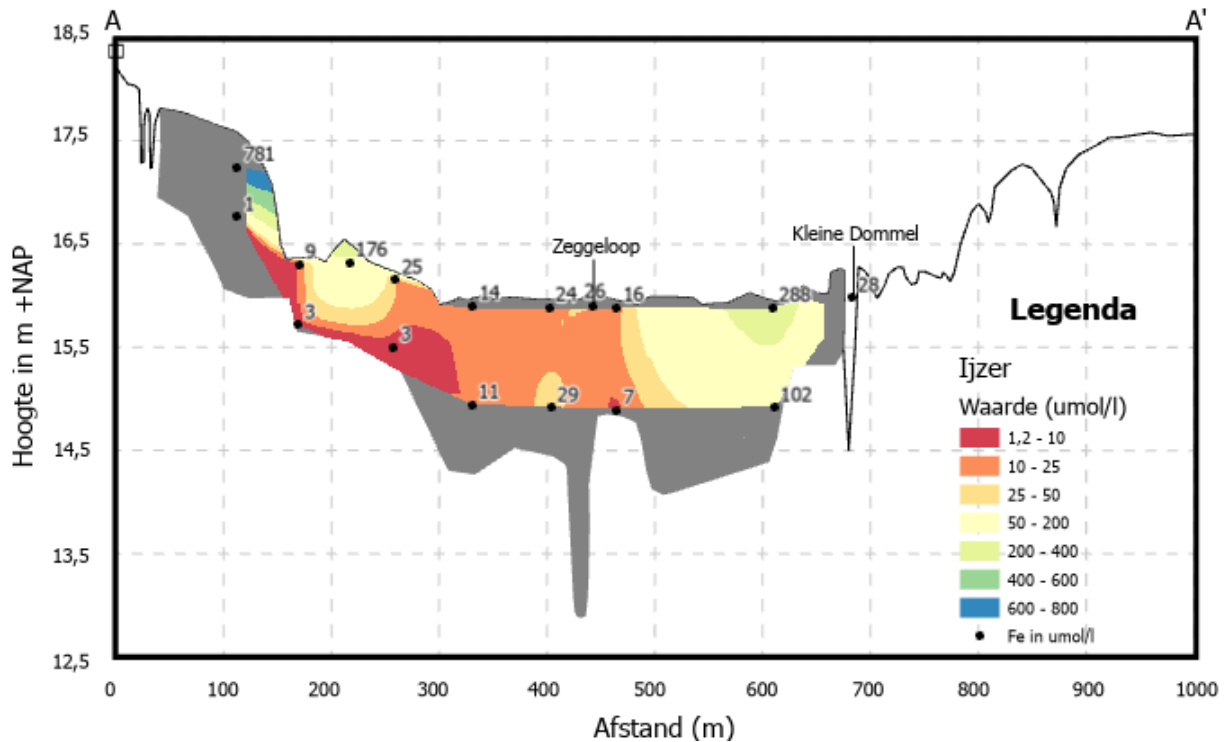


Figuur 4.67: Sulfaat concentraties februari 2024. Geïnterpoleerd tussen aangegeven bemonsteringspunten.



Figuur 4.66: Ortho-fosfaat concentraties februari 2024. Geïnterpoleerd tussen aangegeven bemonsteringspunten.

IJzergehaltenes vertonen een grote spreiding binnen het gebied. De concentraties zijn hoog in de toplaag van de hoge flank (781 $\mu\text{mol/l}$). Dieper in de bodem van de flank zijn de ijzerconcentraties zeer laag (1-3 $\mu\text{mol/l}$). In het dal tussen de flank en de Zeggeloop zijn ijzerconcentraties iets hoger (7-30 $\mu\text{mol/l}$) maar nog steeds is het water hier ijzerarm. Dicht bij de Kleine Dommel is het water juist ijzerrijk (102-288 $\mu\text{mol/l}$).

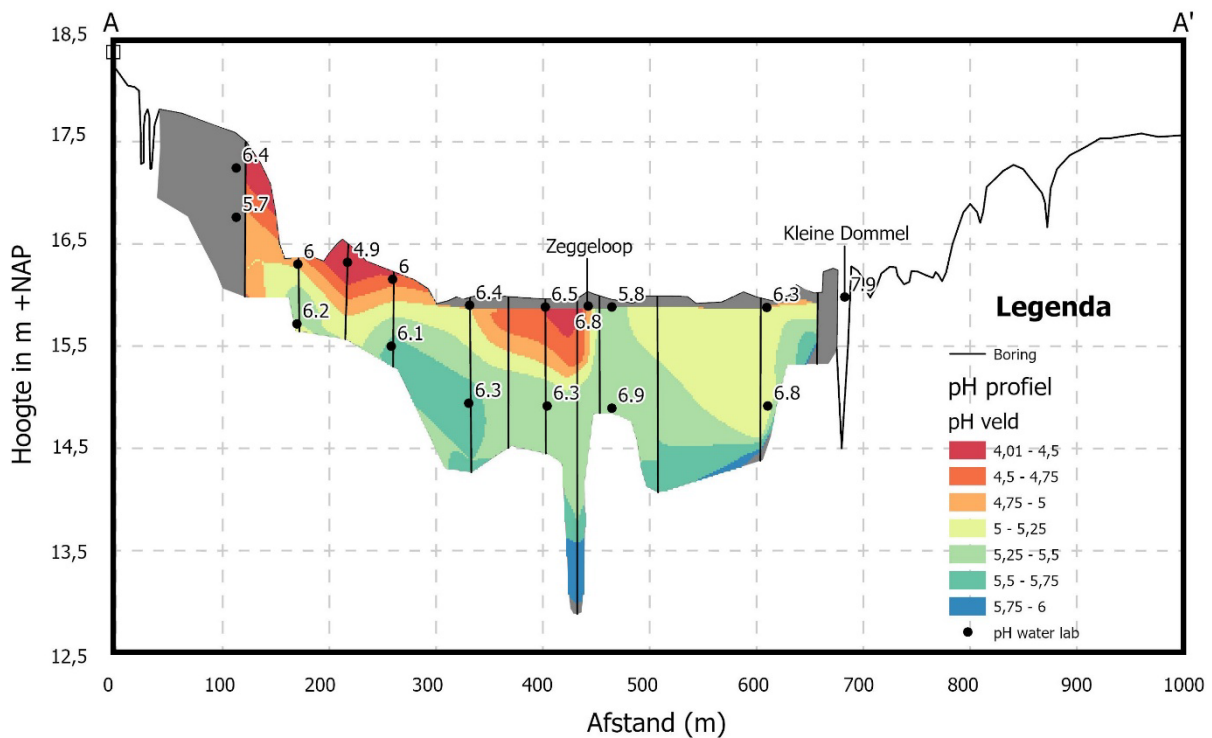


EGV en pH

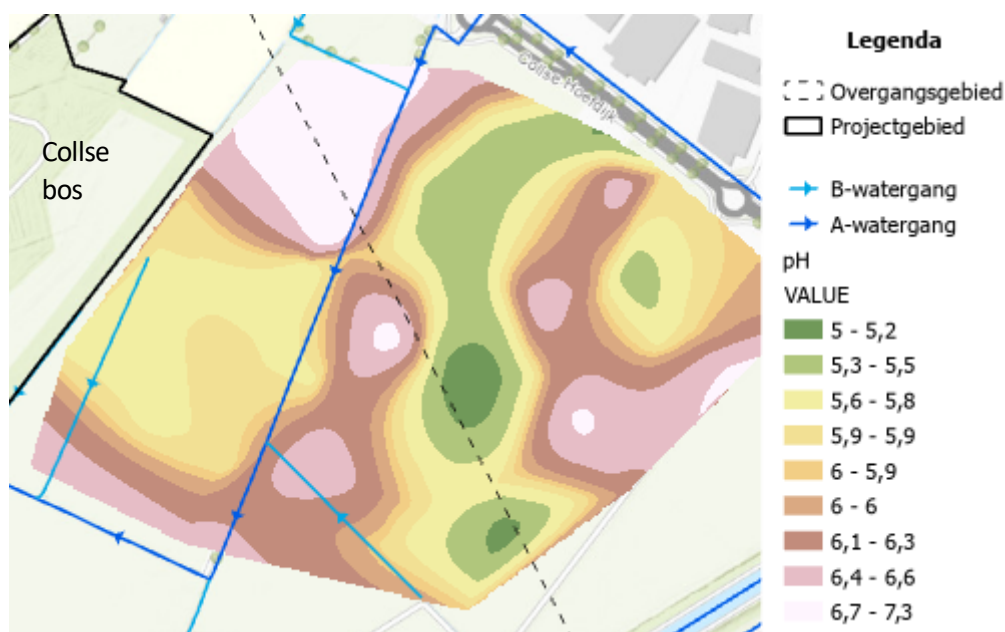
De EGV van het grondwater op ca. 1 meter diepte ligt in het gehele gebied tussen de 200 en 250 $\mu\text{S/cm}$ en loopt richting de Kleine Dommel op tot ca. 300 $\mu\text{S/cm}$. In Februari 2024 was de EGV ook op 10 cm diepte overal rond de 200 $\mu\text{S/cm}$. In oktober 2023 was er sprake van een 'bel' met lagere EGV boven in het deel van het venige dal met kragge, met waarden onder de 150 $\mu\text{S/cm}$ tot ongeveer een halve meter beneden maaiveld. De Kleine Dommel en Zeggeloop hebben een EGV van rond de 300 $\mu\text{S/cm}$. De EGV is in het gebied nergens sterk verhoogd en vertoont een duidelijke gradiënt met hogere waardes dicht tegen de Kleine Dommel en lagere waardes op plaatsen waar regenwater kan infiltreren.

De pH gemeten met pH-strips in het veld in oktober 2023 ligt over het algemeen lager dan de pH-water die in het lab gemeten is in februari 2024 (Figuur 4.69). In oktober 2023 is te zien dat het bodemvocht in de hogere flank, de natte heide bij het Vloweitje en de kragge westelijk van de Zeggeloop opvallend zuurder is dan de omgeving. Bij de pH-water in het lab, bemonsterd in de periode met de grootste grondwaterinvloed, ligt de pH overal in het beekdal tussen de 6 en 7, met de hoogste waardes richting de Kleine Dommel. De Kleine Dommel zelf heeft een pH van 7,9. Bij deze bemonstering is alleen in de toplaag van de natte heide bij het Vloweitje duidelijk een lagere pH waargenomen.

Aan de andere zijde van de Kleine Dommel is door Tritium advies (2019) ook pH van het grondwater in boorgaten bemonsterd. Hier is een duidelijk patroon te herkennen, waarbij de pH relatief laag is op het deel waar de 'top van de leemrug' loopt, en juist op de flanken van deze leemrug de hoogste waarden bereikt. Richting het Collse bos daalt de pH dan weer licht.



Figuur 4.69: pH-water en pH-veld. Geïnterpoleerd vanuit metingen bij boringen met pH-strips. pH-water uit lab met punten aangegeven.



Figuur 4.70: pH oostflank beekdal Collse Zeggen bij percelen Eeneind west door Tritium advies (2019).

Interpretatie waterkwaliteit

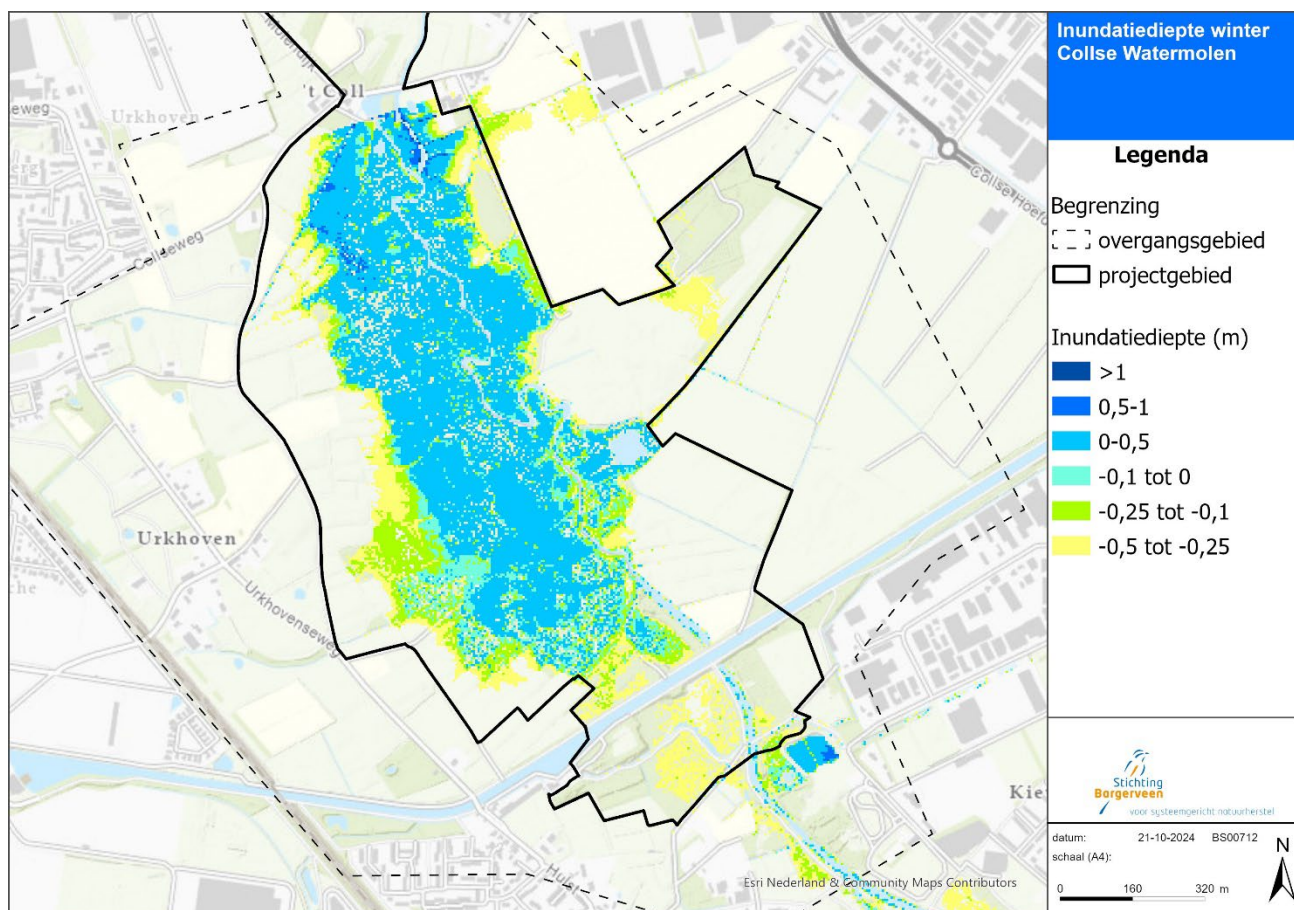
Op basis van bovenstaande informatie kan het volgende gesteld worden over de relatie tussen waterkwaliteit en vermoedelijke waterstromen in het gebied:

- Toestromend grondwater beneden de Brabantse Leem is minder basenrijk dan het grondwater dat door en over de Brabantse Leem stroomt. Door de druk die het eerste watervoerende pakket van onderen geeft stroomt het lokale water lateraal af over de Brabantse Leem en vindt extra aanrijking met basen plaats.
- Het grootste deel van de Urkhovense Zeggen wordt gevoed door matig basenrijk, ijzerarm, licht vervuild grondwater. In een zone dicht tegen de Kleine Dommel aan treedt zeer basenrijk, ijzerrijk, schoon grondwater uit.
- De lage alkaliniteit ten oosten van de Zeggeloop bij de bemonstering in februari 2024 duidt op een invloed van regenwater. De lage pH en EGV ten westen van de Zeggeloop bij de bemonstering in oktober 2023 ook. Dit laat zien dat de Zeggeloop nog altijd draineert en dat hierdoor infiltratie van regenwater plaatsvindt.
- Bij de Collse zeggen wordt het grondwater ook sterk met basen verrijkt wanneer het in contact komt met de Brabantse Leem.

4.3.3.3 Oppervlaktewatersysteem

Hoofdontwateringen

De belangrijkste waterloop in het gebied is de Kleine Dommel (1 in Figuur 4.72), die centraal door het gebied stroomt. Deze wordt gestuurd door de Collse watermolen. De streefpeilen van deze watermolen zijn tegenwoordig 15,76 (zomer) en 16,16 (winter) meter +NAP (Waterschap de Dommel, 2023). De historische stuwpeilen zijn 15,93 (zomer) en 16,33 (winter) meter +NAP (De Mars, 2019). Historisch gezien was er met name in de winter sprake van inundatie van nagenoeg de gehele Urkhovense Zeggen; grote delen werden 10-50 cm geïnundeerd (Figuur 4.71). In de zomer zorgde het 40 cm lagere zomerpeil ervoor dat de drooglegging in het noorden slechts 0-25 cm bedroeg en in het zuidelijk deel 25-50 cm. Kanttekening hierbij is dat het gaat om inundatie/drooglegging ten opzichte van het tegenwoordige maaiveld, Door klink en oxidatie van het veen en/of het vastgeklonken raken van een mogelijke aanwezige drijvende kragge kan het getoonde inundatiebeeld anders zijn geweest. Het historische zomerpeil moet ca. 20-30 cm onder het maaiveld van de laagstgelegen beemden hebben gelegen, om ook deze toegankelijk te maken. Dit zou met het huidige maaiveld van de laagste delen (ca. 15,8-15,9 meter +NAP) en het historische zomerpeil (15,93 meter +NAP) niet lukken, wat een klink van ca. 20 cm aannemelijk maakt. Tegenwoordig overstroomt het gebied alleen bij piekafvoeren van de Kleine Dommel.



Figuur 4.71: Historische winterinundatie door opstuwing Collse watermolen. Het historische winterpeil is uitgezet tegen het maaiveld.

De overige belangrijke waterlopen worden hieronder op volgorde van uitmonding op de Kleine Dommel (noord naar zuid) besproken. De nummers corresponderen bij de locaties in Figuur 4.72.

Net benedenstrooms van de watermolen mondt aan de westzijde de Herzenbroekloop (2) uit (onderpeil watermolen +/- 15,00 m +NAP), die zijn stroomgebied heeft ten westen van de Kleine Dommel (1) en ten noorden van de Zeggeloop. De Herzenbroekloop wordt gestuwd door twee schotbalkstuwten: één vlak voor de samenvloeiing met de Zeggeloop en een na deze samenvloeiing. Exacte stuwpeilen zijn niet bekend, maar recente verhogingen van het stuwpeil hebben ervoor gezorgd dat de waterstanden in de graslanden in de benedenloop van de Herzenbroekloop nagenoeg jaarrond aan maaiveld staan.

Aan de oostzijde van de Kleine Dommel wateren enkele watergangen vanuit het oosten af op de Kleine Dommel direct stroomafwaarts van de molenstuw (3). Deze watergangen hebben een vrije afwatering en ontwateren het gebied tussen het Collse Bos en de Collse weg.

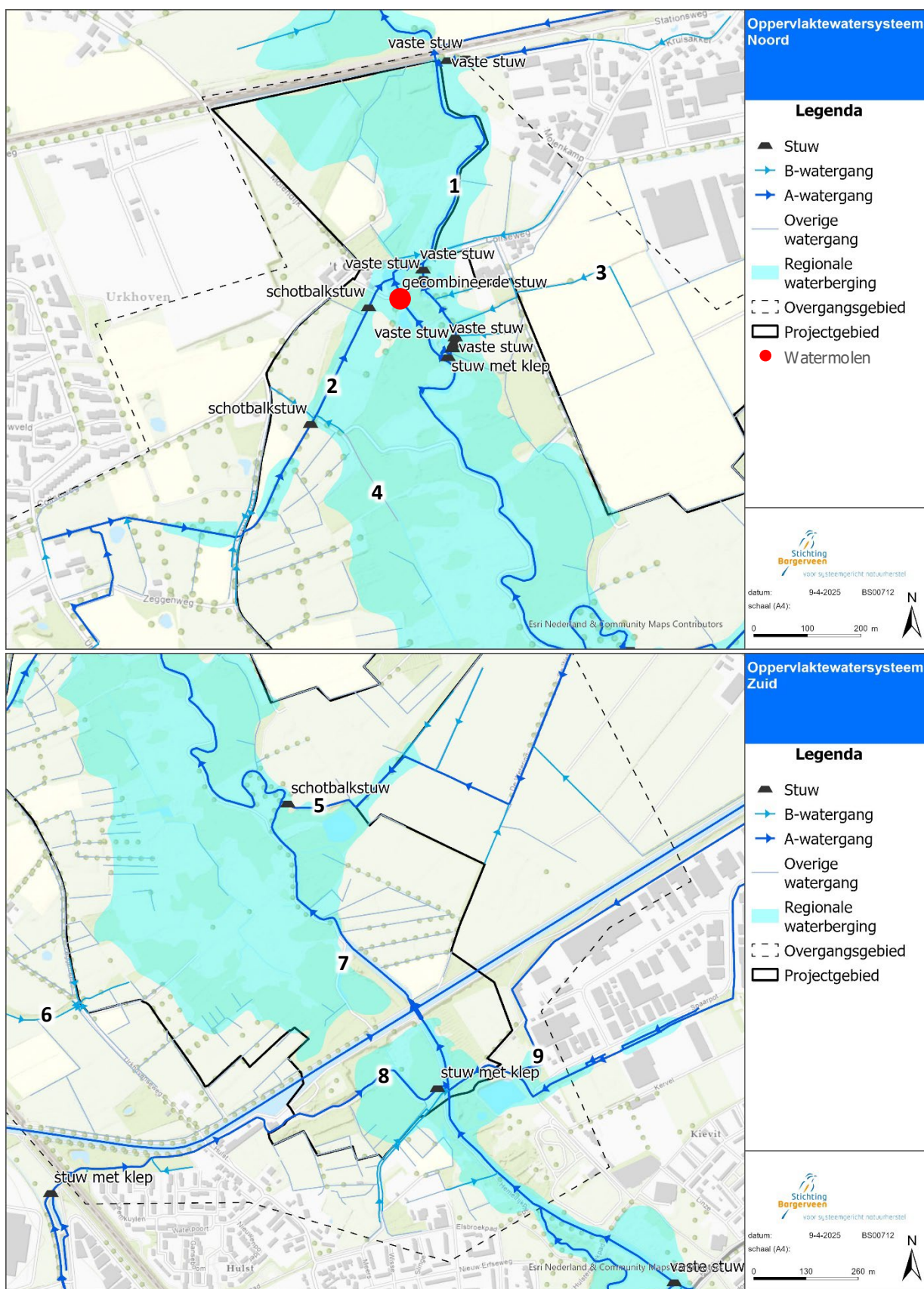
De (gedeeltelijk gedempte) Zeggeloop (4) is nog te herkennen aan zijn loop westelijk van en parallel aan de Kleine Dommel. Net voordat de Zeggeloop uitmondt in de Herzenbroekloop is ze gestuwd tot maaiveld. Sinds 2024 zorgen bevers ook voor een opstuwing van het water door de aanleg van dammen.

Aan de westzijde van de Kleine Dommel liggen geen sloten meer die direct op de Kleine Dommel afwateren; het water dat zich ten westen van de Kleine Dommel bevindt stroomt parallel daaraan, via maaiveld en het vroegere Zeggelooptracé, naar de Herzenbroekloop. Door opstuwing van beverdammen stroomt sinds kort ook water over de oeverwal de Kleine Dommel in. Vanaf de beekdalflank stroomt er nog een waterloop vrij het beekdal in ter hoogte van de splitsing van de Urkhovenseweg en Zeggenweg (6).

De waterloop die uitmondt in de Kleine Dommel bij de Varkensput (5), wordt daar gestuwd door een schotbalkstuw (hoogte onbekend maar waarschijnlijk vaak gelijk aan peil Kleine Dommel). Hoog op de flank, ter hoogte van de Collse Hoefdijk, is deze waterloop gestuwd tot een peil van minimaal 18,20 m +NAP. Deze waterloop verzorgt de belangrijkste waterafvoer uit het gebied zuidelijk van het Collse bos. Er liggen in het Collse bos zelf uitgebreide rabatstructuren.

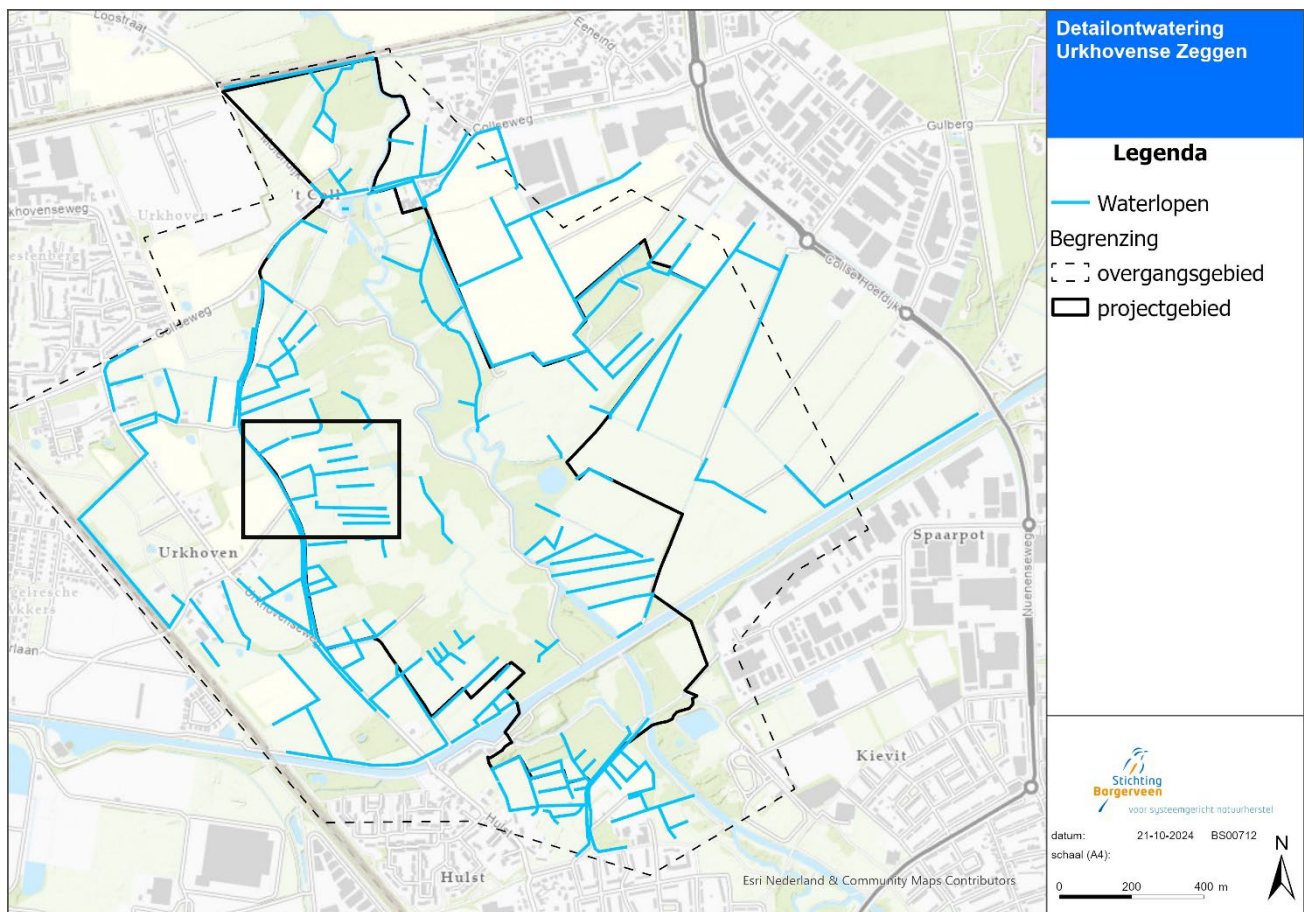
Verder bovenstrooms takt nog een oude loop van de Kleine Dommel aan op de huidige loop (7). Direct bovenstrooms van deze loop ligt tussen het Hulsterbroek en de Urkhovense Zeggen het Eindhovens Kanaal dat een peil heeft van 18,5 m +NAP (Waterschap de Dommel, 2024). Het is niet bekend in welke mate het kanaal hydrologisch geïsoleerd is.

Zuidelijk van het Eindhovens kanaal, ter hoogte van het Hulsterbroek, stromen nog twee waterlopen in de Kleine Dommel. Vanuit het oosten komt een afwateringssloot (9), die vrij op de Kleine Dommel afwatert; vanuit het westen mondt de Beekloop (die vanuit de Groote Heide en de Gijzenrooise Zegge komt) uit in de Kleine Dommel (8). De Beekloop wordt voor de monding tot het maaiveld gestuwd, dat in het laagste deel van het Hulsterbroek op ca. 16,3 m +NAP ligt. Verder stroomopwaarts wordt deze bij de spoorlijn gestuwd tot minimaal 16,95 m +NAP.



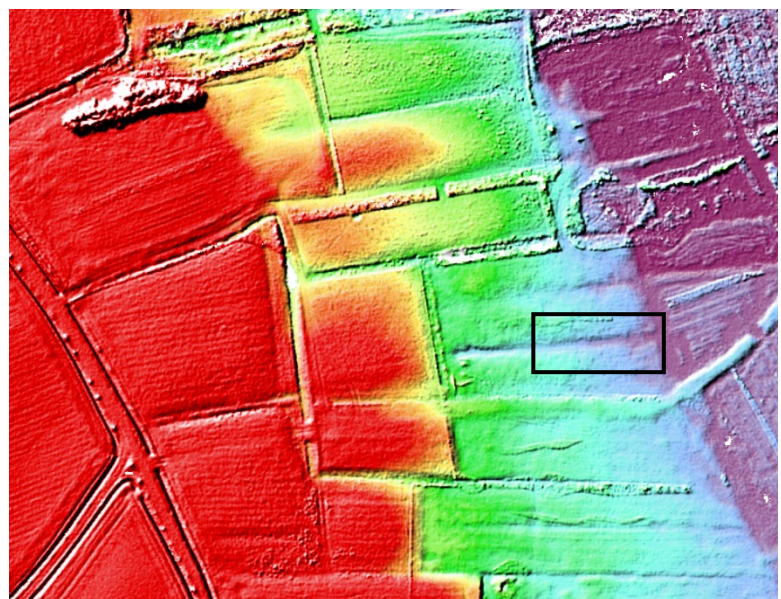
Figuur 4.72: Oppervlaktewatersysteem Urkhovense Zeggen met 1) Kleine Dommel, 2) Herzenbroekloop, 3) Watergangen oostzijde, 4) Restanten Zeggeloop, 5) Waterloop bij Varkensput, 6) Vrij afstromende waterloop, 7) Oude meander aangetakt, 8) Beekloop, 9) Waterlopen vanaf industrie oostzijde.

Detailontwatering flanken



Figuur 4.73: Detailontwatering Urkhovense Zeggen. Zwart kader is de begrenzing van Figuur 4.74.

Op de flanken van het beekdal ligt veel detailontwatering (Figuur 4.73). Door het voorkomen van de Brabantse Leem op geringe diepte kan het grondwater in de winter flink opbollen en is er veel detailontwatering nodig om landbouwpercelen en woonerven voldoende drooglegging te geven. Met name op de flank bij het Hulsterbroek en bij de Collse Zeggen zijn nog veel vrij diepe grondwatervoerende sloten te vinden. Noemenswaardig zijn ook de sloten langs de spoorlijn Eindhoven-Geldrop, deze liggen aan beide zijden van de spoorlijn en zijn diep. Ze monden uit in de Herzenbroekloop.



Figuur 4.74: Hoogtekaart detailontwatering laag op de flank. Zwart kader geeft beeld van de foto in Figuur 4.77 (linksonder) weer.

Er is echter ook veel detailontwatering aanwezig die niet langer noodzakelijk is voor de landbouw. Het gaat met name om de kleine greppels/slootjes laag op de flank van het gebied (Figuur 4.74),

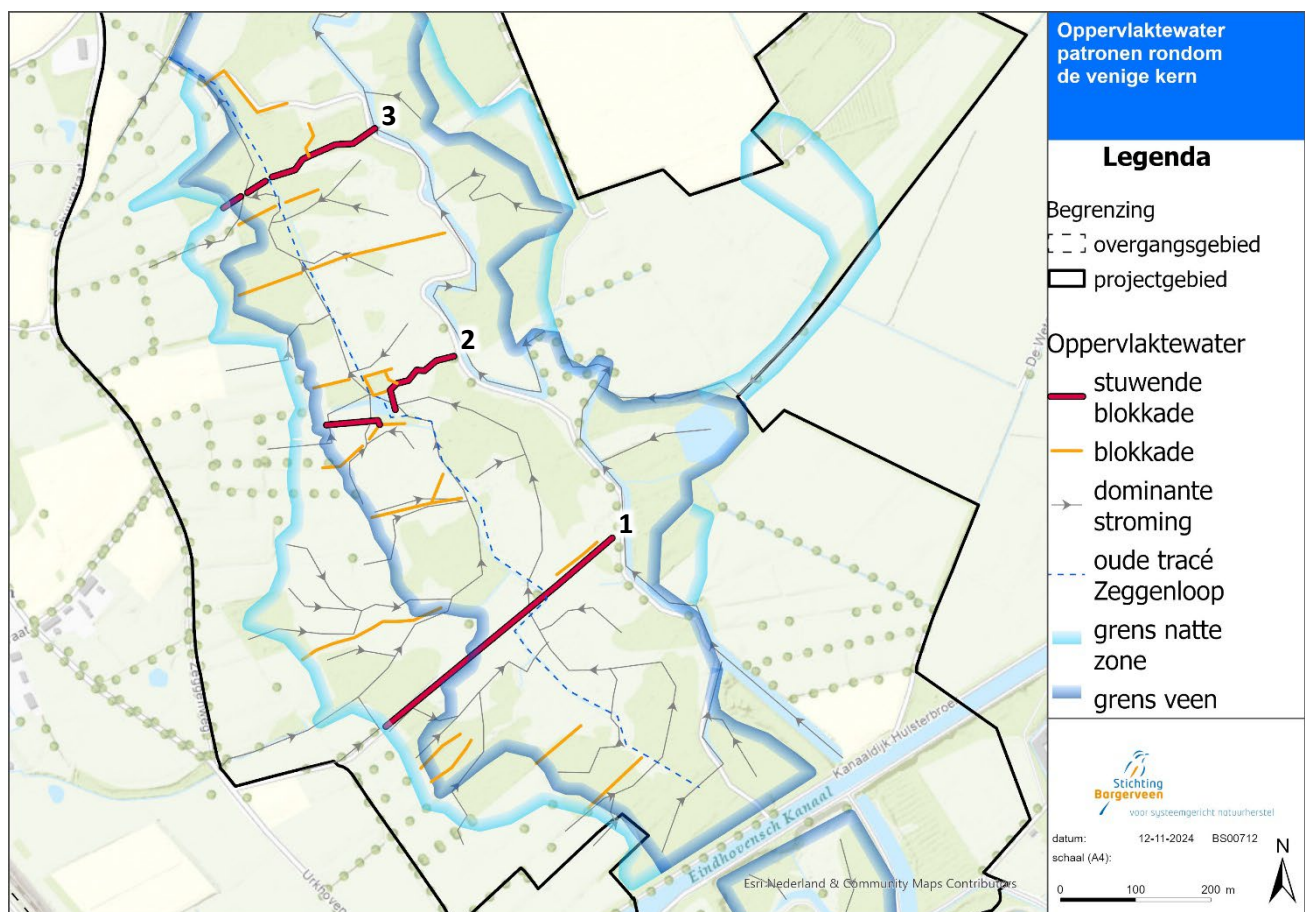
waar geen landbouw meer plaatsvindt. Deze komen ook elders op de beekdalflanken nog veel voor en voeren veel (en versneld) grondwater af gedurende een groot deel van het jaar, dat is in het veld goed zichtbaar (Figuur 4.77).

Afstromingspatronen in het dal

In het beekdal zelf is weinig ontwatering meer aanwezig. Het oude tracé van de Zeggeloop is op sommige plaatsen nog herkenbaar als een restgeul met enige stroming. In Figuur 4.76 staat het voormalige tracé. Dit tracé werkt, zoals besproken bij de waterkwaliteit, nog altijd drainerend. Door het gebrek aan ontwatering stroomt een deel van het jaar water over maaiveld af. De patronen in deze afstroom zijn in Figuur 4.76 weergegeven. De afstromingspatronen zijn gemodelleerd op basis van het verloop van het maaiveld. Er liggen veel oude boerenwegen (zandige of venige dijkjes) het gebied in (weergegeven als oranje blokkades). Deze steken doorgaans niet boven het maaiveld uit. Enkele blokkades doen dit wel en zijn dusdanig



Figuur 4.75: Stuwende blokkade 2 in februari 2024. Er is duidelijk te zien hoe het water geconcentreerd door de opening in de blokkade stroomt ten tijde van inundatie.



Figuur 4.76: Patronen in de oppervlaktewaterstroming (modellering op basis van maaiveldverloop) in en rondom de venige kern van de Urkhovense Zeggen.

ondoorlatend dat ze het water bovenstrooms opstuwen (stuwende blokkades in Figuur 4.76 (zie ook Figuur 4.54)). De afstromingspatronen worden per compartiment tussen deze stuwende blokkades besproken.

Stuwende blokkade 1 (Figuur 4.76) is de oude gemeentegrens tussen de toenmalige gemeentes Tongelre en Zesgehuchten. Het is een oud dijkje dat uit gecompacteerd veen en opgebracht zand bestaat (zie ook Figuur 4.56). Bovenstrooms hiervan liggen enkel korte herkenbare dijkjes die niet stuwend werken. Het water hiertussen stroomt richting de Kleine Dommel. Na het oude tracé van de Zeggeloop, dat het water hier niet meer volgt, maakt de stromingsrichting een hoek en gaat het water parallel aan de Kleine Dommel stromen, om op de plek waar de Zeggeloop de gemeentegrens doorsnijdt door dit grensdijkje te stromen.

Stuwende blokkade 2 is een oud boerendijkje bestaande uit gecompacteerd veen en opgebracht zand. Het water dat door blokkade 1 stroomt, stroomt parallel aan de Kleine Dommel verder via een tracé waar vóór de aanleg van de Zeggeloop een sloot lag (nu het laagste punt door de veenafbraak rond die voormalige sloot), om daarna richting de opening in blokkade 2 te stromen. Het water dat uittreedt in de beekdalflank tussen blokkade 1 en 2 stroomt eerst richting de Kleine Dommel, om daarna het oude tracé van de Zeggeloop te volgen tot het ook tot het punt komt waar deze door de blokkade stroomt.

Stuwende blokkade 3 is het oude watermolendijkje, deze bestaat uit gecompacteerd veen en opgebracht zand. Het is het hoogste dijkje dat in het gebied aanwezig is. Tussen blokkade 2 en 3 volgt het water duidelijk het oude tracé van de Zeggeloop, waarbij vanaf de flank en vanuit het dal water toestroomt naar dit tracé. Dit water wordt door de bever nu enkele decimeters opgestuwd ter hoogte van het watermolendijkje. Zo hoog zelfs, dat het zijn weg niet via het dal vervolgd maar over de oeverwal de Kleine Dommel in stroomt.

Deze patronen maken het duidelijk dat de oude dijkjes fungeren als drempels c.q. blokkades voor de diffuse, oppervlakkige afvoer van water over maaiveld of door de top van het veenpakket. Hierdoor frustreren ze de natuurlijke afstroming, maar houden ze ook het gebied langer nat. Her en der zitten laagtes in deze onnatuurlijke drempels en deze fungeren als flessenhalzen. De kleine gaten in de dammetjes, destijds gemaakt bij de aanleg van de Zeggeloop, zorgen dat doorstroming van en drainage door de Zeggeloop mogelijk blijft, hoewel de bevers deze gaten gebruiken om dammen in aan te leggen, waardoor delen van het gebied onder water komen te staan.



Figuur 4.77: Foto's oppervlaktewater (oktober 2024, Dion van Staveren)

Linksboven: uittreedzone ijzerrijk grondwater bij de Kleine Dommel. Rechtsboven: diepe sloot op westflank Hulsterbroek met Holpijp. Linksonder: slenk onderaan beekdalflank van de Urkhovense Zeggen met waterafvoer over maaiveld. Rechtsonder: uitstroom van ijzerrijk grondwater uit sloot Collse zeggen in de Kleine Dommel net benedenstrooms van molenstuw.

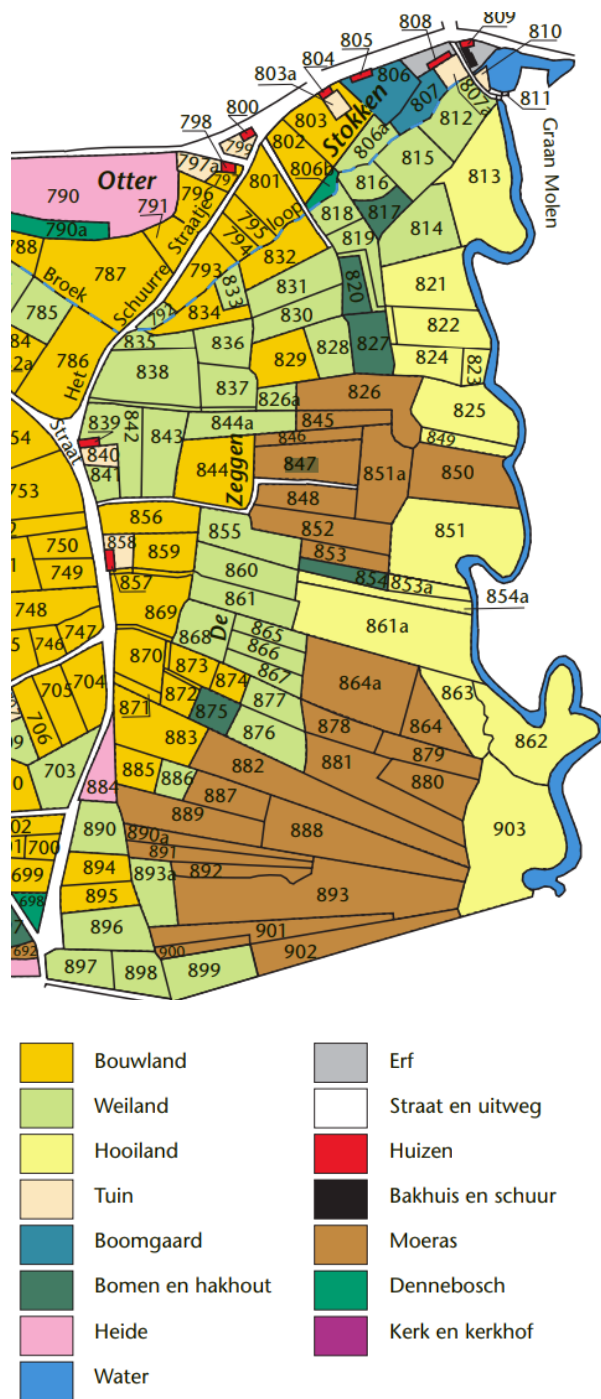
4.3.4 Een blik op het verleden

4.3.4.1 Vroege historie

Het is onduidelijk hoe het gebied er voor menselijke ingrepen heeft uitgezien. Het moet een zeer nat veengebied zijn geweest waarin mogelijk een beek aanwezig was. De versmalling in het noorden van het gebied, waarop de Collse watermolen is gebouwd voor 1337, heeft ook daarvoor al gezorgd voor het vasthouden van water in het gebied. Onder oude zanddijkjes ligt dicht bij de Kleine Dommel het dikste veenpakket, bestaande uit iets meer dan een meter veraard (broek/riet/zeggeveen). Richting de flank ligt er steeds minder veen begraven onder de dijkjes en ligt doorgaans een gyttja met op plaatsen nog een goed bewaard laag(je) bruinmos-zeggeveen met waterdriebladzaadjes. Dit geeft aan dat er aan de rand van het dal zeer natte, mesotrofe omstandigheden hebben geheerst, terwijl dicht bij de Kleine Dommel de omstandigheden iets voedselrijker waren en droog genoeg voor boomgroei van elzen en wilgen.

De eerste gedocumenteerde grote ingreep die het landschapsecologisch functioneren van het gebied sterk heeft beïnvloed is de bouw van de Collse watermolen (<1337). Door de hoge opstuwing (met name in de winter) werd jaarlijks een groot deel van het gebied geïnundeerd.

De volgende ingreep is de uitbreiding van enkeerdgronden (akkertjes) het beekdal in. Dit heeft bij Opwetten vrij plotseling plaatsgevonden eind 16^e, begin 17^e eeuw (OSL datering, Jasper Candel, persoonlijke communicatie). Gezien de korte afstand is het aannemelijk dat zulke akkers omstreeks dezelfde tijd ook in de Urkhovense Zeggen zijn ontstaan.



Figuur 4.78: Afbeelding uit Meulendijks (2007) met een bewerking van de kadastrale minuutplankaarten voor de Urkhovense Zeggen uit 1832.

4.3.4.2 Situatie rond 1850

De situatie die daarna enkele eeuwen heeft bestaan is weergegeven in Figuur 4.78. Hier is een duidelijk patroon te onderscheiden. Tegen de straat aan liggen op de hoge beekdalflank bouwlandjes, die overgaan in weilanden op de lage beekdalflank. Daarna is er een zone met percelen die als moeras staan aangeduid, waarna er dicht tegen de Kleine Dommel een strook hooilanden ligt. De percelen die als moeras beschreven staan moeten zeer nat zijn geweest omdat ook natte percelen destijds al snel als hooiland werden aangemerkt; als men kon hooien moest daar immers ook op belast worden. Op moeras percelen kon men wel turf winnen. In grote delen van deze percelen wordt enkel een vrij recent gevormde kragge/wortelmat gevonden en ontbreken oude veenlagen. Deze lagen kunnen door de Kleine Dommel geërodeerd zijn, maar kunnen ook gewonnen zijn. Het bruinmos-zeggeveen waarvan resten worden gevonden in dit gebied, geeft na drogen betere turf dan het broekveen dicht bij de beek. In Meulendijks (2007) wordt voor enkele van deze moeraspercelen (in ieder geval 861, 893 en 901 in Figuur 4.78) het toponiem 'Ziggen' genoemd. In schepenakten uit 1740 en 1783 (www.BHIC.nl zoektermen 'Zigge' en 'Uitmoeren') wordt melding gemaakt van een verzoek van de eigenaren van percelen in 'Het Zigge' bij Urkhoven voor octrooi om in totaal ongeveer 16 lopensen (ca. 2,5 hectare) uit te moeren.

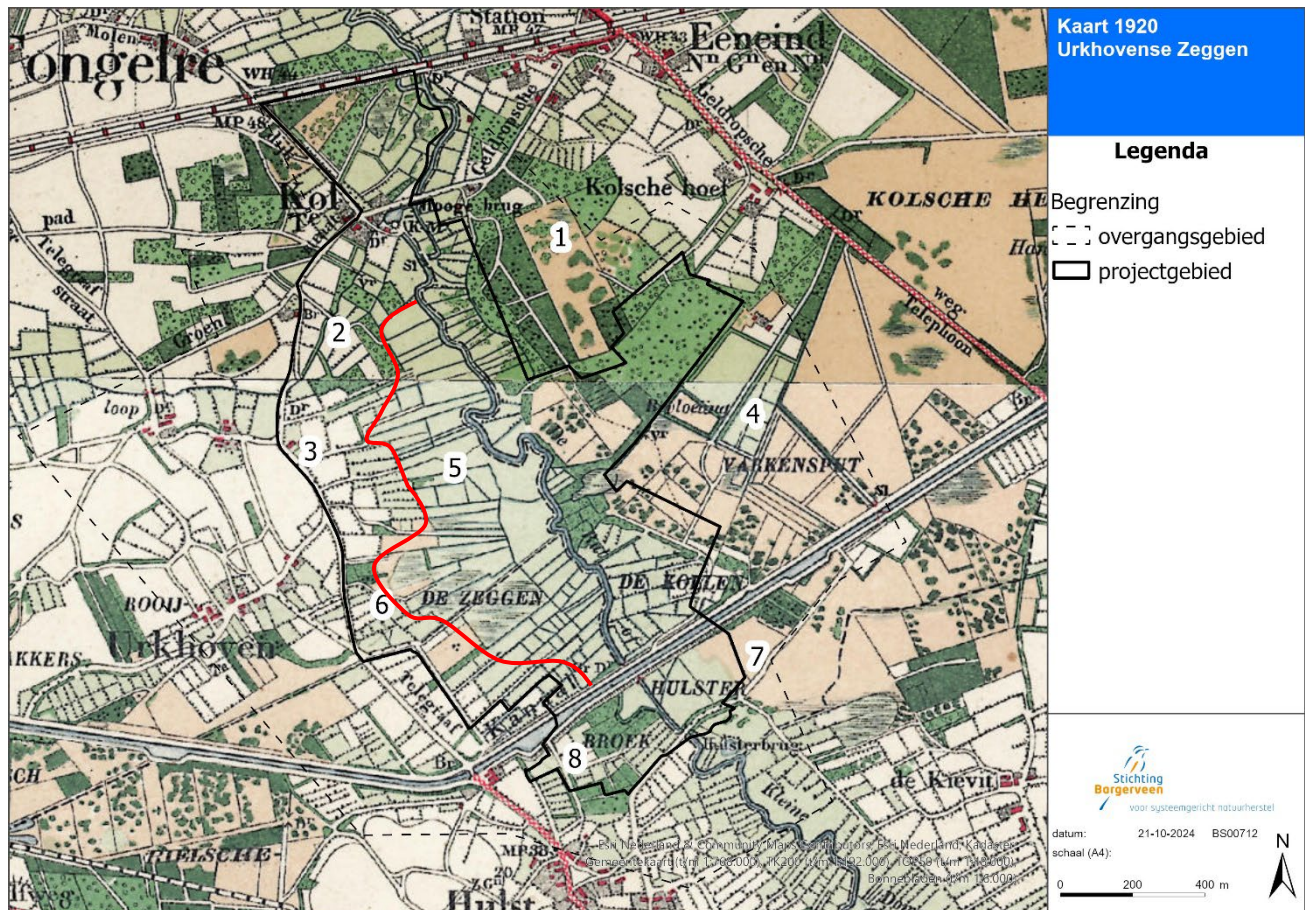
4.3.4.3 Situatie 1920 - heden

Buiten deze turfwinning kunnen we aannemen dat tot in de 20^e eeuw geen heel grote veranderingen meer zijn opgetreden. Samen met Figuur 4.78 geeft de historische kaart uit 1920 (Figuur 4.79) op hoofdlijnen het beste beeld van de historische situatie.

Westzijde

Aan de westzijde van het beekdal is een landschap van akkers rond de gehuchten Kol, Urkhoven en Hulst te zien, met enkele kleine heides en de hooilanden in de Zeggen. In de Urkhovense Zeggen zijn alleen in het noorden enkele hakhoutbossen te vinden (2). Ten oosten van de Zeggenweg zijn kleinschalige akkertjes (3) te zien op de hogere delen. In het beekdal zijn kleinschalig verkavelde hooilanden aanwezig (5), de perceelsgrenzen zijn deels boomloos en deels beplant met houtgewas (zie rode lijn). Vanaf de Zeggenweg loopt er een tiental paden de Urkhovense Zeggen in om de hooilanden en moerassen te ontsluiten. Waar de huidige blauwgraslandjes nog liggen (6) is ook destijds een ander patroon te zien dan bij de akkers en hooilanden. Er zijn heidegronden (schraallanden) te zien tot in het dal, die vervolgens overgaan in zeer natte delen (donkere arcering). Op de minuutplans (Figuur 4.78) staat het in zijn geheel als moeras aangeduid, en heeft het verschillende eigenaren. Er zijn geen bronnen die op turfwinning in de 19^e en 20^e eeuw duiden.

De westzijde van de Kleine Dommel is in de 2^e helft van de 20^e eeuw door de Gemeente Eindhoven aangekocht, wat samen met de maatschappelijke veranderingen na de Tweede Wereldoorlog heeft geleid tot een sterk veranderd beheer. Kleinschalig hooilandbeheer op de percelen maakte plaats voor rietlandbeheer. Om te kunnen rietmaaien is de Zeggeloop eind 20^e eeuw nog extra verdiept alvorens grotendeels gedempt te worden in 2007.



Figuur 4.79: kaart uit 1920 (Topotijdreis.nl). Waarbij de rode lijn de grens aangeeft tussen het deel van de Urkhovense Zeggen waar bomen op de perceelsgrenzen staan en het deel waar dit niet het geval is (permanent nat).

Oostzijde

Aan de oostzijde bevinden zich kleinere gehuchten en hoeven zoals de Kievit, Kolsche hoef en Eeneind. Er zijn hier duidelijk minder akkers te vinden, deze liggen vooral rondom de Kolsche hoef (1). Het grootste deel van het gebied bestaat uit hakhout- en andere bosjes en heideterrein. Zuidelijker is een 19^e eeuwse bevoeiing te zien (4), die op latere kaarten nog groter is en water uit het Eindhovens kanaal gebruikte om de heide tot enigszins vruchtbare graslanden te ontginnen. Bij 4 lag ook een kleine laagte, genaamd de Varkensput, die bij de vergroting van de bevoeiing is gedempt. Dicht tegen de Kleine Dommel aan ligt nog altijd een plas met de naam Varkensput. Overgangen van schaallanden naar nat beekdal zijn net zoals bij het Vloweitje ook aan de oostzijde van het Hulsterbroek (7) te zien. De rest van het Hulsterbroek bestond destijds al voornamelijk uit bos (8), en bestond daarvoor volgens de minuutplannen uit gemeenschappelijke weidegronden, die in de tweede helft van de 19^e eeuw bebost zijn.



Figuur 4.80: Ontwateringsstructuren in de Collse Zeggen (luchtfoto winter 1948 ©DotkaOriginals). Ter oriëntatie; nummers 1 en 4 corresponderen met Figuur 4.79.

De zone buiten het beekdal is vooral aan de oostzijde van de Kleine Dommel sterk veranderd vergeleken met / sinds de eerste helft van de 20^e eeuw (Figuur 4.80). Hier ligt nu nog altijd het Collse bos, maar daaromheen zijn de kleinschalig verkavelde ontginningen met een hoge dichtheid aan sloten, deels voor de bevoeiing, verdwenen. Hier zijn de hakhoutbosjes en heideterreinen nog vóór de Tweede Wereldoorlog ontgonnen tot graslandpercelen. In de jaren '80 en '90 zijn deze percelen samengevoegd, gedraineerd en geëgaliseerd tot grote, efficiënte akkerbouwpercelen, waarna een deel noordelijk van 1 (Figuur 4.80) uiteindelijk industriegebied werd. Op dit moment liggen er plannen om ook het gebied (rechts)boven 4 tot bedrijvenpark te ontwikkelen.

4.3.5 Historische en actuele vegetatie

Historische ontwikkelingen

De Urkhovense Zeggen was een vrijwel boomloos gebied. Over grote oppervlakten bestonden de beemden uit grotezeggemoerassen van Scherpe en Stijve zegge. In 1975 kwamen hier plaatselijk nog stukjes van voor (Van der Burg et al., 2009). Op de flanken van het beekdal, kwamen heischrale graslanden en blauwgraslanden voor. Hier stonden o.a. Lange zonnedauw, Parnassia, Veenmosorchis, Moeraswespenorchis, Geelhartje en Knopige vetmuur (Van den Burg, 2009). Doorgaans soorten van voedselarme, basenrijke, stabiele grondwatergevoede groeiplaatsen. Via alkalische kleinezeggemoerassen gingen deze basenminnende begroeiingen over in grotezeggemoerassen, waarin opvallend veel Dotterbloemen groeiden (persoonlijke observatie, André Jansen).

Figuur 4.82 toont de huidige verdeling tussen open en bebost gebied. De meeste bossen aan de westzijde zijn in de 2^e helft van de 20^e eeuw ontstaan. Het gebied werd toen enkele decennia niet gemaaid verruigde met rietland, ruigtes (nat open terrein, soortenarm in Figuur 4.81) en verboste

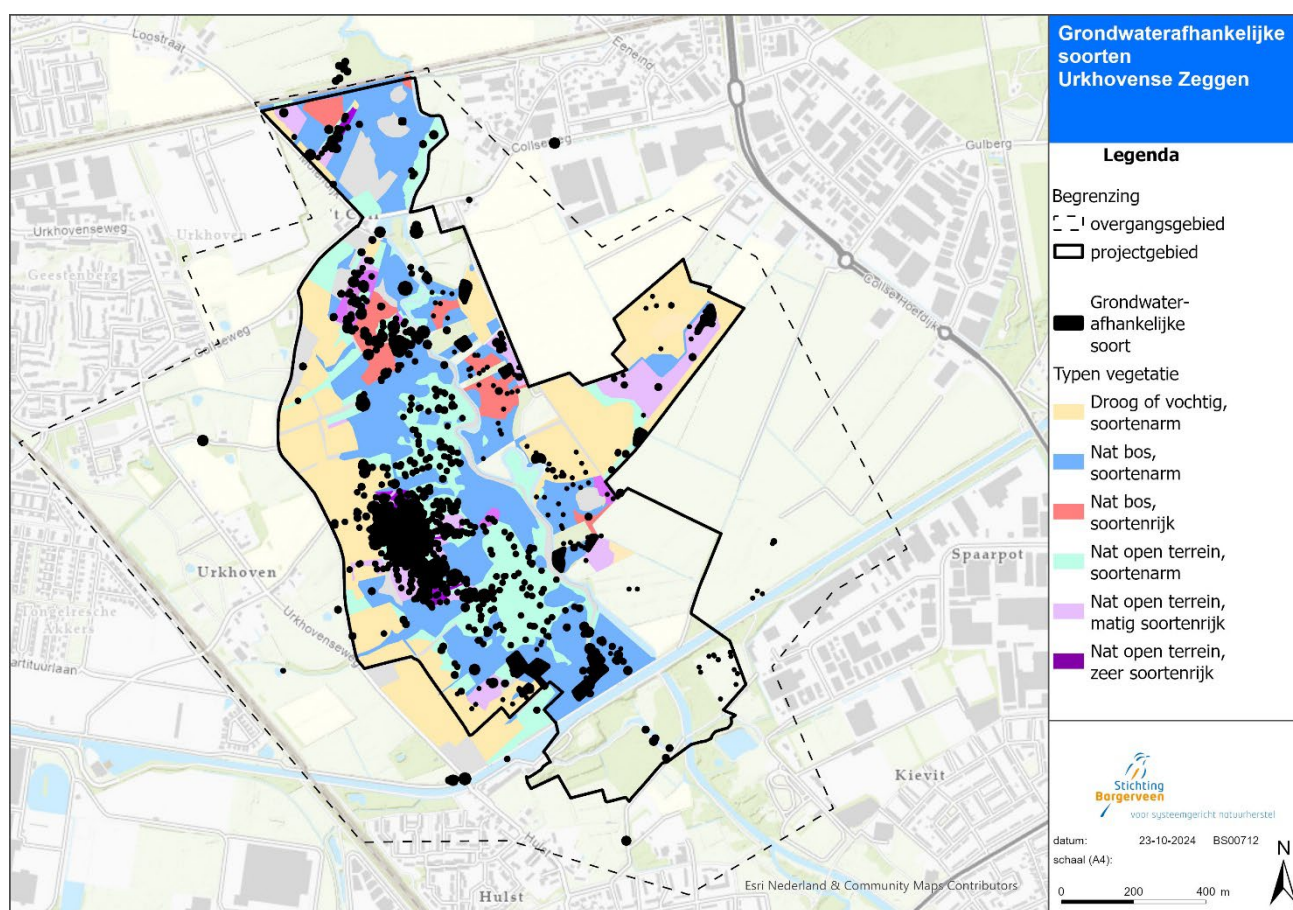
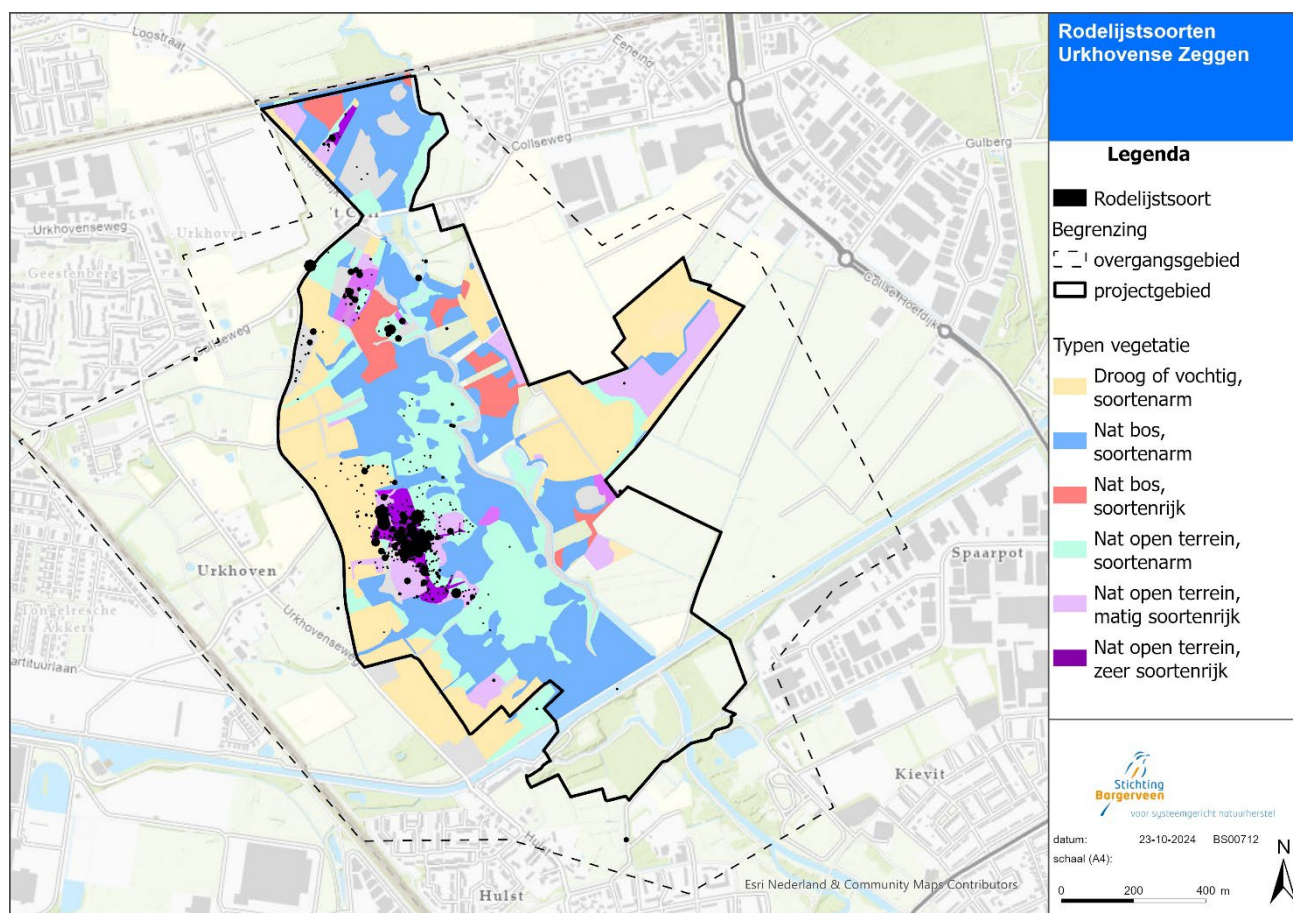
(wilgenstruweel en elzenbroek; nat bos, soortenarm in Figuur 4.81). Oudere bossen hebben een duidelijke perceelvorm d.w.z. rechte grenzen (zie Figuur 4.82, rode en gele kleuren) in tegenstelling tot de jonge bossen die zich ontwikkelden na het stoppen van het maaibeheer; zij hebben gebogen grenslijnen, (zie Figuur 4.82, groene en blauwe kleuren). De laatste jaren zijn er op verschillende plekken weer stukken wilgenstruweel afgezet.

Op het Vloweitje werd het beheer gecontinueerd. Mede daardoor werden soortenrijke vegetaties behouden en kwamen ook in de tijd dat het overgrote deel van de Zeggeloop niet werd beheerd diverse Rode Lijstsoorten voor, zoals als Klein glidkruid, Moeraskartelblad, Spaanse ruiter, Vlozegge, Gevlekte orchis en Welriekende nachtorchis. De verschuiving in soorten ten opzichte van de periode vóór 1975 duidt op een lichte verdroging en vermesting van de standplaatsen.

Opmerkelijk zijn de ontwikkelingen na (hydrologische) herstelmaatregelen die sinds 2007 gefaseerd zijn uitgevoerd. Door het verondiepen en deels dempen van de Zeggeloop is over een grote oppervlakte een kragge losgekomen van de onderliggende vaste veenbodem. Ook is er begonnen met het zomermaaien van het riet op een perceel nabij het Vloweitje. Door deze maatregelen breidden o.a. Stijve zegge en Gewone Dotterbloem zich sterk uit, net als Groot blaasjeskruid. Verder heeft zich hier over een oppervlakte van enkele honderden vierkante meter Sparrig veenmos gevestigd en uitgebreid. Dit is een veenmossoort die enkel in laagveengebieden voorkomt en die indiceert dat er buiten regenwater ook een invloed is van basenrijk grondwater. De soort is in pleistoceen Nederland slechts op enkele plekken waargenomen. Ook andere delen van het veengebied worden jaarlijks of tweejaarlijks gemaaid en afgevoerd, wat zorgt voor soortenrijkere vegetaties waarin soorten van dotterbloemhooilanden en veldrusschraallanden zich uitbreiden.

Op de flank van het beekdal net noordelijk van het Vloweitje is het maaiveld verlaagd van enkele opgehoogde percelen, wat heeft geleid tot het ontstaan van heischrale graslanden (*Violion caninae*) met o.a. Klokjesgentiaan, Heidekartelblad en Welriekende nachtorchis. Wel is er op deze terreinen sprake van een hoge dichtheid aan opslag van met name grauwe wilg.

Verder noordelijk, nabij de Herzenbroekloop, is door het dempen van detailontwatering en het opstuwen van deze hoofdwatgang eveneens een soortenrijke vegetatie ontstaan met o.a. Moeraskartelblad, Gewone dotterbloem, Egelboterbloem, Scherpe zegge, Bosbies en Schildereprijs.



Figuur 4.81: Kaarten met indicaties over het voorkomen van Rode lijst- en grondwaterafhankelijke * soorten. Bron puntwaarnemingen: NDFF. 'Typen vegetatie' afgeleid van vegetatiekarteringen van Bosgroep Zuid Nederland en SBB.

* grondwaterafhankelijke soorten: 'Zwarte zegge', 'Zwarte bes', 'Zompzegge', 'Zomerschroeforchis', 'Wilde gagel', 'Welriekende nachtorchis', 'Waterviolier', 'Watergentiaan', 'Watersaadbei', 'Vlozegge', 'Vleugeltjesbloem (G)', 'Veldrus', 'Veenpluis', 'Veenbies', 'Veeltengelige waterbies', 'Tweerijige zegge', 'Stijve zegge', 'Stijve waterranonkel', 'Sterzegge', 'Spaanse ruiter x Kale jonker', 'Spaanse ruiter', 'Snavelzegge', 'Slangenwortel', 'Schildereprijs', 'Scherpe zegge x Zwarte zegge', 'Scherpe zegge', 'Rietorchis', 'Pluimzegge', 'Pijptorkruid', 'Moeraszegge', 'Moerasviooltje', 'Nachtorchis (G)', 'Moerasvaren', 'Mattenbies', 'Loos blaasjeskruid', 'Liggende vleugeltjesbloem', 'Klimopwaterranonkel', 'Klein bronkruid', 'Kale jonker', 'Holpijp', 'Hoge cyperzegge', 'Heidekartelblad', 'Grote waterranonkel', 'Grote boterbloem', 'Gewone dotterbloem', 'Gewone / Spindotterbloem', 'Gevlekte rietorchis', 'Gevlekte orchis / Bosorchis', 'Gevlekte orchis', 'Geelgroene zegge', 'Elzenzegge', 'Egelboterbloem', 'Dwergzegge', 'Dwergzegge / Geelgroene zegge', 'Draadzegge', 'Brede orchis / Rietorchis', 'Brede orchis', 'Bosorchis x Rietorchis', 'Bosbies', 'Blauwe zegge', 'Blauwe knoop', 'Blaaszegge', 'Bittere veldkers', 'Beenbreek'

Actuele vegetatie

Het hoofdpatroon in de huidige vegetatie te zien in Figuur 4.81. De vegetaties met zeldzame soorten (nat open terrein, zeer soortenrijk) zijn vooral te vinden in het Vloweitje, de afgegraven percelen naast het Vloweitje, de graslanden langs de Herzenbroekloop, en in een klein hooilandje in de noordelijke kop van het projectgebied. Dit zijn de percelen met een hoge abundantie van o.a. diverse orchissen, Moeraskartelblad en vele zeggesoorten. Verder liggen er verspreid over het gebied nog enkele matig soortenrijke percelen (nat open terrein, matig soortenrijk) die zich als vormen van het



Figuur 4.82: Bosontwikkelingsgeschiedenis van de Urkhovense en Collse zeggens op basis van de historische kaarten topotijdreis.nl

veldrusschraalland laten karakteriseren. Deze percelen zijn gekenmerkt door het pleksgewijs voorkomen van soorten van zwak tot matig gebufferde omstandigheden zoals Moerasrolklaver en Egelboterbloem met in enkele percelen ook Watersaadbei of Gevlekte orchis. De overige laagblijvende begroeiingen zijn vrij soortenarm (nat open terrein, soortenarm); tegen de flank aan zijn het ruigere percelen waarin Pitrus, Gestreepte witbol of Moerasstruisgras aspectbepalend zijn. Vermoedelijk betreft het hier sterk verarmde vormen van de zure kleinezeggemoerassen. In de kern van het veengebied zijn het door Riet of Liesgras gedomineerde vegetaties met daarin verspreid grondwaterafhankelijke soorten als Gewone Dotterbloem, Elzenzegge, Stijve zegge en Waterviolier. Vermoedelijk zijn deze begroeiingen ontstaan uit vroegere grotezeggemoerassen en verdrongen elzenbossen.

Naast deze laagblijvende begroeiingen zijn er ook nog soortenrijke natte bossen te vinden. Dit zijn de grondwatergevoede Elzenbroekbossen en Vogelkers-Essenbossen waarin de waterhuishouding redelijk op orde is. In enkele bossen zijn nog (vrij) zeldzame soorten aanwezig; zo groeit er in de oude boskernen net ten zuiden van de Collse watermolen nog op enkele plekken Eenbes en Bittere veldkers. In de overige soortenrijke bossen betreft het soorten als Gewone dotterbloem, Zwarte bes en Elzenzegge die duiden op geringe verdroging en beperkte verruiging. Zwarte bes is een typische indicator voor overstromingen met beekwater of een mengsel van beek- en grondwater. In de overige bossen (nat bos, soortenarm in Figuur 4.81) komen laatstgenoemde soorten slechts sporadisch voor. De jongere wilgenbroekstruwelen zijn zeer soortenarm door het ontbreken van ondergroei vanwege lichtgebrek. Ook kan het zijn dat delen van deze zeer slechte toegankelijke bossen minder goed geïnventariseerd zijn. In de iets oudere bossen is in de Elzenbroeken Grote brandnetel dominant, terwijl in de struwelen van Grauwe wilg Hennegras domineert. In sommige bossen komen naast deze overheersende soorten ook vrij veel Stijve zegge of Moerasvaren voor. Deze soorten duiden op zeer natte tot natte omstandigheden met betrekkelijk geringe waterstandsfluctuaties. Met name in het zuiden tegen het Eindhovens kanaal komen grondwaterafhankelijke soorten (Gewone dotterbloem, Zwarte bes) verspreid voor in de oudere bosdelen.

Van het Hulsterbroek - dat buiten de gekarteerde gebieden valt - is weinig bekend, ook uit de NDFF. In slootjes op de beekdalflank zijn zeer sporadisch Klimopwaterranonkel, Holpijp en Gewone dotterbloem waargenomen. In graslanden komt Veldrus vrij veel voor.

4.3.6 Synthese

De in deze studie verworven inzichten, samen met algemeen toepasbare kennis over de ontwikkeling van beekdallandschappen na de laatste ijstijd, stellen ons in staat de ontwikkeling in de loop van de tijd te bespreken. Hiervoor worden voor de Urkhovense Zeggen vier belangrijke fases onderscheiden; de natuurlijke uitgangssituatie, de situatie in de middeleeuwen na de bouw van de watermolen, de situatie na aanleg van de Zeggeloop in de 20^e eeuw en ten slotte de situatie na systeemherstel. Na de beschrijving van deze ontwikkeling volgt een synthese van het functioneren van de gebieden die rondom de Urkhovense Zeggen liggen, maar er hydrologisch niet mee verbonden zijn.

4.3.6.1 Urkhovense Zeggen

Natuurlijke uitgangssituatie (<1000 n. Chr.)

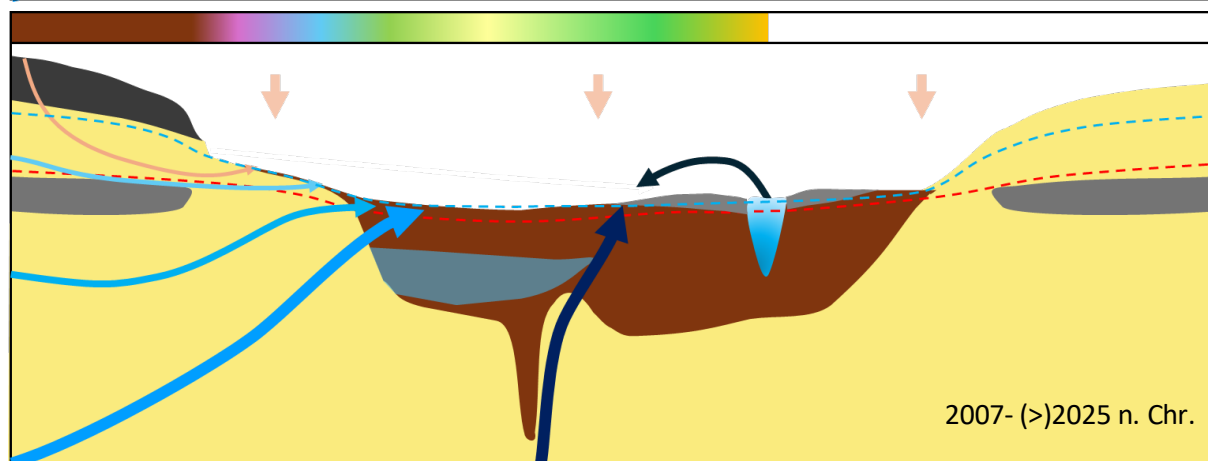
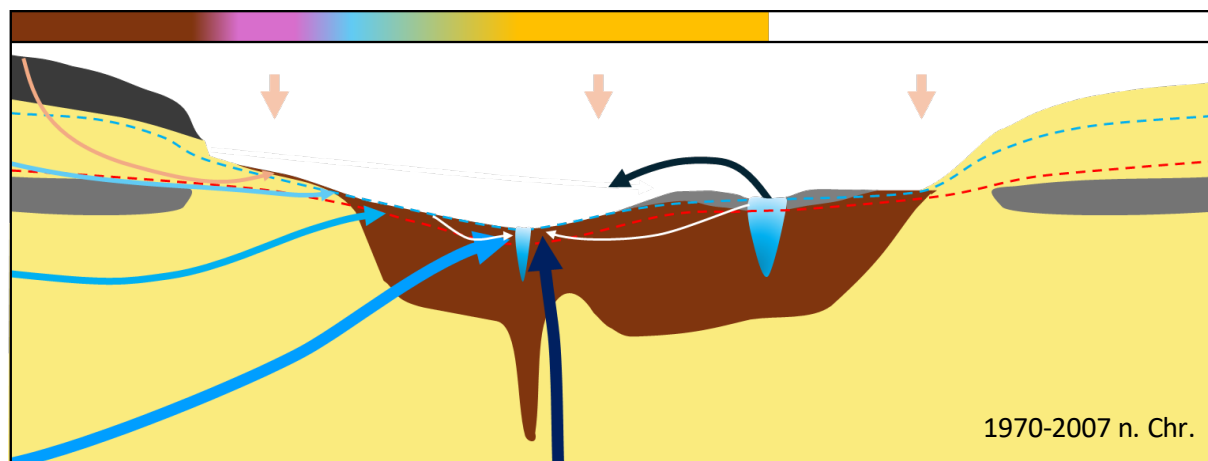
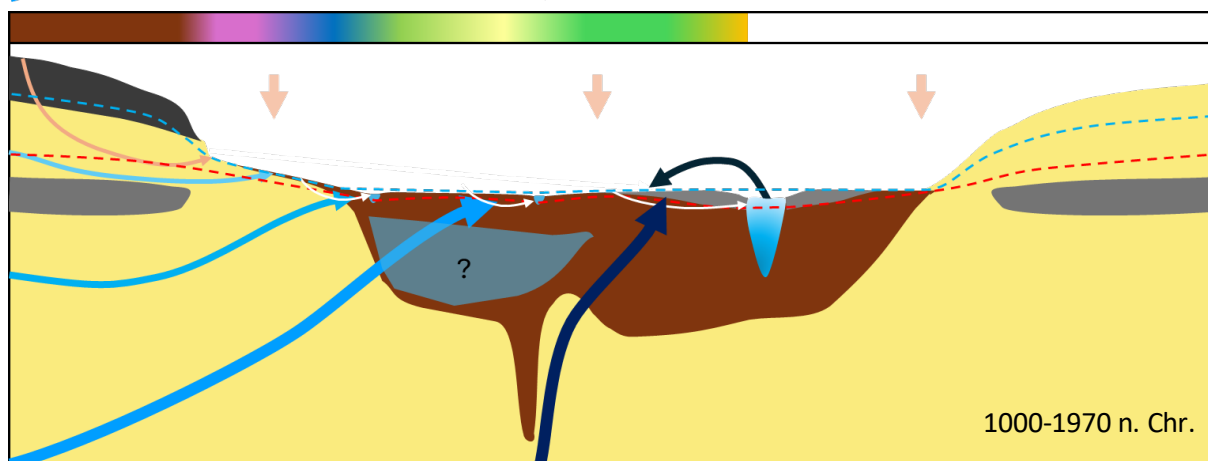
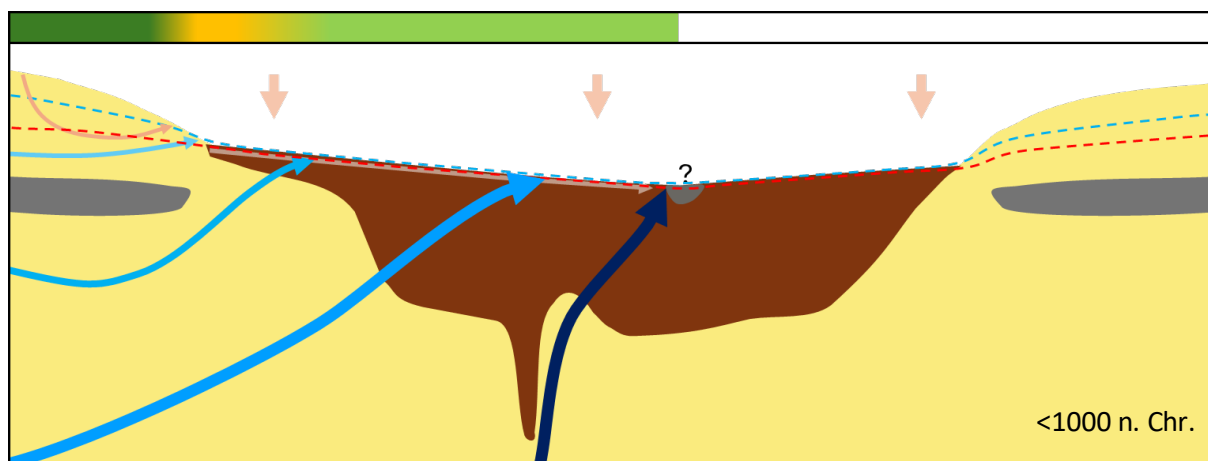
Oorspronkelijk lag in het dal van de Kleine Dommel een laaggelegen, aaneengesloten veen in een langgerekte, komvormige laagte bovenstrooms van een versmalling van het dal. Of hier in de loop van het Holoceen van nature een beek is ontstaan, weten we niet. Het kan goed zijn dat de Kleine Dommel is ontstaan doordat lage ruggen tussen deze laagten werden doorgraven, waardoor waterafvoer via een watergang mogelijk werd en een beek ontstond. Grondwater trad in deze situatie hoofdzakelijk aan de zijkant van het veen uit en stroomde door de toplaag van het losgepakte veen af. In een dergelijke situatie waarbij sprake is van een jaarronde toevoer van grondwater en er geen overstromingen van de beek plaatsvinden, is het waarschijnlijk dat het hier een doorstroomveen betrof met een boomloze vegetatie bestaande uit kleinezeggemoeras met een hoog aandeel bruinmossen. Op de overgang naar de minerale beekdalflank zal dan waarschijnlijk een rietkraag gegroeid hebben die over ging in vochtige bossen.

Situatie na bouw watermolen (ca. 1000-1970 n. Chr.)

Op de versmalling van het beekdal net benedenstrooms van de Urkhovense Zeggen is in de Middeleeuwen (<1337), zoals op veel plekken in het (Kleine) Dommeldal, een watermolengebouwd; de Collse watermolen. De bouw van deze watermolen zorgde voor opstuwing van de Kleine Dommel.

Dat had verschillende effecten. Als eerste leidde het tot meer en langdurigere overstromingen. Ten tweede verloor de beek stroomsnelheid voor de stuw, waardoor sterkere sedimentatie ging optreden, er hogere oeverwallen werden gevormd en de beekbodem hoger kwam te liggen (verzanding van de beek). Deze oeverwal werd op veel plaatsen doorgraven om water af te kunnen voeren. Dit water uit de laaggelegen hooilanden aan weerszijden van de Kleine Dommel was een mengsel van beekoverstromingswater, grondwater en regenwater. De ontwateringsdiepte was echter gering. Het gebied bleef zeer nat en hoewel de lichte ontwatering en afzetting van slib dat werd meegevoerd tijdens de beekoverstromingen de losgepakte veenbodem deden inklinken tot een vastere veenbodem, bleef de veenbodem beter bewaard dan op plekken zonder watermolen. De akkers op de hoge flanken van het beekdal werden door het potstalsysteem steeds verder opgehoogd, terwijl plaatselijk ook de lage flanken van het beekdal in de eeuwen na de bouw van de watermolen opgehoogd werden.

In het venige beekdal trad het grondwater op vergelijkbare plaatsen uit. Door de drainage kunnen er in de buurt van de slootjes en beek wel zeer lokale, door regenwater beïnvloedde systeempjes zijn ontstaan. Op de flank, waar het veen grotendeels verdween, veranderde de situatie sterker. De maaiveldddaling zorgde voor een verlaagde drainagebasis. Dit leidde op de rand van de flank tot een toename in de regenwaterinvloed, een uitbreiding van de zeer lokale (zuurdere) systemen en het ontstaan van een gradiënt tussen deze systemen en het sterker gebufferde systeem. Op de nu iets wisselvochtige flank ontwikkelden (onder hooilandbeheer) overgangen tussen natte heiden, veldrusschraallanden en kalkrijke blauwgraslanden. In het venige dal lag op de delen die permanent nat waren, maar geen overstromingsinvloed kenden, een zone met de oorspronkelijke kleinezeggenmoerassen. Het lijkt erop dat deze gebieden in de 18^e eeuw (en wellicht al eerder) uitgeveend zijn vanwege de goede turf die deze mineraalarme veenbodems gaven. Daarna is opnieuw verlanding opgetreden die de huidige kragges gevormd heeft. Met toenemende overstromingsinvloed (en daarmee voedselrijkdom) richting de beek ging de zone met verlandingsveen (of kleinezeggenmoeras) via een zone met dotterbloemhooilanden over in grotezeggenmoerassen. Op de oeverwal zal met name riet hebben gegroeid.



Kleur	Vegetatie	
	Akker	
	Natte heide	
	Blauwgrasland basenrijk	
	Blauwgrasland basenhoudend	
	Kleinezeggenmoeras	
	Grotezeggenmoeras	
	Riet	
	Vochtig bos	
	Dotterbloemhooiland	

Figuur 4.83: verschillende fasen in de ontwikkeling van de Urkhovense Zeggen. Rode peilen voor zuur (regen) water. Witte peilen voor lokale systemen als gevolg van menselijk ingrijpen. Blauwe peilen voor grondwater, hoe donkerder hoe langere stroombaan. Zwarte peilen voor oppervlaktewater uit Kleine Dommel.

<1000 n. Chr.: Natuurlijke uitgangssituatie met kleinezeggenmoeras en diffuus toestromend en afstromend grondwater.

1000-1970 n. Chr.: Invloed mens voor sterke ontwatering. Inklinking losgepakt veen, ontstaan nieuwe gradiënt aan door de mens beïnvloedde vegetatietypen (hooilandbeheer). Kragge waarschijnlijk als gevolg van veenwinning. Ontstaan Kleine Dommel als grote beek met overstromingsinvloed.

1970-2007 n. Chr.: Systeem met sterke ontwatering. Kragge vast op bodem, al het grondwater wordt naar de Zeggeloop getrokken. Ontstaan lokale systemen in veen. Ontstaan nieuwe drainagebasis bij Zeggeloop, verarming vegetatiegradiënt en sterke toename riet.

2007->2025 n. Chr.: Systeem met hydrologisch herstel. Loskomen kragge, verplaatsing grondwaterstromen en verdwijnen lokale systemen. Herstel vegetatiegradiënt.

Situatie na aanleg Zeggeloop (1970-2007 n. Chr.)

Door de aanleg van de Zeggeloop, een halve eeuw geleden (ca. 1970), werd drainage door de oeverwal grotendeels overbodig en kon het water parallel aan de Kleine Dommel, benedenstrooms van de watermolen, worden afgevoerd. Door deze veel sterkere ontwatering van het beekdal is het maaiveld snel verder gedaald door inklinking en oxidatie van het overgebleven en losgepakte, nieuwgevormde veen. Hierdoor kwam het peil van de Kleine Dommel rond of zelfs boven het maaiveldniveau van het beekdal te liggen. Feitelijk is de Kleine Dommel hier van een (licht) drainerende beek veranderd in een infiltrerende.

Het grondwater reageerde hier ook op, waarbij de Zeggeloop als drainagebasis zeer veel grondwater naar zich toetrok. De toegenomen hoogteverschillen versterkte de laterale grondwaterstromingen. Samen met de toename in grondwaterstandsdynamiek, overstromingen met voedselrijk beekwater en het vrijkomen van voedingsstoffen uit veenafbraak zorgde dit voor een enorme toename van riet in het gehele gebied. Hierdoor namen soorten van grotezeggenmoerassen en dotterbloemhooiland sterk af. De flank werd door de lagere drainagebasis ook sterker ontwaterd, waardoor basenrijk grondwater op een kleiner oppervlak en ook korter in de wortelzone kon reiken. Dit leidde op de flank tot een uitbreiding van de zeer lokale, sterk door regenwater beïnvloedde, systemen. Hierdoor kon natte heide en veldrusschraalland zich uitbreiden ten koste van het kalkrijke blauwgrasland. Op enkele plekken kon een gedegraded, minder basenrijk blauwgrasland standhouden.

Huidige situatie (2007-2025)

De Zeggeloop is inmiddels grotendeels gedempt en gestuwd, maar de invloed van de waterloop op het gebied is nog steeds groot. Het grond- en oppervlaktewater kunnen namelijk niet langer naar de Kleine Dommel stromen. Ze worden al eerder, min of meer halverwege het beekdal, afgevangen door de Zeggeloop om vervolgens parallel aan beek noordwaarts te stromen. De afvoer van al dit parallel stromende water is sinds 2007 sterk bemoeilijkt door het deels dempen, deels verondiepen en stuwen van de Zeggeloop en Herzenbroekloop. Hierdoor is er sprake van een meer diffuus afstroomp patroon van het water parallel aan de Kleine Dommel en de Zeggeloop dat uiteindelijk min of meer over maaiveld in het laatste deel van de Herzenbroekloop terechtkomt, via waar het de Kleine Dommel in kan stromen.

De stromingsrichting parallel aan de Kleine Dommel en Zeggeloop maakt dat haaks op de Kleine Dommel liggende drempels (walletjes langs sloten, gedempte sloten en wegen) nu als drempels fungeren, waarbij er aan de bovenstroomse zijde water tegen deze obstakels stagneert, en aan de benedenstroomse zijde verdroging optreedt. Dit heeft geleid tot het loskomen van verschillende kraggen, waardoor er in verschillende delen nu sprake is van drijvende vegetatiematten. In de meeste drempels zitten wel één of enkele gaten, waardoor water zich als door een flessenhals naar het volgende compartiment kan bewegen, maar dat laat onverlet dat aanzienlijke opstuwing en onnatuurlijke overstromingen optreden. De bever, die zich vrij recent in het gebied heeft gevestigd, gebruikt deze gaten voor zijn dammen waardoor bovenstrooms de inundatiediepte en duur toenemen. Door het zeer vlakke terrein in de Urkhovense Zeggen zorgen enkele decimeters opstuwing al snel voor grootschalige stagnatie en inundatie.

Wat betreft het grondwater is het beekdal in twee hydrologische compartimenten verdeeld geraakt. In het oostelijke compartiment treedt nabij de Kleine Dommel (periodiek) schoon, basen- en ijzerrijk grondwater uit. Periodiek kan hier ook sprake zijn van infiltratie vanuit de Kleine Dommel. Hier is de vegetatie vrij ruig, met veel riet en wilgenstruwelen. In deze vegetaties groeien verspreid ook soorten van grotezeggemoerassen. Tussen deze kwelzone en de Zeggeloop infiltreert regenwater en is een oppervlakkige regenwaterlens ontstaan. In het westelijke compartiment stroomt iets vervuild, gebufferd, ijzerarm grondwater toe. Hier bevindt zich op grote oppervlakte een kragge, voornamelijk begroeid door soorten van dotterbloemhooiland. In de flank treedt vrij schoon, iets zwakker gebufferd, ijzerarm grondwater uit, ook bevinden zich hier neerslaglenzen. Hier groeit op locaties die niet opgehoogd of bemest zijn geweest een mozaïek van natte heide, matig gebufferde venvegetatie, veldrusschraalland en op de overgang naar het veen blauwgrasland en kleinezeggemoeras.

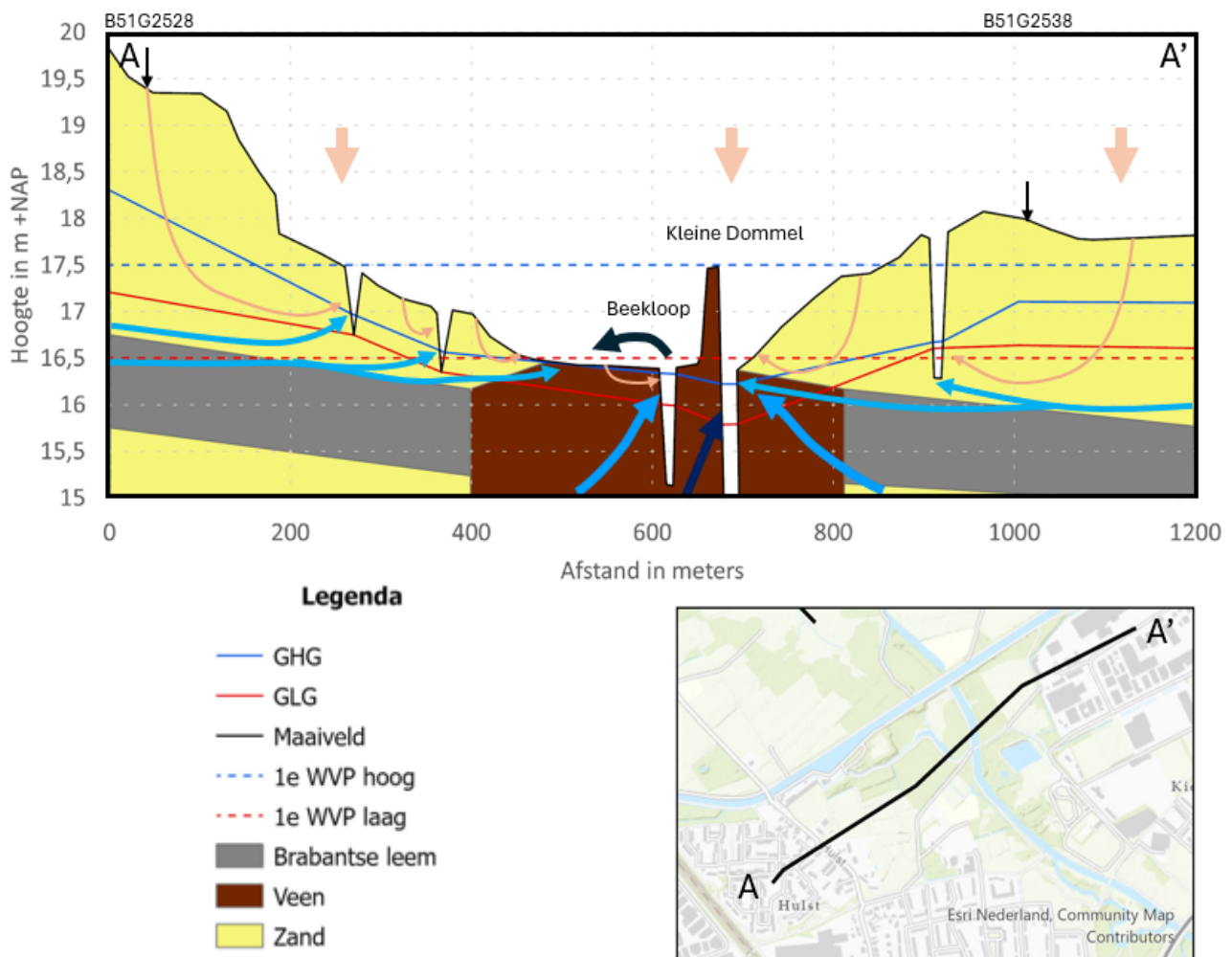
Situatie na verder herstel (>2025 n. Chr.)

Na het herstel van een zo diffuus mogelijke afstroom over maaiveld zullen delen van de Urkhovense Zeggen langduriger nat blijven, waarbij de laagste delen langere tijd geïnundeerd zullen zijn en opnieuw zullen moeten verlanden. Door de stabiele hydrologie in de kern treedt het grondwater sterker en langer uit op de flank. In deze situatie kunnen zich op de beekdalflank op uitgebreidere schaal blauwgraslanden ontwikkelen. Verder schept het ijzerarme, relatief schone grondwater, dat onderaan de flank en aan de westzijde van het gebied uittreedt, potentie voor de ontwikkeling van kleinezeggemoeras met een hoog aandeel bruinmossen. Wanneer zich een losse laag van mossen en mosresten begint te ontwikkelen kan het water weer door deze laag gaan stromen en kan zich op termijn een doorstroomveen ontwikkelen. Overstromingen van de beek belemmeren dit echter sterk; voedsel- en slibrijk water voorkomt een ontwikkeling naar kleinezeggemoeras en stimuleert juist een ontwikkeling naar soortenarm grotezeggemoeras. Richting de Kleine Dommel zullen zich vegetaties met soorten van dotterbloemhooiland en grotezeggemoeras ontwikkelen, afhankelijk van de overstromingsfrequentie en duur.

4.3.6.2 Hulsterbroek

Aan de zuidzijde van de Urkhovense Zeggen ligt het Eindhovens kanaal dat in 1846 werd gegraven. Het isoleerde het zuidelijke deel van het Hulsterbroek, dat eerst één geheel vormde met de Urkhovense Zeggen, van het gebied. Dit hoger gelegen gebied (beekdalbodem ca. 30-40 cm hoger dan de Urkhovense Zeggen) werd minder beïnvloed door de hoge molenpeilen van de Collse watermolen. In het Hulsterbroek is geen natuurherstel opgetreden, in tegenstelling tot de Urkhovense Zeggen, waar dat de afgelopen twee decennia wel is gebeurd.

In het gebied, waarvan de kern ook diepe veenbodems kent, is het verschil tussen het maaiveld in het beekdal en de GHG (en zelfs GLG) in de flank groot. De overdruk vanuit het 1^e watervoerende pakket is ook groot en jaarrond aanwezig. Het gebied wordt echter zowel in de flank als in de beekdalbodem gedraineerd. De Kleine Dommel ligt lager ten opzichte van het maaiveld dan in de Urkhovense Zeggen, en de Beekloop stroomt door het laagste deel van het gebied (deze wordt voor monding in de Kleine Dommel wel gestuwd). Op de flanken liggen diepe sloten die veel van het grondwater dat over de Brabantse Leem toestroomt zullen wegvangen en afvoeren. Dat leidt tot de vorming van lokale, dynamische en sterk door regenwater beïnvloedde, systemen. Hierdoor komen er weinig bijzondere grondwaterafhankelijke vegetaties en soorten voor. Ze zijn beperkt tot de sloten, en de laagste delen van het broekbos. Op basis van het onderliggende hydrologisch systeem is de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke vegetaties op de beekdalflank en in het beekdal kansrijk bij hydrologisch herstel.



Figuur 4.84: Synthesefiguur Hulsterbroek. Pijlen zijn geïnterpreteerd, er zijn geen watermonsters genomen. Pijlkleuren gelijk aan Figuur 4.83. Peilen waterlopen en bodemdieptes uit AHN4 en legger Waterschap de Dommel. Peilbuisgegevens uit Grondwatertools.nl. Bodemopbouw uit Geotop v.1.6.6.

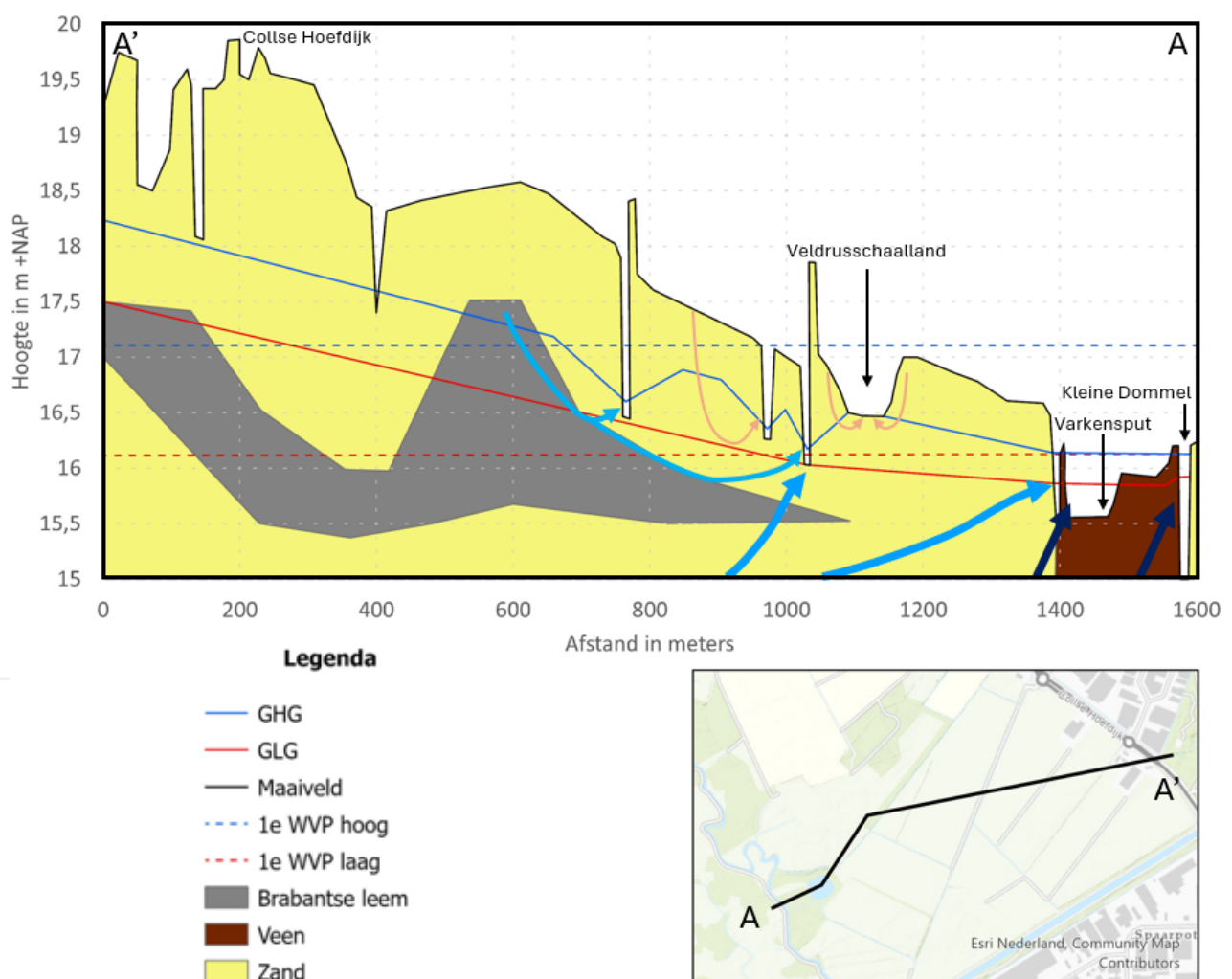
4.3.6.3 Varkensput

In het noorden liggen de Collse watermolen en de Collse weg, die het bovenstroomse veengebied, de Urkhovense Zeggen, hydrologisch scheiden van het benedenstroomse deel, de Varkensput. De laagste delen van de Varkensput staan alweer onder invloed van de volgende watermolen, de Opwettense watermolen. Het gebied kent relatief grote hoogteverschillen door de aanwezigheid van

oude meanders die diep in de flank zijn ingesneden. Het is de afgelopen eeuw grotendeels bebost geraakt en kent geen sterke detailontwateringen vanwege de vrij grote terreinhelling en de relatief diepe ligging van de Kleine Dommel. De meest bijzondere grondwaterafhankelijke vegetaties staan in een schraler weiland dat op de lage flank van het beekdal ligt.

4.3.6.4 Collse Zeggen

De Collse Zeggen kennen op een korte strook met voornamelijk elzenbroekbossen aan de oostzijde van de Kleine Dommel na, weinig veengebied. Noordelijk van het Collse bos is dit gebied vrij vlak, en zuidelijk ervan helt het licht af richting het beekdal. Het gebied was lang een heide en bosgebied, waarin eind 19^e en begin 20^e eeuw tussen het Collse bos en het kanaal bevoeiingen zijn aangelegd. In de 20^e eeuw is de flank grotendeels ontgonnen tot landbouwgrond. Onder de beekdalflank zit hier op veel plekken de Brabantse Leem, waarvan de diepte en dikte van plaats tot plaats sterk lijkt te verschillen. Tussen de Kleine Dommel en het Collse bos liggen graslanden die duidelijk invloed ondervinden van lokaal (zuur) grondwater. Omdat de flanken grotendeels uit landbouwgebied bestaan liggen hier diepe sloten die de ontwatering verzorgen.



Figuur 4.85: Synthesefiguur Collse Zeggen. Pijlen zijn geïnterpreteerd, er zijn geen watermonsters genomen. Pijlkleuren gelijk aan Figuur 4.83. Peilen waterlopen en bodemdieptes uit AHN4 en legger Waterschap de Dommel. Peilbuisgegevens uit Grondwatertools.nl (voor hoge flank B51G2539 als representatief genomen). Bodemopbouw uit Geotop v.1.6.6. en rapportage Tritium Advies (2019) voor Brabantse Leem percelen Eeneind west plangebied.

Zoals te zien is in Figuur 4.85 wordt de oostelijke flank van het beekdal effectief gedraineerd door verschillende sloten. Direct bovenstrooms van het veldrusschraalland dat tegen het Collse bos aanligt bevinden zich een drietal diepe sloten die grondwater afvoeren. Waarschijnlijk verdwijnt een groot deel van het grondwater dat door aanrijking vanuit de Brabantse Leem basenrijk is geworden in deze sloten. Doordat de slootbodems lager liggen dan het maaiveld van het veldrusschraalland ontwikkelt zich daar een zuur, lokaal systeem. Deze figuur is ook representatief van de situatie rond het Collse bos en de noordzijde van de Collse Zeggen. Hier liggen ook overal diepe sloten die een groot deel van het water dat over de Brabantse Leem toestroomt wegvangen, waardoor lokale, zure systemen zich hier ook uit kunnen breiden. Bij het dempen of verondiepen van deze sloten en het extensiveren van de landbouw kunnen de basenrijke grondwaterstromen weer aan maaiveld komen in grote delen van de Collse Zeggen.

4.3.7 Kansen- en knelpuntenanalyse

4.3.7.1 Kansen

- Door het hoge peil van de Kleine Dommel ligt de drainagebasis een groot deel van het jaar in de parallelle afvoer en niet in de hoofdwaterloop; dit biedt unieke kansen voor uitgebreid herstel van veenvormende processen.
- Het lage deel van de Urkhovense Zeggen is integraal eigendom van de Gemeente Eindhoven, wat het nemen van herstelmaatregelen in de kern van het gebied vergemakkelijkt.
- Door hydrologisch herstel is in grote delen van het gebied een kragge losgekomen van de vaste ondergrond. Doordat er onder deze kragge enkele decimeters water zit kan deze meebewegen met het fluctuerende waterpeil. Bij grote droogte daalt het maaiveld mee met het waterpeil en blijft de wortelzone van de veenvormende vegetatie nat.
- De stijghoogte van het grondwater is dusdanig hoog dat het tegendruk biedt aan (vervuild) Kleine Dommel water dat via overstrooming of infiltratie door de oeverwal het gebied in kan stromen. Dit draagt bij aan het tegengaan van een sterke eutrofiëring van het gebied.
- Vanaf de flank van het beekdal tot aan de Kleine Dommel is er sprake van een gradiënt in grondwaterkwaliteit, wat potentie biedt om bij verschrallingsbeheer toe te werken naar een gradiënt in vegetatie. Zowel op de aanwezige kragges als op de flank draagt microreliëf bij aan de vorming van kleine neerslaglenzen die binnen deze gradiënt als het ware sub-gradiënten vormen.
- De door mens en bever ontstane dammen in de venige kern van de Urkhovense Zeggen zorgen voor een gecompartmenteerd beekdal waarin meerdere opstuwende drempels liggen. Dit kan helpen het gebied in droge periodes natter te houden, maar heeft ook een keerzijde (zie knelpunten).
- Nagenoeg de gehele westflank van het beekdal is in extensief landbouwkundig beheer (biologische landbouw en extensief begrazingsbeheer), wat de inspoeling van nutriënten vanaf de flank verminderd. Dit biedt op een groot deel van de flank kansen om bij voldoende hydrologisch herstel en het plaatselijk verwijderen van de door historische bemesting verrijkte toplaag van opgehoogde gronden een soortenrijke gradiënt van vochtige tot natte schraallanden, zoals deze bij het Vloweitje nog aanwezig is, te herstellen.
- De Brabantse Leem is aan de oostflank van het gebied over het algemeen dikker, en vormt daardoor zeer basen- en kalkrijk grondwater. Door hydrologisch herstel kan dit ook aan de oostzijde van de Kleine Dommel op grotere schaal aan de oppervlakte komen en daarbij een sterke gradiënt in vegetatie ontwikkelen, met in de lage delen in de huidige veldrusschraallanden bij het Collse Bos potentie voor basenrijk nat schraalland.

- In Het Hulsterbroek is met de opstuwing van de Kleine Beekloop veenvorming mogelijk in de kern van het gebied, op delen van de flank liggen door de hoge grondwaterstanden in de flank potenties voor het herstel van een soortenrijke gradiënt van vochtige hooilanden en natte schraallanden in de uittreedzone van lokaal tot regionaal grondwater.

4.3.7.2 Knelpunten

- In het venige deel van de Urkhovense Zeggen liggen veel haaks op de Kleine Dommel liggende 'dammen' in de vorm van gedempte sloten en oude ontsluitingswegen. Deze blokkeren de natuurlijke afstroming van zowel het ondergrondse als het door en over de vegetatie stromende water. Dit leidt tot het beperkt tot uiting komen van de gradiënt in waterkwaliteit die aanwezig is. Het water wordt bij kleine openingen in deze dammen als het ware door een flessenhals geduwd.
- Het oude tracé van de Zeggeloop is gedeeltelijk gedempt en afgedamd, maar vormt op veel plaatsen nog wel de weg van de minste weerstand voor het water en werkt daarmee nog altijd drainerend omdat het de natuurlijke opstuwing die bij een diffuse stroming ontstaat vermindert.
- De bever is sinds kort in het gebied aanwezig en bouwt dammen in de openingen van de hiervoor beschreven menselijke 'dammen'. Hierdoor stuwt deze het water verder op. Door de zeer geringe terreinhelling kan dit grote delen van het gebied onder water zetten. Dit water krijgt een meer stagnant karakter. Het kan bij hoge sulfaatwaardes leiden tot veenaafbraak en eutrofiëring. Buiten dat kan inundatie van terreinen met veel zeldzame soorten die enkel sporadisch voorkomen leiden tot het verdwijnen van deze soorten.
- De Herzenbroekloop vormt in het in het noorden van het Urkhovense Zeggen systeem de drainagebasis. Deze waterloop wordt gestuwd, maar kent bij de meest benedenstroomse stuw een 'vlak' waterpeil terwijl het maaiveld oploopt tot een meer bovenstrooms gelegen stuw het water hoger opstuwt. Hierdoor werkt het deel van de Herzenbroekloop tussen de twee stuwen onnodig drainerend op zijn omgeving. Terwijl het hoge waterpeil in dit laagstgelegen gebied cruciaal is om de natuurlijke opstuwing van het (grond)water in de Urkhovense Zeggen te bewerkstelligen.
- De flank van het beekdal wordt met name bij het Hulsterbroek en de Collse zeggen zeer intensief ontwaterd, wat het ontstaan van enige gradiënt in grondwaterafhankelijke vegetaties hindert. Met name aan de oostzijde van de Kleine Dommel liggen veel grote, intensief bewerkte landbouwpercelen met daaromheen diepe sloten. Deze voeren het basenrijke grondwater dat over de Brabantse Leem toestroomt af en vergroten de invloed van neerslagwater (o.a. terug te zien in de verzuring van de veldrusschraallanden bij het Collse bos).
- Bij de Urkhovense Zeggen is deze ontwatering weliswaar minder nadrukkelijk aanwezig, maar hinderen ondiepe slenken de ontwikkeling van soortenrijke gradiënten in grondwaterafhankelijke vegetaties door de vroegtijdige afvang van toestromend grondwater in met name het laagste deel van de beekdalflank.
- In de uittreedzone van (lokaal) grondwater op de flank is op veel plaatsen een door vroegere bemesting en ophoging ontstane voedselrijke toplaag aanwezig die de ontwikkeling van soortenrijke beekdalflankvegetaties belemmert. Veldrus is vaak de enige aanwezige plant die deze gradiënt aanduidt op deze locaties.
- De eigendomssituatie rondom het Hulsterbroek (veel particulier grondbezit) hindert het herstel van de hydrologie aldaar.

- De ontwikkeling van het nieuwe industrieterrein 'Eenheid West' op de flank van de Collse Zeggen gaat een invloed hebben op de lokale hydrologie en kan de kansen op effectief natuurherstel rondom het Collse bos.

4.3.8 Herstelstrategie

De herstelstrategie voor het gebied wordt hieronder in twee delen uitgewerkt. Het eerste deel betreft de kern (beekdalvlakte) van de Urkhovense Zeggen, waar toegewerkt dient te worden naar natuurlijke opstuwing door diffuse afstroming van grond- en regenwater. Het tweede deel richt zich op de minerale flanken van het beekdal, waar herstel zich zal moeten richten op opbolling van de grondwaterstanden zodanig dat het water uit de flanken diffuus kan uittreden.

Beekdalvlakte

Het herstel van veenvormende omstandigheden zal op termijn leiden tot gradiënten in grondwaterkwaliteit, kragge- en veendikte, mede gestuurd door het reliëf van de zandondergrond in de beekdalbodem, waarbij zich een mozaïek van verschillende veenvormende vegetatietypen zal ontwikkelen. Hierdoor zal de waterafvoer worden vertraagd en het vrijkomen van CO₂ stoppen. Deze vegetaties staan bovendien aan de basis van levensgemeenschappen die gebonden zijn aan deze tegenwoordig uiterst zeldzame actieve beekdalvenen en helpen daarmee de veenbiodiversiteit te herstellen.

Om dit te bewerkstelligen dient het herstel gericht te zijn op het creëren van een zo diffuus mogelijke stroming van het grond- en oppervlaktewater parallel aan de Kleine Dommel. Dit is enkel mogelijk als er een zeer geleidelijke en geringe terreinhelling bestaat vanaf het Eindhovens kanaal tot aan de Herzenbroekloop, waarbij water niet alsnog door (weinig weerstand biedende) slootrelicten kan worden afgevoerd. Alleen dan zal het grondwater worden opgestuwd dankzij de beperkte doorlatendheid van de ondergrond en de ruwheid van de vegetatie en diffuus aan maaiveld uittreden. De stroming van de verschillende typen grondwater door de lossere toplaag van het veen naar het laagste punt creëert vervolgens de belangrijkste vegetatiegradiënten.

Concreet betekent dit dat restanten van sloten, met name van de oude Zeggeloop verder opgevuld dienen te worden met weerstandsverhogend materiaal, zodanig dat geen nieuwe blokkades in de doorstroming worden opgeworpen. Hierbij kan worden gedacht aan houtsnippers, die vrijkomen bij het afzetten van jonge begroeiingen van elzen en wilgen, al dan niet aangevuld met ander organisch materiaal.

Verder zullen de vele aanwezige dammen meer doorlatend dienen te worden gemaakt. Het is belangrijk niet zomaar een groot deel van de dammen af te graven aangezien door opstuwing van water door de dammen het gebied in droge periodes juist langer nat blijft en vanwege de cultuurhistorische waarde die bepaalde dammen kunnen hebben. Het systeem dient hierbij van beneden naar boven herstel te worden omdat de opstuwing in het laagste punt dient te starten. Dit laagste punt ligt bij de Herzenbroekloop, wat een maximale opstuwing van het meest benedenstroomse deel deze waterloop wenselijk maakt, zodanig dat het water niet op andere punten over de oeverwal de Kleine Dommel in gaat stromen. Door de waterloop tot aan maaiveld op te stuwen, en ook het bovenstroomse tracé tot aan de volgende stuw min of meer maaiveldvolgend te dempen ontstaat in het meest benedenstroomse deel van de Urkhovense Zeggen een diffuse afstroming over maaiveld.

Hierna dient van onder tot bovenaan in het systeem van dam tot dam bekeken te worden wat de mogelijkheden zijn om de doorstroming te bevorderen. Dammen met weinig cultuurhistorische waarde kunnen het best over de gehele lengte worden afgegraven tot aan het maaiveld. Dammen

met een hoge cultuurhistorische waarde kunnen door middel van platte duikers of voordes met een bodemhoogte die aansluit op het maaiveldverloop doorlatend worden gemaakt. Enkele dammen, met name op de beekdalflank in de buurt van het Vloweitje, kunnen vooralsnog beter niet aangepakt worden omdat dit de standplaatscondities van de zeer zeldzame vegetaties in het Vloweitje kan aantasten, met mogelijk lokale uitsterving van populaties van bedreigde soorten als gevolg. Afhankelijk van de ontwikkelingen na het treffen van de maatregelen kan in een later stadium de noodzaak of wenselijkheid daarvan alsnog worden overwogen.

Geheel bovenstrooms ligt tegen het Eindhovens kanaal nog een oud tracé van de Kleine Dommel, dit tracé watert nog vrij af en voert voornamelijk grondwater af, gelet op de zeer uitbundige begroeiing met Waterviolier. Door deze oude loop af te dammen tot aan maaiveld aan zijn weerszijden kan het grondwater hier over maaiveld diffuus het veengebied instromen. In de huidige situatie trekt de restgeul door zijn lagere ligging juist grondwater aan en voert dit versneld af naar de Kleine Dommel.

Beekdalflank

Aan de randen van veengebieden worden vaak karakteristieke vegetatiegradiënten gevonden; daar waar de relatief goed doorlatende minerale flank over gaat in het slechter doorlatende veenpakket. In deze zone treedt door het grotere hoogteverschil over korte afstand – de zogeheten knik in het maaiveld – en de opstuwende werking van het veenpakket vaak veel grondwater uit, in dit geval ook nog van verschillende herkomst en kwaliteit. Wanneer de bodem hier niet te voedselrijk is, de hydrologie op orde en het grondwater schoon, komt hier de rijke flora en fauna voor die in het Vloweitje nog deels bewaard is gebleven. In de Urkhovense Zeggen en zijn omgeving is de herstelstrategie gericht op het herstellen van deze randvoorwaarden voor de ontwikkeling van soortenrijke vochtige hooilanden, heischrale graslanden en natte schraallanden. Het herstel van deze randvoorwaarden is echter complex, en kan worden verdeeld in verschillende stappen.

Ten eerste is het van belang de grondwaterkwaliteit op orde te krijgen. Dit vraagt om extensivering van de intensieve landbouw in het intrekgebied van het lokale grondwater. Hierdoor stopt de overmatige toevoer van voedingsstoffen naar het beekdal. Over het algemeen geldt: hoe dichterbij het beekdal intensieve landbouw wordt uitgeoefend, hoe duidelijker de bemesting de vegetatie beïnvloedt. Na extensivering van landbouw is verdere vernatting mogelijk doordat de diepe watergangen die nodig zijn voor die intensieve landbouw dan kunnen worden gedempt.

Wat betreft hydrologisch herstel gaat het niet alleen over het dempen van grote watergangen, maar juist ook om de (vaak talrijke) greppels en slootjes. Een intacte beekdalflank kent namelijk een niet doorsneden flauwe kwelhelling, waarop de vegetatiegradiënten zich manifesteren en soorten enigszins kunnen meebewegen op de hoogtegradiënt met droge en natte jaren. Greppels, ook al zijn deze maar één of enkele decimeters diep, trekken grondwater als het ware vroegtijdig uit de helling en voeren het (over maaiveld) af, waarbij het water veel sneller kan afstromen. Met name in de zone met grondwaterafhankelijke vegetatie is het daarom cruciaal om elke vorm van ontwatering maaiveldvolgend te dempen. De ontwatering hoger op de flank dient ook zo veel mogelijk gedempt of afgedamd te worden om de aanvulling van het grondwater en daarmee de opbolling van grondwater in de beekdalflank te vergroten.

Wat betreft de standplaatscondities is met name de voedselrijkdom vaak een knelpunt voor de ontwikkeling van soortenrijke, natte schraallanden, ook wanneer de hydrologie en grondwaterkwaliteit op orde zijn. Doordat veel percelen die nu natuur zijn in het verleden veelvuldig bemest zijn, bevat de toplaag van de bodem nog altijd hoge voedingsstoffenconcentraties. Om dit probleem te verhelpen of te verminderen kan het op plekken waar de hydrologie op orde is, zinvol zijn om de vermeste toplaag af te schrapen, met name op percelen die zijn opgehoogd. Concreet

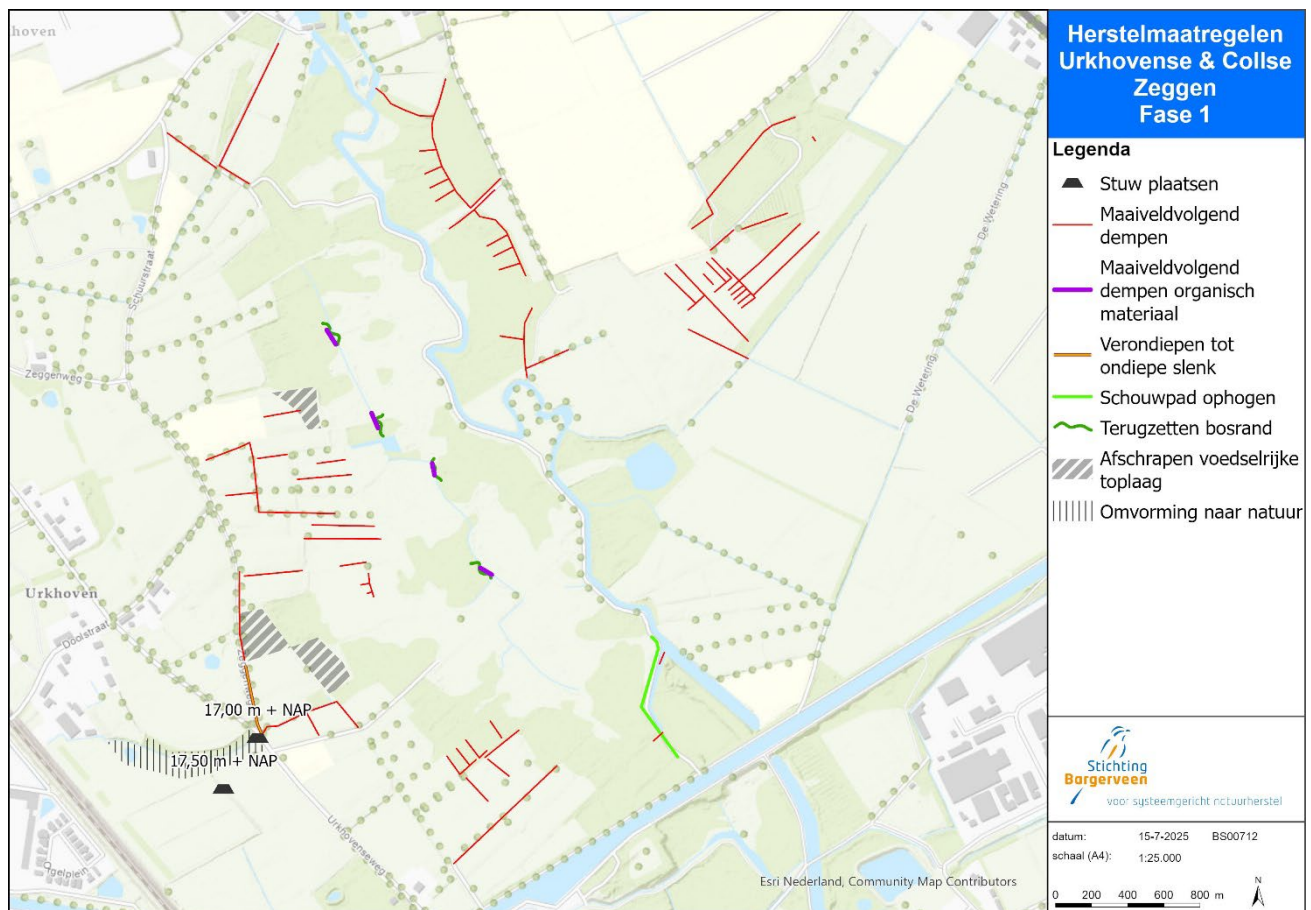
betekent dit dat er vaak potenties voor soortenrijkere vegetaties liggen in de graslanden laag op de beekdalflank vanaf het punt waar Veldrus hogere bedekkingen krijgt tot aan het beekdal met zijn moerige of veenbodems. In die graslanden ontbreken meestal andere grondwaterafhankelijke soorten door de dominantie van hoogproductieve grassen of ruigtekruiden. Door de voedselrijke toplaag te verwijderen ontstaat een gradiënt van vochtige bloemrijke hooilanden (of in een schrale variant natte heide, zoals te zien is bij het Vloweitje), via blauwgraslanden naar kleinezeggemoerassen op het laagste deel van de flank. Belangrijk is hierbij geen nieuwe onnatuurlijke hoogteverschillen te creëren, maar juist een geleidelijk aflopende beekdalflank.

4.3.9 Herstelmaatregelen

De herstelmaatregelen zijn hieronder onderverdeeld in fase 1 en fase 2. Fase 1 betreft maatregelen die binnen ADMIRE worden uitgevoerd en die voornamelijk van invloed zijn binnen de gebieden. Fase 2 gaat om maatregelen die na ADMIRE nog nodig zijn om tot integraal systeemherstel te komen. Waar deze maatregelen een bepaalde volgordelijkheid hebben wordt dit in de tekst toegelicht.

Fase 1

Westelijk van de Kleine Dommel richt de eerste fase zich op het vernatten van de laagste delen met als doel het zoveel als mogelijk verhogen van de waterstanden in de laagste delen, waardoor de afvoer vanuit de hogere delen wordt geremd en de waterstanden ook daar zullen stijgen. Verder richt deze fase zich ook op het dempen van ontwatering op de flank rondom de delen waar reeds bijzondere natuurwaarden liggen. Dit om deze kernen robuuster te maken ter veilstelling en uitbreiding van deze waarden h. Voor het realiseren van een meer diffuse afstroming worden de



Figuur 4.86: Herstelmaatregelen Urkhovense en Collse Zeggen Fase 1.

resterende delen van de Zeggeloop gedempt en wordt een dam in de oude tak van de Kleine Dommel gelegd om in het zuiden meer en langer water vast te houden

Oostelijk van de Kleine Dommel richt het herstel zich op het dempen van interne detailontwatering. Dit om onnodige afvoer van grond- en oppervlaktewater te verminderen zonder direct grote uitstralingseffecten te hebben op naastgelegen percelen die niet in eigendom zijn.

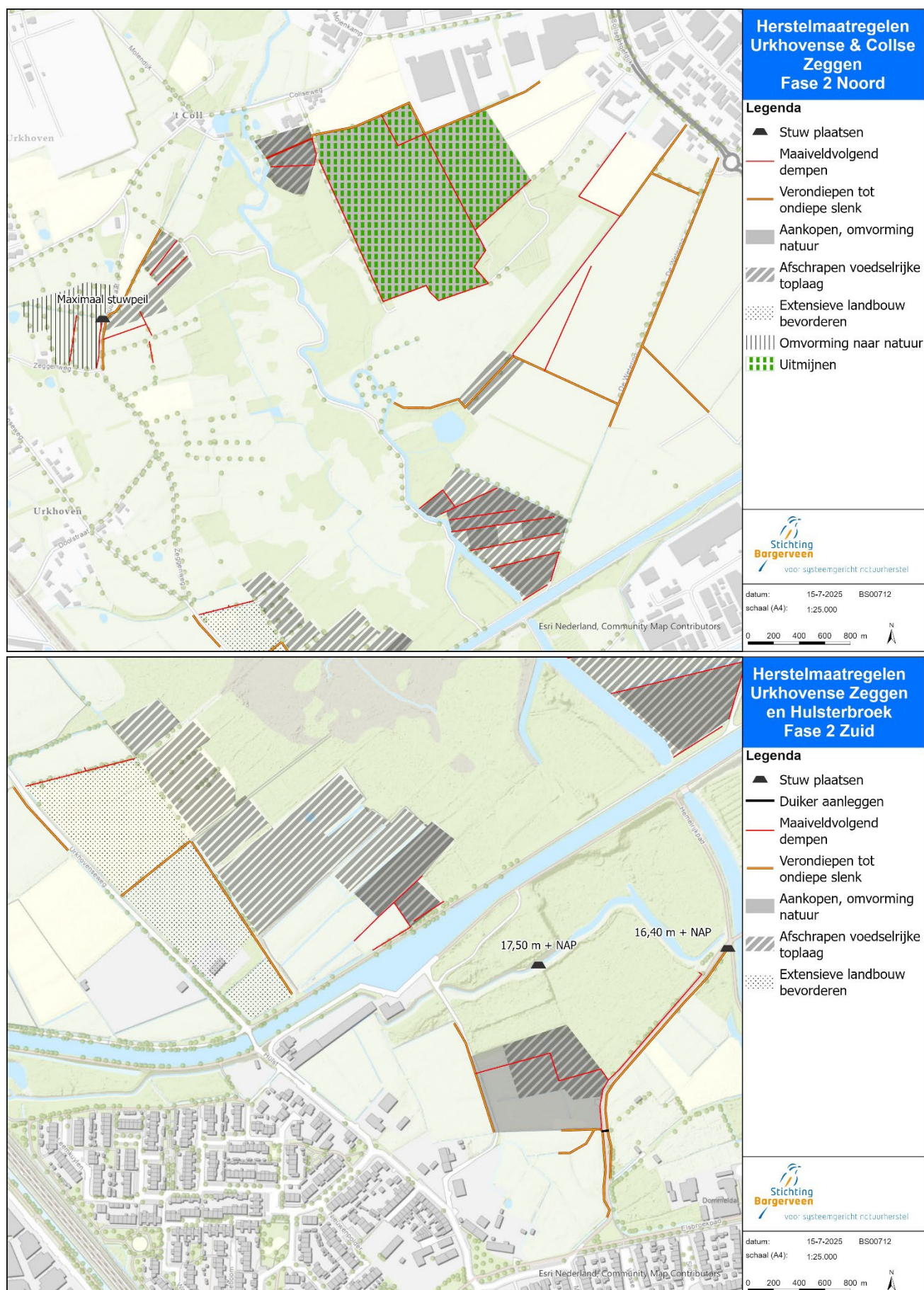
Fase II

De tweede fase richt zich op een vergelijkbare wijze als in fase 1, op de de flanken rondom het gebied, op die delen waar nog in bescheiden mate bijzondere natuurwaarden ontwikkeld zijn. Het gaat hier vooral om het dempen van detailontwatering. Met name langs de Herzenbroekloop is ingrijpender hydrologisch herstel wenselijk om de beekdalflank in dit gebied ook langer nat te houden.

Ten slotte zijn er maatregelen die veel impact hebben op de omliggende gebieden en functieveranderingen vereisen. Deze maatregelen zijn erg belangrijk, maar vergen een lang aanlooptraject. Het gaat hier onder andere over het integraal hydrologisch herstel van het Hulsterbroek, de randgebieden van de Collse Zeggen en het zuiden van de Urkhovense Zeggen.

Bij het Hulsterbroek dient de Kleine Beekloop gestuwd te worden op de flank, en dient alle ontwatering in het dal westelijk van de zandweg gedempt of verondiept te worden. Oostelijk van de zandweg kan via een gestuwde bermsloot afwatering op de Kleine Dommel behouden blijven.

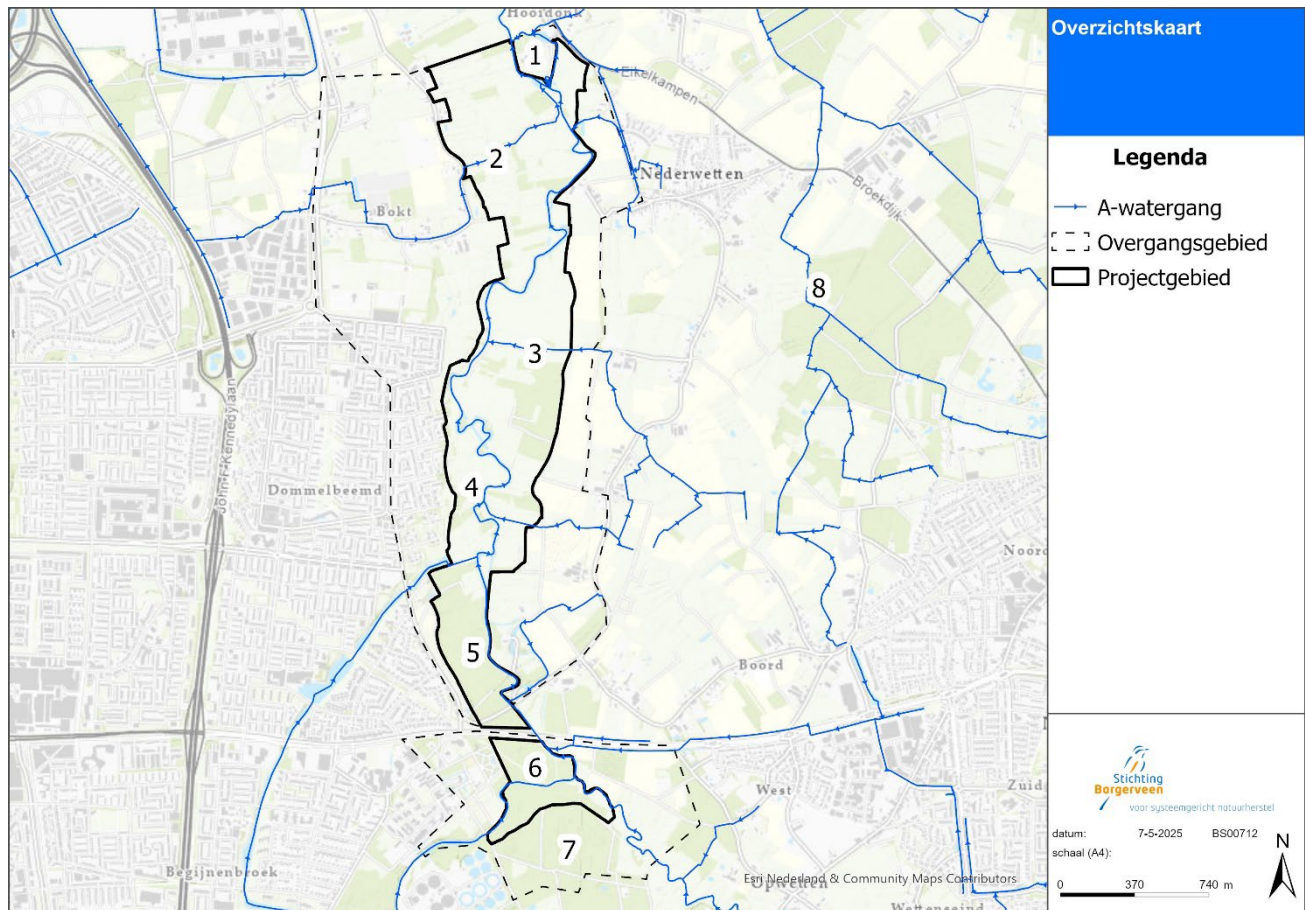
Bij de Collse Zeggen en het zuiden van de Urkhovense Zeggen moet hiervoor op veel plekken landbouwgrond worden geëxtensiverd of omgevormd tot natuur. Ook raakt herstel hier aan veel A- en B-watergangen in de randzones van het beekdal.



Figuur 4.87: Herstelmaatregelen Urkhovense en Collse Zeggen Fase 2.

4.4 Watermolenlandschap Hooijdonkse Watermolen

4.4.1 Gebiedsbeschrijving



Figuur 4.88: Overzichtskartaal met 1) Hooijdonkse watermolen, 2) Boktse Beemden, 3) Rietmusschen, 4) Vaartbroek, 5) Soeterbeek, 6) De Bogten, 7) Eckart, 8) Hooijdonkse beek.

Tussen de Hooijdonkse Watermolen en de samenvloeiing van Kleine Dommel en Dommel ligt over een lengte van 4 kilometer een ca. 500 meter breed en vrij vlak dal. Hierin bevinden zich over een oppervlakte van ca. 170 hectare verschillende deelgebieden die in deze systeemanalyse zijn opgenomen (Figuur 4.88). Het meest noordelijk liggen de Boktse Beemden (2), grotendeels in eigendom van de Gemeente Eindhoven met enkele percelen in particulier eigendom. In de noordpunt van dit gebied bevindt zich de Hooijdonkse watermolen (1), die waarschijnlijk in de 12^e eeuw gebouwd is (Deckers, 1927). Zuidoostelijk hiervan bevinden zich de Rietmusschen (3), een gebied grotendeels in eigendom van Staatsbosbeheer. Ten zuidwesten van dit gebied ligt het Vaartbroek (4), een gebied dat grotendeels in eigendom is van de Gemeente Eindhoven. Zuidelijk van de Rietmusschen en Vaartbroek ligt aan beide zijden van de Dommel het particuliere bezit van Kasteel Soeterbeek (5). Nog zuidelijker ligt het dal met de samenvloeiing van Dommel en Kleine Dommel, dat bekend staat als De Bogten (6). Zuidelijk hiervan gaat dit over in het wandelpark Eckart (7). In het oosten ligt parallel aan het Dommeldal het dal van de Hooijdonkse beek (8), die de broekgebieden tussen Nuenen en Son en Breugel ontwaterd.

Omdat het gebied tussen de Hooijdonkse watermolens en de Sterrenlaan over 3,5 kilometer slechts 60 cm oploopt, beïnvloedt de opstuwing door de watermolen al ca. 800 jaar de ontwikkeling van dit 'Watermolenlandschap' (De Mars et al., 2019). De ligging van de gebieden in relatie tot de voornaamste oppervlaktewaterpeilen is te zien in Figuur 4.107 (pagina 162).

4.4.2 Landschapsofbouw

4.4.2.1 Bodem en reliëf

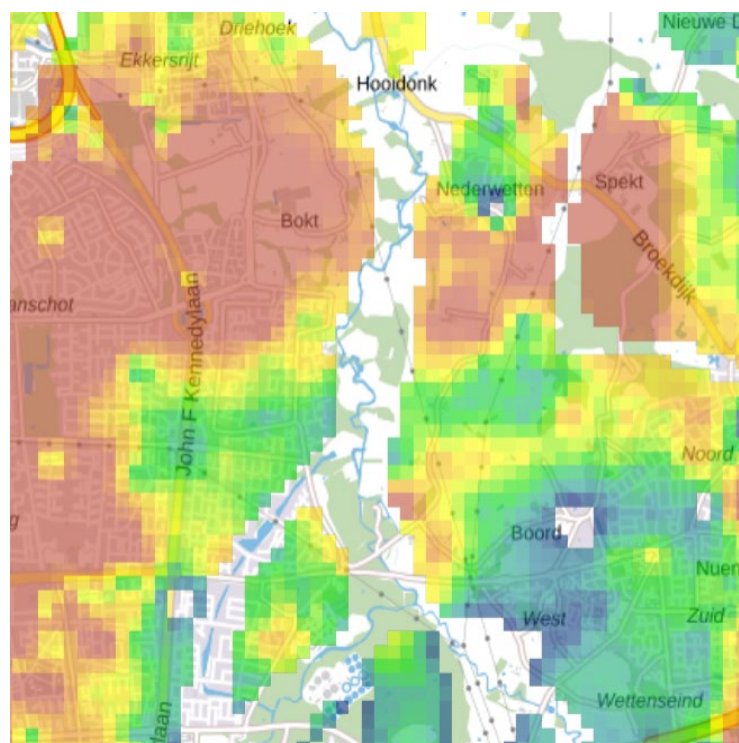
Het landschap staat bekend als een 'Watermolenlandschap' (Figuur 4.107, pagina 162). In het gehele dal ligt het maaiveld min of meer tussen het historisch zomer- en winterstuwpeil van de Hooijdonkse watermolen. Dit betekent dat waterstanden in het dal 's winters aan of boven maaiveld lagen en 's zomers maximaal enkele decimeters konden uitzakken. Deze stabiele hydrologie heeft bijgedragen aan het behoud van het veengebied.

Het bovenste deel van de ondergrond in het beekdal bestaat uit beekafzettingen, voornamelijk venig van aard, deze zijn afgezet in een 6 tot 9 meter diep 'oerstroomdal' dat aan het eind van de laatste ijstijd ontstaan is. Om dit beekdal heen ligt een dekzandlandschap. Op enkele decimeters tot meters onder het maaiveld ligt Brabantse Leem, met een dikte van 0,5 tot 4 meter (Figuur 4.89). Daarboven bevinden zich dekzandpakketten, die door de mens later opgehoogd zijn met plaggenmest. Zo zijn esdekken ontstaan. Westelijk van de Dommel loopt het maaiveld van zuid naar noord af van 18 tot 16 m +NAP (reliëf wordt in de volgende paragrafen per deelgebied in detail besproken). Oostelijk is het lager en vlakker, met in de laagste delen een maaiveld op ca. 15 m +NAP. De historische akkercomplexen met hun esdekken steken hier 1-1,5 meter bovenuit. Aan de oostgrens van het Dommeldal loopt een ca. 2 kilometer lang complex van bolle akkers, de Heuvelakkers. Het dal zelf heeft een maaiveld dat van zuid naar noord afloopt van ca. 13,4 tot 12,8 m +NAP (zie Figuur 4.107, pagina 162).

Wat betreft bodemtypen wordt het Dommeldal aan beide zijden geflankeerd door hoge bruine enkeerdgronden die verder van het beekdal overgaan in hoge zwarte enkeerdgronden, beide gevormd in lemig fijn zand. De beekdalbodem is erg heterogeen van karakter. Over grote delen is tot enkele meters dik veen te vinden met verspoelde zand- of leemlagen. Op de bodemkaart (1:50.000, PDOK) worden de bodems in het gehele dal als madeveengronden aangeduid. Gedetailleerdere karteringen zoals die van Franke et al.

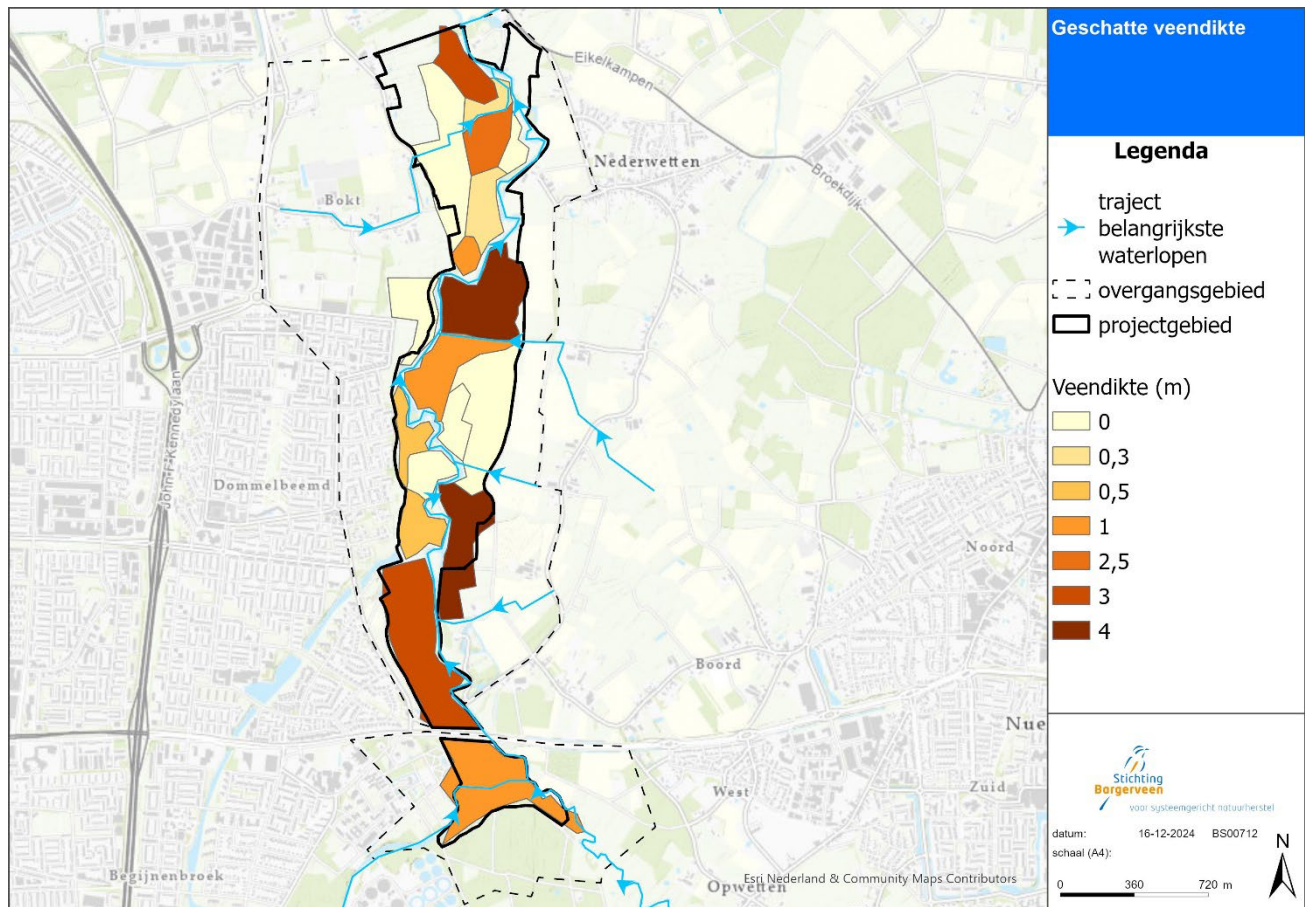
(1976), laten echter zien dat er bij Bokt een overgang is van beekkeerdgronden op de oeverwal, naar een mozaïek van vlier- en meerveengronden op grotere afstand van de Dommel. Deze veengronden gaan richting de beekdalflank over in achtereenvolgens broekkeerdgronden en beekkeerdgronden lage en vervolgens hoge enkeerdgronden.

Van de overige gebieden is geen gedetailleerdere bodemkartering voorhanden. Grote delen van het dal zijn echter door W. Schoenmakers (SBB) in kaart gebracht en gebaseerd op zijn data, in combinatie met waarnemingen van E. Schippers (Bosgroep Zuid Nederland) en boringen uit geotop (dinoloket.nl) hebben we een kaart gemaakt met



Figuur 4.89: Ligging en dikte Brabantse Leem (blauw 0-1 meter, rood 4 meter). Bron: Geotop v1.6. (dinoloket.nl).

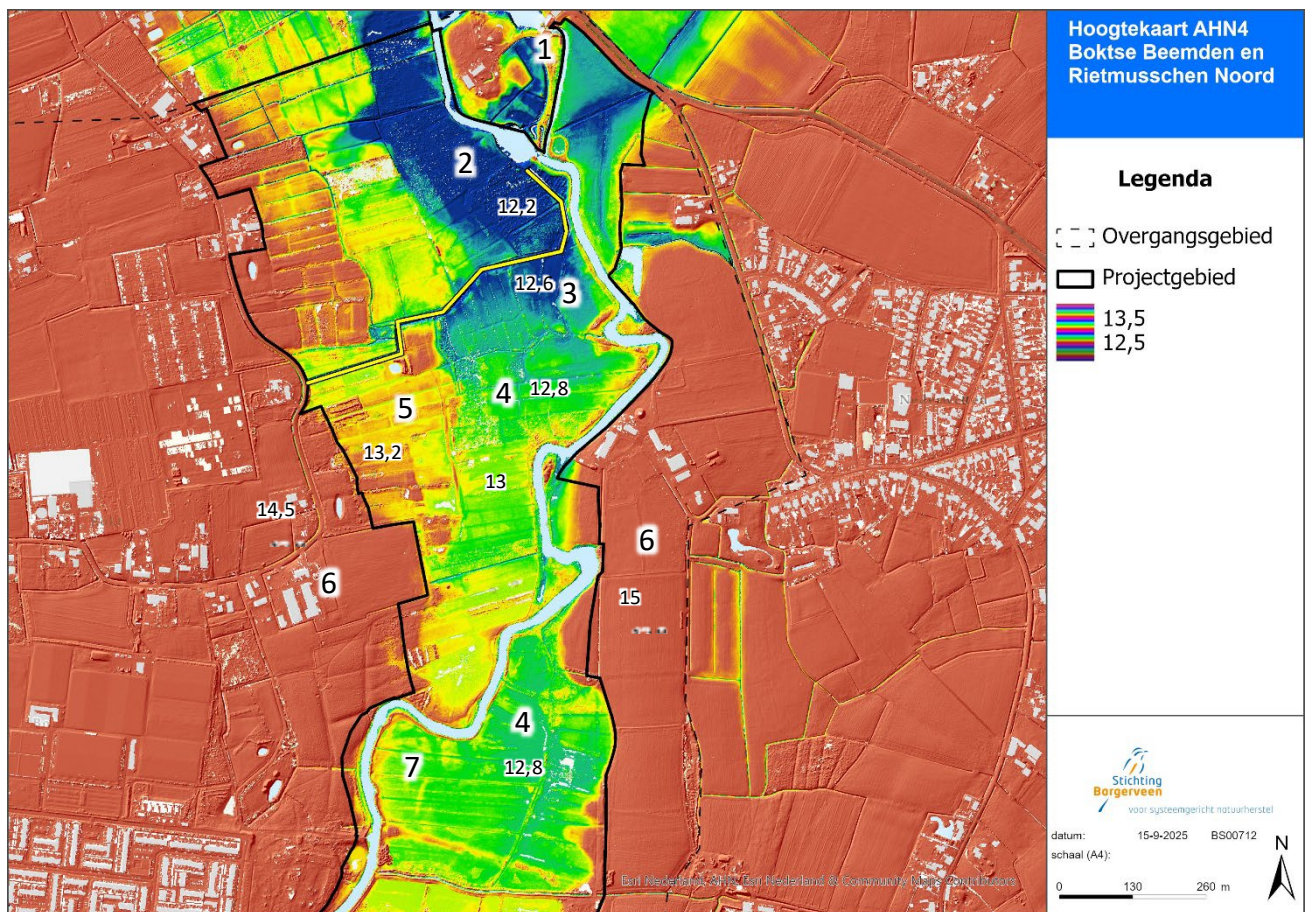
geschatte veendiktes (Figuur 4.90). Deze kaart geeft een indicatief beeld van de veenvoorkomens in dit deel van het Dommeldal. Opvallend zijn de grote verschillen. Op enkele locaties in oude meanders zijn veenpakketten tot ca. 7 meter dik te vinden, terwijl veen in andere delen totaal ontbreekt. De bodems met een veenpakket >1 meter zullen voornamelijk vlier-, meer- en madeveenbodems zijn die via broekeerdgronden over gaan in beekerdgronden op de plaatsen waar veen ontbreekt. In het gebied met veen zijn nauwelijks (lage)enkeerdgronden aanwezig.



Figuur 4.90: Indicatieve kaart gemiddelde veendiktes in meters gebaseerd op boringen W. Schoenmakers (Staatsbosbeheer, persoonlijke communicatie), Franke et al. (1976), E. Schippers (Bosgroep Zuid Nederland, persoonlijke communicatie) en boringen uit geotop V1.6 (dinoloket.nl)

Aanvullend is voor dit gebied is een rapportage van Bureau Biax (Van der Linden, 2010) beschikbaar, die de opbouw en datering van een veenpakket bij Soeterbeek beschrijft aan de hand van pollenanalyses. Dit maakt het mogelijk terug te gaan tot de eerste vorming van het beekdalveen. Dit gebeurde in het Laat-Glaciaal/Preboreaal (ca. 10000 jaar geleden), waarin veel steppeplanten groeiden in de omgeving van het beekdal en op de plek van het onderzoek een open water bestond waarin een gyttja is afgezet. Uit pollen in het zwarte veen net boven de gyttja is duidelijk te zien dat de omgeving bestond uit grovedennenbos met een enkele hazelaar, en dat in het beekdal ook els voorkwam. In het Boreaal en Atlanticum (tot ca. 9000 tot 2400 jaar geleden) komt els steeds meer voor en worden ook veel pollen van cypergrassen en varens (niervarens, maar ook moerasvarens) aangetroffen. Er zijn weinig pollen van kruidachtigen, wat duidt op dicht bos, ook in de wijde omgeving. In het laat-boreaal (ca 6000 jaar geleden) verschijnen ook berk, eik en linde. In het Subboreaal (ca. 2400 jaar geleden) stopt de veenvorming op de onderzoekslocatie door (onbekende) zeer lokale veranderingen in de hydrologie. In de rest van het dal kan de veenvorming nog zijn doorgegaan.

4.4.2.2 Boktse Beemden en Rietmusschen-Noord



Figuur 4.91: Hoogtekaart AHN4 met blauw <12,5 m +NAP en rood >13,5 m +NAP, enkele belangrijke hoogtes aangegeven. 1) Hooijdonkse watermolen, 2) Laagste deel van het beekdal, 3) Laagste perceel bovenstrooms Broekdijk (geel), 4) Venig dal Boktse Beemden en Rietmusschen Noord, 12,8–13 m +NAP, 5) Minerale deel beekdal, 13–13,5 m +NAP, 6) Enkeerdgronden op de beekdalflanken, 14–15,5 m +NAP.

Dit gebied ligt direct bovenstrooms van de Hooijdonkse watermolen (1, Figuur 4.91) en is het laagste deel van het beekdal (2). Het natte gebied begint bij de Broekdijk (zie gele lijn), de historische scheiding tussen het boven- en benedenstroomse deel van de watermolen. Benedenstrooms daalt het maaiveld snel (2). Bovenstrooms van de Broekdijk ligt het laagste perceel op 12,5 m +NAP (3). Het overige deel van de Boktse Beemden en het noordelijk deel van de Rietmusschen ligt tussen de 12,8 en 13 m +NAP (4). Het minerale deel van het dal heeft een hoogte tussen de 13 en 13,5 m +NAP (5). De enkeleerdgronden direct grenzend aan de beekdalflanken liggen op 14 tot 15,5 m +NAP (6).

Op de westflank ligt in het zuiden de top van een 2-3 meter dikke laag Brabantse Leem op 13,5 m +NAP en in het noorden ter hoogte van de watermolen op 12,75 m +NAP. Op de oostflank ligt de bovenzijde van deze laag ter hoogte van de watermolen op ca. 12-12,5 m +NAP; de laag is niet aangesloten en 0,5 tot 1 meter dik. Ter hoogte van Rietmusschen-Noord begint de laag op 12,5 m +NAP en is 2-2,5 meter dik (Geotop v1.6, dinoloket.nl).

Enkel van de Boktse Beemden is een gedetailleerde bodemkartering voorhanden (Figuur 4.92). Hier is te zien dat het venige dal op verschillende plekken een mineraal dek heeft (meerveengronden), en dat in het zuiden de veenbodems direct grenzen aan enkeerdgronden, terwijl in het noorden tussen beide bodemtypen beekeerdgronden en lage enkeerdgronden voorkomen.

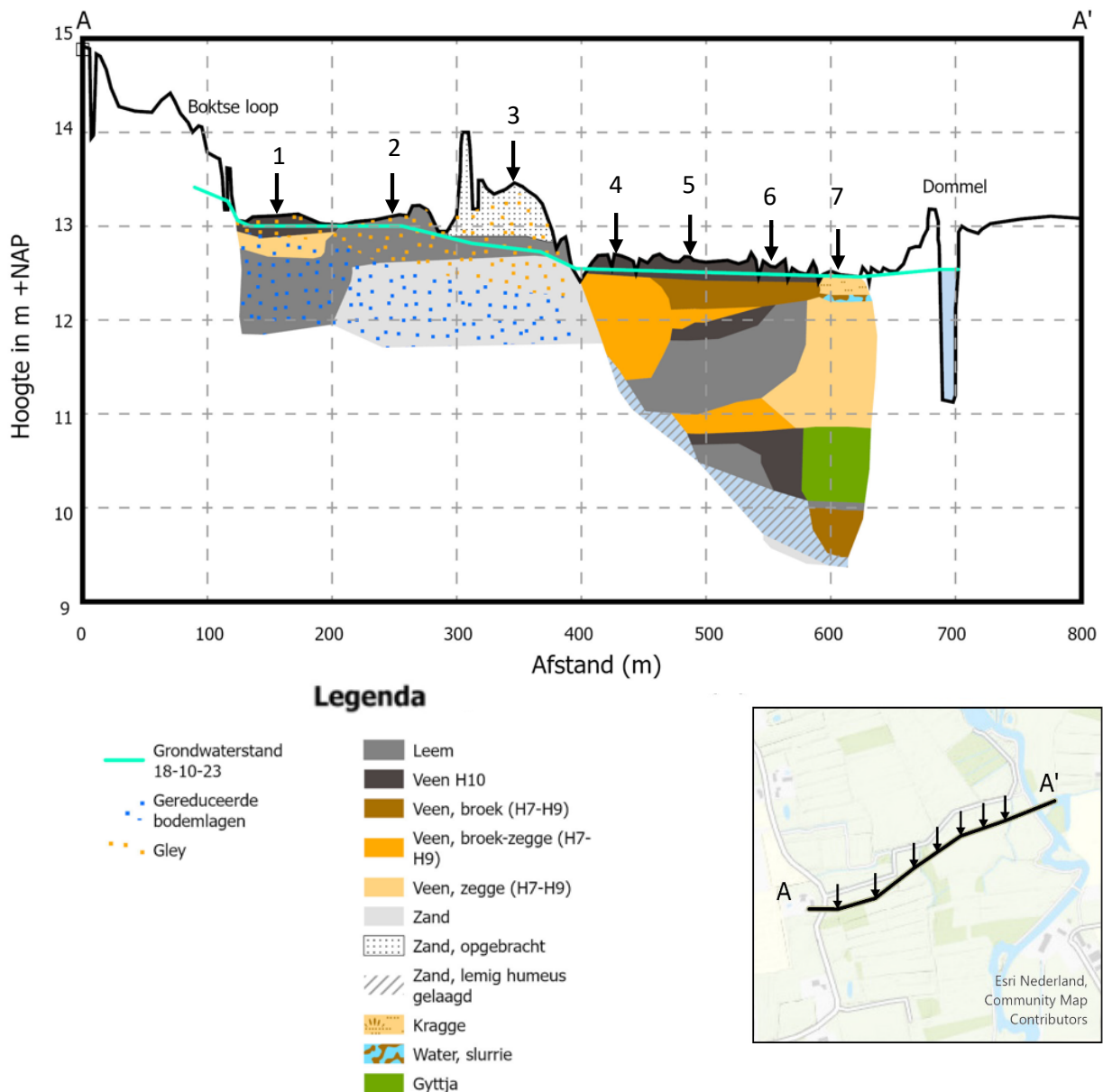
Bodemkundige doorsnede



Figuur 4.92 Bodemkaart van de Boktse Beemden uit Franke et al. (1976).

In de Boktse Beemden is tevens een bodemkundig-hydrologische doorsnede gemaakt (Figuur 4.93). Hierin is te zien hoe bij nummer 1 t/m 3 sprake is van een voornamelijk minerale sedimenten. Bij 1 ligt een dun pakket veen op de kalkarme leemlaag, die zich tot 3 uitstrekt. Bij 3 is te zien hoe er op deze laag een esdek van enkele decimeters is opgebracht. In dit minerale deel van het dal zijn de grondwaterstanden bij 1 stabiel en hoog. Ze zakken in de richting van het dal steeds verder uit, zoals blijkt uit gleyverschijnselen.

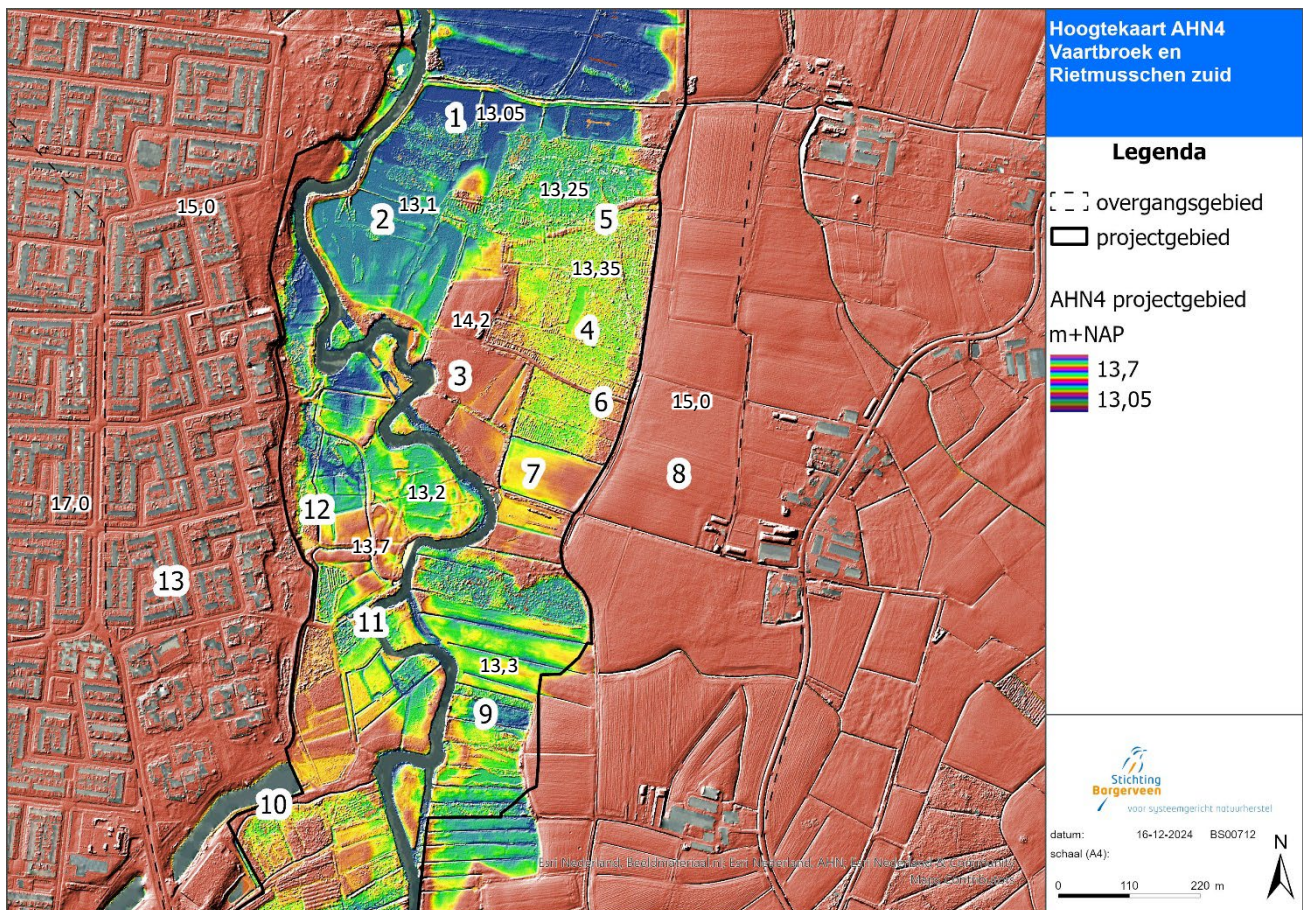
Tussen 3 en 4 begint het venige dal, dat richting de Dommel steeds dieper in de zandondergrond snijdt. Op het diepste punt (7) ligt een laag broekveen met daarop een dun leemlaagje en een dikke laag gyttja (openwaterafzetting). Bij 6 en 5 ligt op dezelfde diepte sterk veraard, lemig veen en een leemlaag met daarboven een veenlaag, die bij 5 uit broek-zeggeveen bestaat en bij 7 uit zeggeveen met een geringe zand/leemfractie. Bij 5 gaat deze veenlaag naar boven toe over in een dikke grijze leemlaag, die bij 6 moerig wordt en bij 7 uit 'slap' zeggeveen met een zeer geringe minerale fractie bestaat. Op deze lagen ligt over het gehele dal (broek-)zeggeveen, dat aan de flank (4) het dikst is. De bovenzijde van dit veen is over enkele decimeters sterk veraard. Op punt 7 heeft zich dankzij hydrologisch herstel een kragge van sterk doorworteld zeggeveen ontwikkeld die bij zeer hoge waterstanden gaat drijven.



Figuur 4.93: Bodemkundig-hydrologische doorsnede op basis van 7 boringen en gegevens uit AHN4.

Van de Rietmusschen-Noord is minder bekend over de bodemopbouw. Volgens boringen van W. Schoenmakers lijkt er aan de oostzijde sprake van veenpakketten tot ca. 4 meter dikte. In het westelijk deel zijn nog enkele oude meanders in het reliëf herkenbaar (nummer 7 Figuur 4.91). Ter plekke bestaat de bodem daardoor uit een heterogeen complex van oeverwallen en geulopvullingen. Dicht tegen de waterloop in het zuiden ligt een verhoging in het beekdal (7), die ontstaan is door de aanleg van een riolering (W. Schoenmakers, persoonlijke communicatie).

4.4.2.3 Vaartbroek en Rietmusschen-Zuid



Figuur 4.94: Hoogtekaart AHN4 met blauw <13,05 m + NAP en rood >13,7 m + NAP, enkele belangrijke hoogtes aangegeven. 1) veen, 13,05 m +NAP, 2) Vlak veengebied, 3) Zandige donk, 4) Slenk met gerabatteerd bos, 5) Noordelijk dijkje, 6) Zuidelijk dijkje, 7) Landbouwperceel, 8) Heuvelakkers, enkeerdgronden, 9) Veenpakket tussen Soeterbeek en Rietmusschen-Zuid, 10) Oude Gracht, voormalig Dommeldal, 11) Vaartbroek, heterogene beekafzettingen, 12) Oude met veen opgevulde stroomgeul, 13) Westflank, enkeerdgronden.

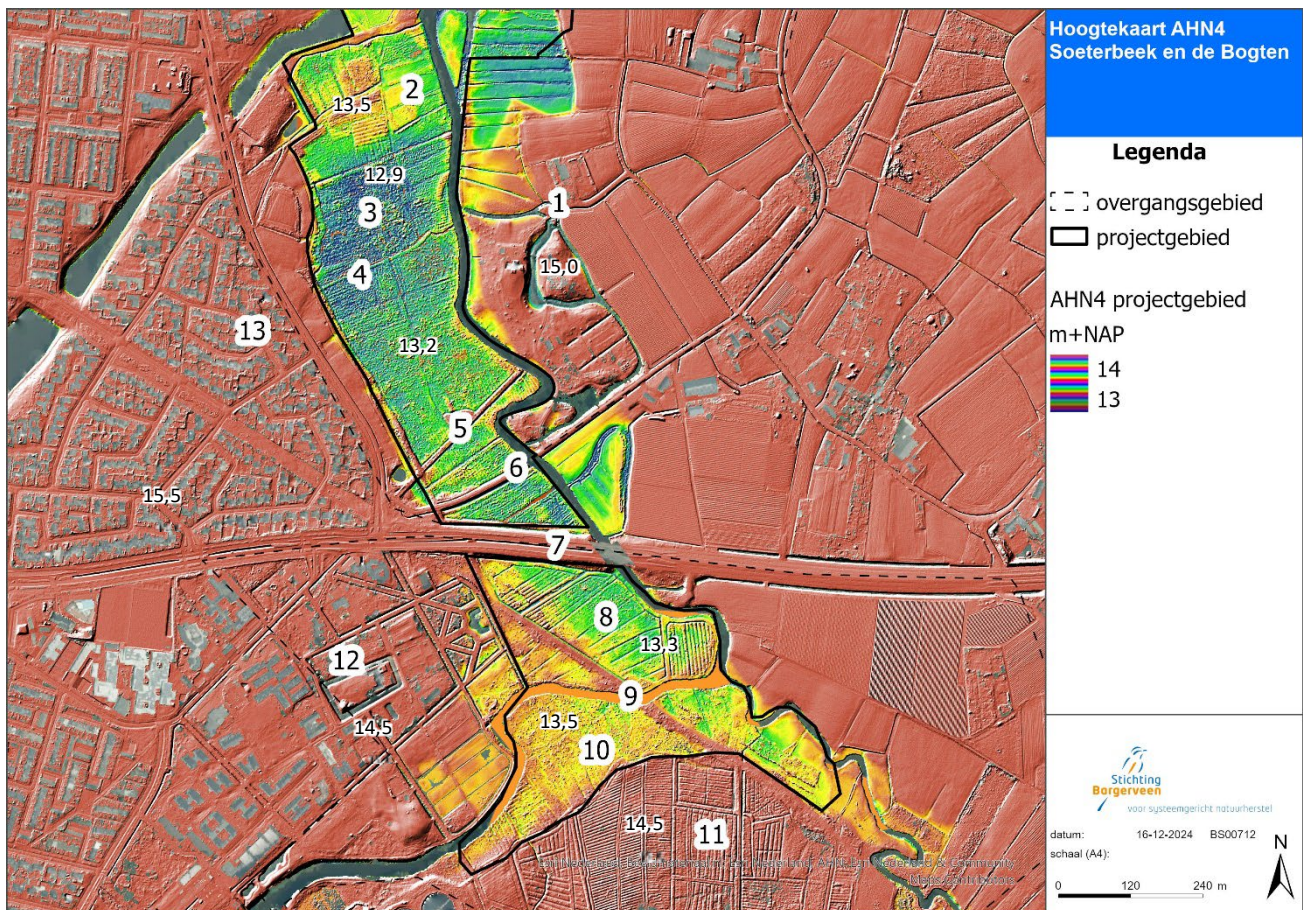
Direct ten zuiden van de waterloop die het noordelijk deel van de Rietmusschen scheidt van het zuidelijke ligt het maaiveld op 13,05 m +NAP (nummer 1, Figuur 4.94), om via een op de hoogtekaart zichtbare rand in het westelijk deel van het gebied over te gaan naar een zeer vlakke venige zone op 13,1 m + NAP (2), met in het zuidelijkste deel enkele oude oeverwallen. In het veen ligt een nagenoeg aaneengesloten, 0,5 meter dikke, leemlaag op 0,8 meter diepte (W. Schoenmakers, persoonlijke communicatie). Oostelijk hiervan steekt een donk van sterklemig zand (3) in het dal, met een maaiveldligging tussen de 13,5 en 14,5 m +NAP, en is het beekdal sterk versmald. Daardoor is bovenstrooms van de donk de Dommel sterk gaan meanderen, waarbij oeverwallen zijn gevormd; benedenstrooms van de donk is de Dommel veel rechter en zijn de oeverwallen minder uitgesproken. Oostelijk van deze donk ligt nog een langgerekte laagte die vrijwel geheel gerabatteerd en bebost is (4). De donk is via twee dijkjes (5, 6) die deze slenk doorkruisen verbonden met de Heuvelakkers oostelijk van het beekdal. De noordelijke dijk fungeert als een dammetje, ten noorden waarvan het maaiveld van het gerabatteerde bos 10 cm lager ligt dan ten zuiden ervan. De bodem van deze laagte is mineraal en bestaat uit een (soms richting broekeerd gaande) beekkeerdgrond (W. Schoenmakers, persoonlijke communicatie). Helemaal in het zuiden van deze laagte ligt nog een landbouwperceel (7). De Heuvelakkers, de enkeerdgronden die dit deel van het beekdal flankeren, liggen op 14-16 m +NAP (8). In deze gronden ligt in het noorden een 2-2,5 meter

dik pakket Brabantse Leem met een bovenzijde Brabantse Leem op 13,2 m +NAP en in het zuiden 1 meter dik pakket met een bovenzijde op 12,2 m +NAP.

Tussen Kasteel Soeterbeek en Rietmusschen-Zuid ligt nog een tweede gebied dat niet geheel de bestemming natuur heeft (9). De buitenrand van dit gebied bestaat duidelijk uit oude stroomgeulen, waar met een eigen boring 6 meter veen gevonden is. Dit veen begint met een 0,5 meter dikke gyttja op fijn zand, waarop achtereenvolgens 2 meter riet-zeggeveen, 1 meter zegge-bruinmosveen, 2,5 meter mesotroof broekveen (berk/wilg) rusten. Dit veenpakket wordt afgedekt door een 0,5 meter dikke lemige (vermoedelijk opgebrachte) zandlaag. De rest van het gebied heeft een maaiveldligging tussen 13,2 en 13,5 m + NAP en bestaat waarschijnlijk ook uit (bezande) venige gronden, al dat niet met leemlagen erin.

Op de westoever ligt het Vaartbroek. Dit is een zeer heterogeen gebied van oeverwallen, oude meanders en kommen. In het zuiden takt een voormalig dal van de Dommel (De Oude Gracht) aan op het huidige beekdal (10). De kommen liggen op 13-13,3 m +NAP en de oeverwallen op 13,3-13,8 m +NAP. Deze geomorfologische opbouw vertaalt zich in een zeer heterogene, gevarieerde bodemopbouw van grotendeels minerale beekafzettingen met lokale veenpakketten van maximaal 0,5 meter dik (11). In eigen boringen zijn buiten broekveen en leemlagen o.a. vivianiet en kalkgyttja met schelpjes gevonden in de ondergrond. Langs de westgrens van het gebied loopt een langgerekte met veen opgevulde oude stroomgeul (12), die via een vrij scherpe steilrand overgaat naar de nu bebouwde enkeerdgronden op de flank, die op 15-17 m +NAP liggen (13). De bovenzijde van het 1-1,5 meter dik pakket Brabantse Leem ligt hier op 13,8 m +NAP.

4.4.2.4 Soeterbeek en De Bogten-Eckart



Figuur 4.95: Hoogtekaart AHN4 met blauw <13 m + NAP en rood >14 m + NAP, enkele belangrijke hoogtes aangegeven. 1) Kasteel Soeterbeek op opgehoogde oostoever van de Dommel, 2) Klein opgehoogd gebied met graslanden en bosjes direct ten zuiden van De Oude Gracht, 3) Laaggelegen gerabatteerd bos op veenbodems, 4) Noordelijke voormalige weg bij noordelijke gracht van Kasteel Soeterbeek, 5) Oude westelijke oprijlaan van Kasteel Soeterbeek, 6) Huidige Willem Hikspoorsbrug, 7) Sterrenlaan, scheiding van De Bogten/Eckart, 8) Laaggelegen veengrond in De Bogten/Eckart, 9) Hoogspanningsleiding op cunet, 10) Veen bodem met restanten van oeverwallen en stroomgeulen, 11) Flank van beekdal met bos op Brabantse Leem en zandduintjes (Wandelpark Eckart), 12) Kasteel Eckart, 13) Hooggelegen westflank, volledig bebouwd.

Ten zuiden van De Oude Gracht liggen de eigendommen van Kasteel Soeterbeek, dat op de opgehoogde oostoever van de Dommel staat (nummer 1, Figuur 4.95). Op de westoever bevindt zich direct ten zuiden van De Oude Gracht een klein opgehoogd gebied met graslanden en bosjes (2). Zuidelijk daarvan ligt een laaggelegen (12,9 m +NAP) gerabatteerd bos op veenbodems (3). Dit relatief homogene stuk dal wordt doorsneden door vier (voormalige) wegen. De meest noordelijke is nauwelijks te herkennen en lag ter hoogte van de meest noordelijke gracht van Kasteel Soeterbeek (4). De tweede is de oude westelijke oprijlaan van het kasteel (5), de derde is de huidige Willem Hikspoorsbrug (6) en de vierde is de Sterrenlaan (7), die het gebied scheidt van De Bogten/Eckart.

De Bogten-Eckart is het meest bovenstroomse gebied van het 'watermolenlandschap' en omgeeft de samenvloeiing van Kleine Dommel en Dommel. Het bestaat noordelijk van de Dommel uit laaggelegen (13,3 m +NAP) veengrond (8). Min of meer haaks op de Dommel loopt een hoogspanningsleiding die op een cunet is geplaatst (9). Westelijk daarvan bestaat de bodem uit veen en zijn verschillende restanten van oeverwallen en stroomgeulen te herkennen (10). De flank van het beekdal bestaat hier volledig uit bos dat vrijwel direct op de Brabantse Leem is gelegen, waarin meerdere zandduintjes en daartussen komen met natte bossen liggen op deze leem (11). Het

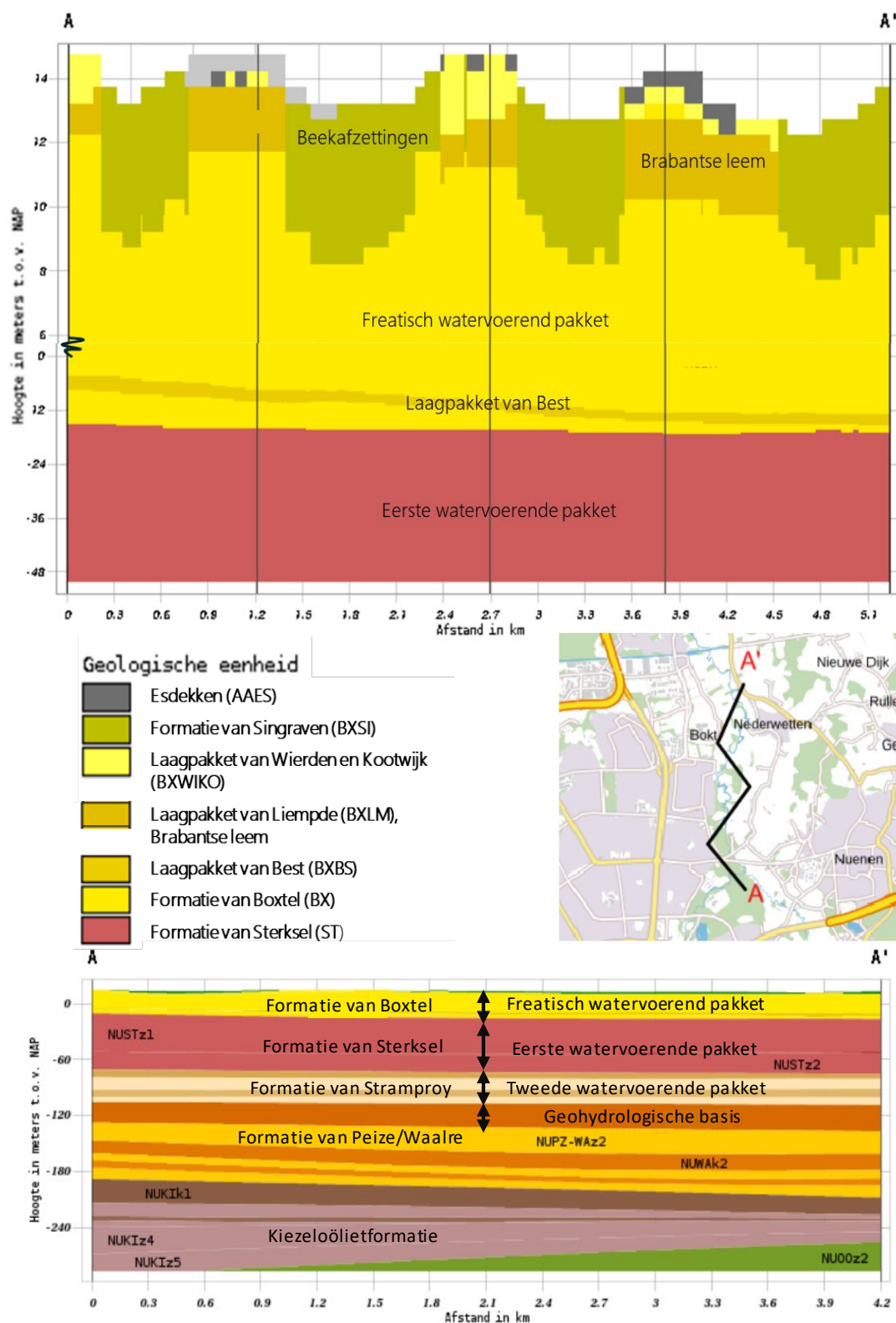
bosgebied, dat bekend staat als Wandelpark Eckart, is sterk ontwaterd door een uitgebreid rabatstelsel. Westelijk van het gebied ligt Kasteel Eckart (12), verder is de gehele hooggelegen westflank bebouwd (13).

4.4.3 Grondwatersysteem

In dit hoofdstuk wordt eerst een algemene beschrijving gegeven van de geohydrologie van het watermolenlandschap, gevolgd door een regionaal beeld van de freatische grondwaterstroming. Voor de deelgebieden waarvan voldoende peilbuisgegevens beschikbaar zijn wordt het grondwatersysteem in meer detail besproken. Hetzelfde doen we voor het oppervlaktewatersysteem. Op het eind wordt kort samengevat wat de relaties tussen het grond- en oppervlaktewatersysteem zijn.

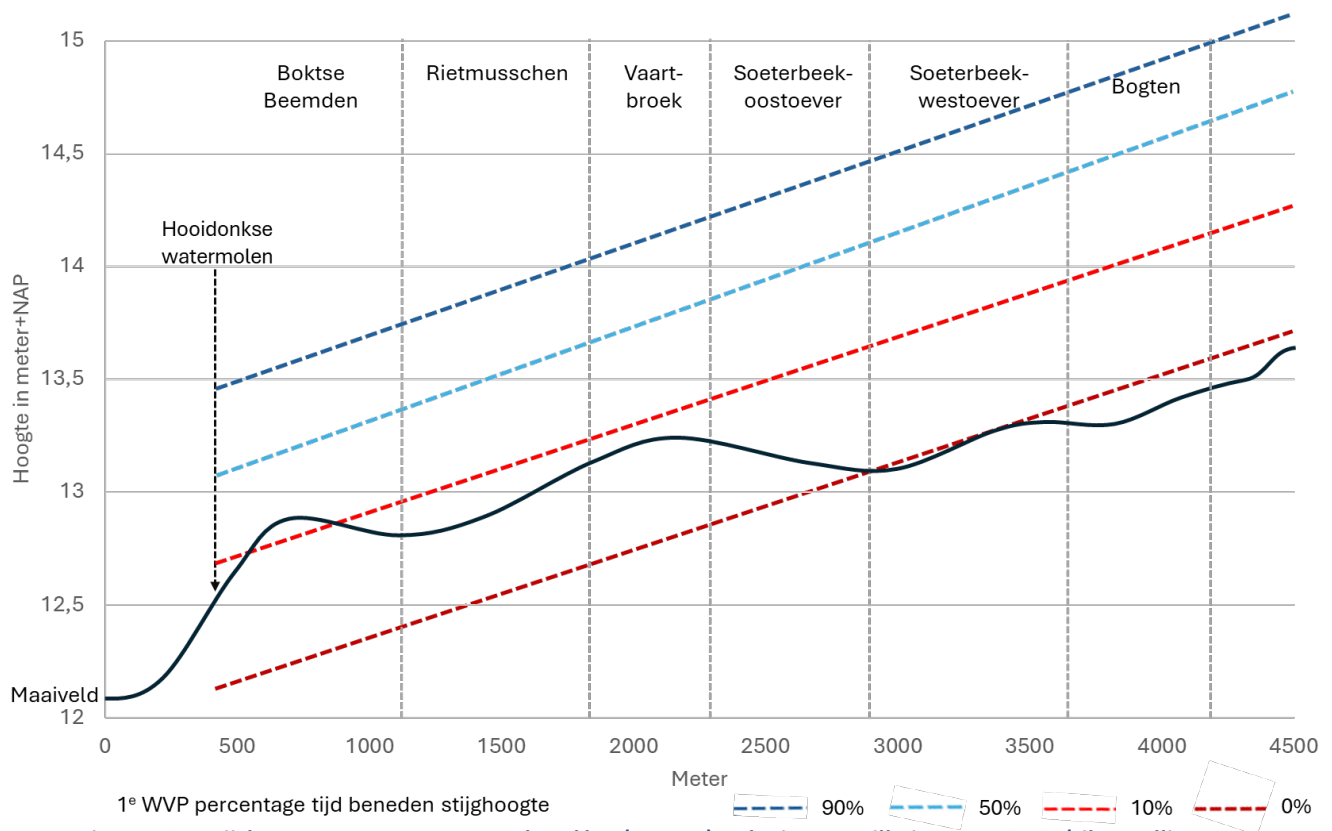
4.4.3.1 Geohydrologie

Geohydrologisch (Figuur 4.96) beschouwd bestaat het regionale grondwatersysteem uit een freatisch pakket van de Formatie van Boxtel. Het is een ca. 20-25 meter dik en gelaagd pakket met buiten het beekdal op geringe diepte een 0,5 tot 3,5 meter dikke laag Brabantse Leem (Laagpakket van Liempde). Op plekken met een dikkere laag stuifzanden van het Laagpakket van Kootwijk kunnen zeer lokaal grondwatersystemen actief zijn. In het beekdal zijn de bovenste 6-10 meter opgevuld met beekafzettingen (Laagpakket van Singraven). Aan de onderzijde van de Formatie van Boxtel bevindt zich nog een enkele meters dikke leemlaag (Laagpakket van Best) die naar het noorden toe langzaam dieper komt te liggen. Deze leemlaag vormt de grens met het eerste watervoerende pakket van ongeveer 60 meter dik (loopt door tot -72 m +NAP) dat bestaat uit afzettingen van de Formatie van Sterksel. Daaronder ligt het tweede watervoerende pakket (-72 tot -108 m +NAP), bestaande uit de Formatie van Stramproy, en van het eerste watervoerende pakket gescheiden door de eerste kleilaag van de Formatie van Stramproy. Daaronder liggen meerdere dikke aaneengesloten kleilagen, behorende tot de Formatie van Waalre, die de geohydrologische basis vormen (Van der Burg et al., 2013).



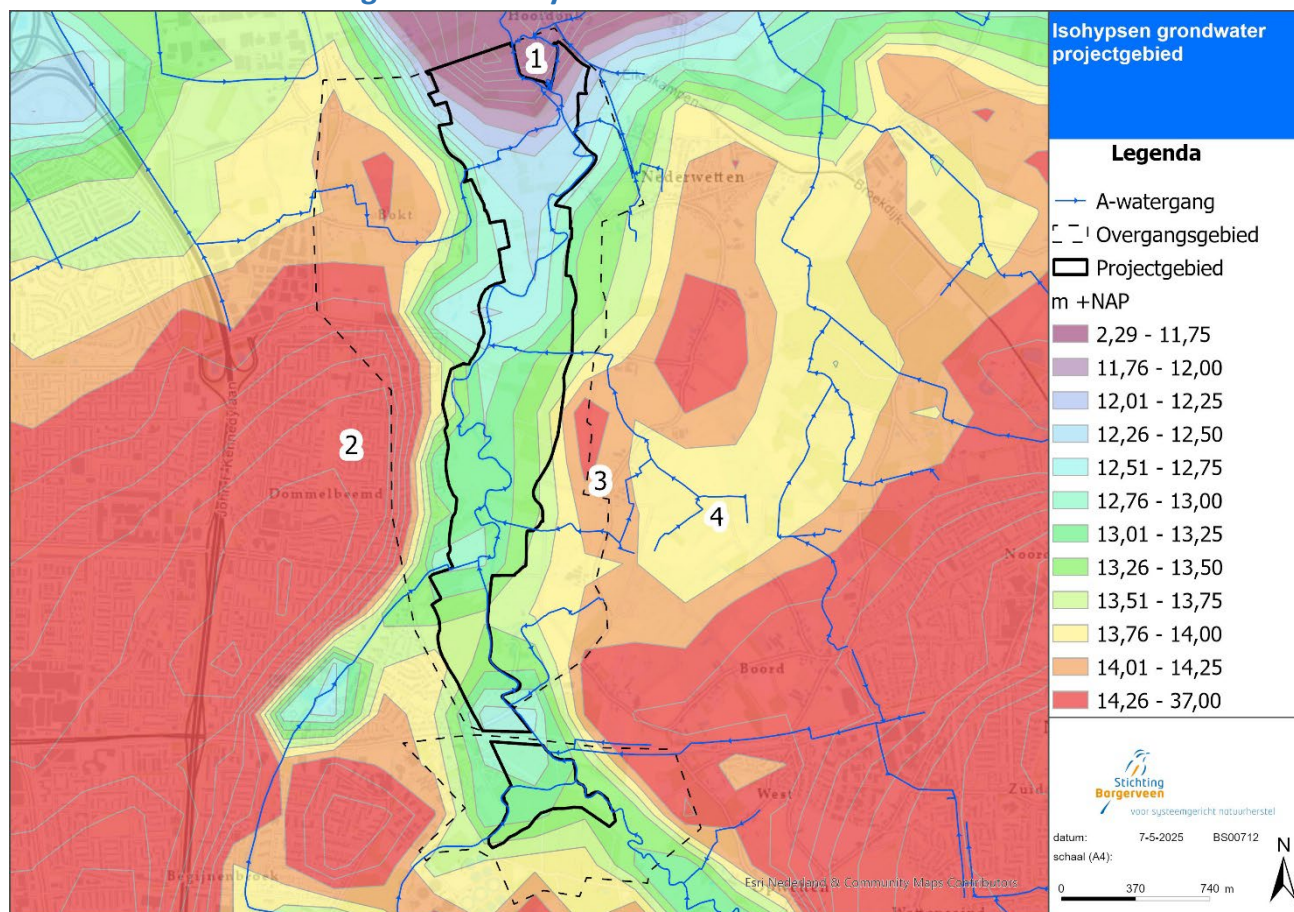
Figuur 4.96: Doorsnede zuid-noord (zigzaggend tussen dal en flank) over het Projectgebied. Boven: Geohydrologische doorsnede bovenzijde watervoerend systeem (Geotop v1.6 dinoloket). Beneden: Geohydrologische doorsnede diepere ondergrond, doorgetrokken tot beneden de geohydrologische basis (onderzijde Formatie van Stramproy), hier zijn de dikke slecht doorlatende kleilagen (donkere kleuren) te zien (BRO Regis v.2.2.2., dinoloket.nl).

De regionale grondwaterstroming in het eerste en tweede watervoerende pakket is noordnoordwestelijk. De stijghoogte reikt in dit deel van het Dommeldal bijna overal jaarrond boven het maaiveld (Figuur 4.97). Vanuit deze pakketten kan in principe dus jaarrond een stroming optreden naar het venige deel van het beekdal. In zeer droge jaren kan de stijghoogte in het eerste en tweede watervoerende pakket echter ver uitzakken (Figuur 4.97, 0%-lijn), zo zakte hij in zomer-najaar 2018 enkele maanden 0,5 meter dieper uit dan in voorgaande (meer normale) jaren.



Figuur 4.97: Stijghoogte eerste watervoerende pakket (1^e WVP) op basis van peilbuizen B51G0180 (Filterstelling -18.16 tot -33.16 m + NAP, Sterrenlaan) en B51E0046 (Filterstelling -21.67 tot -22.67 m + NAP, Hooijdonkse watermolen). Stijghoogte 0%-lijn afgeleid uit peilbuizen in de omgeving die tot op heden doormeten B51E0067, B51E0131, B51E0134. Maaiveld is genomen van het laagste deel van het dal. Bron: grondwatertools.nl, AHN4.

4.4.3.2 Het freatisch grondwatersysteem



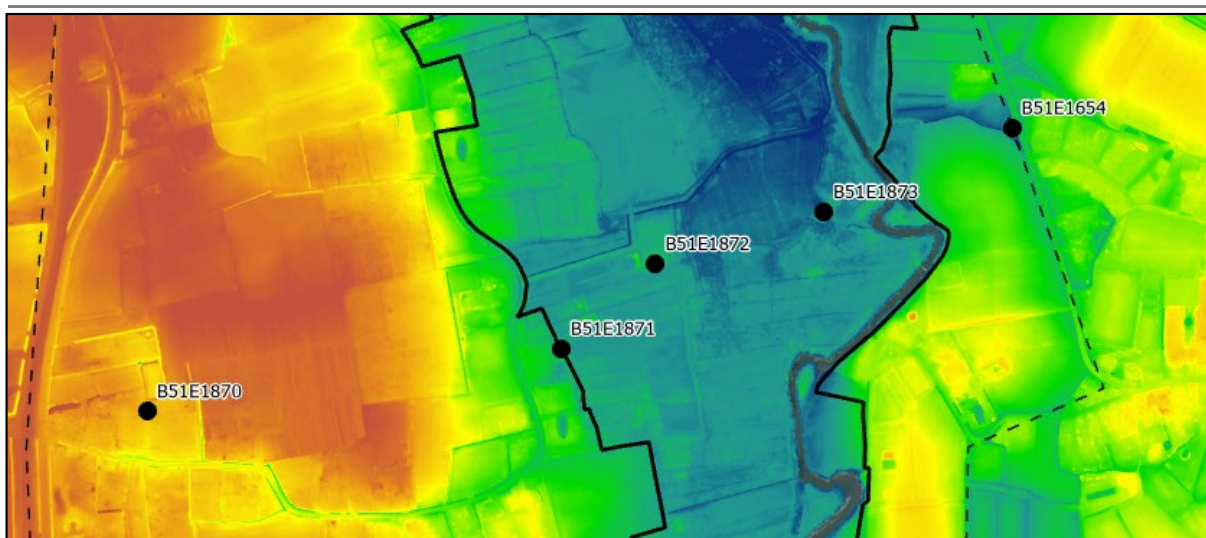
Figuur 4.98: Gemiddelde stijghoogte freatisch grondwater op basis van modellering van peilbuizen in laag LHM1 grondwatertools.nl. 1) Hooijdonkse Watermolen, 2) Wijk Dommelbeemd, 3) Heuvelakkers, 4) Bovenste deelsysteem Hooijdonkse beek dat is kortgesloten op Dommelsysteem.

In het freatisch watervoerend pakket stroomt grondwater oppervlakkig over en onder de Brabantse Leem, naar het Dommeldal (Figuur 4.98). In het Dommeldal bestaan er binnen het projectgebied slechts betrekkelijk geringe grondwaterstandsverschillen, pas benedenstrooms van de Hooijdonkse watermolen daalt de grondwaterstand over korte afstand sterk (1). De gemiddelde grondwaterstanden in het dal liggen tussen de 12,75 en 13,25 m +NAP. Boven de Brabantse Leem bollen de grondwaterstanden in de flanken tot meer dan 14 m +NAP op. Deze opbolling treedt vooral op in de winter en het voorjaar en valt in de zomer nagenoeg weg met standen tot op de Brabantse Leem (peilbuizen B51E1870, B51E1653, B51E1869, grondwatertools.nl). In het freatisch pakket boven de Brabantse Leem treedt deze seizoensgebonden opbolling nagenoeg overal op, maar aan de westzijde van het Dommeldal is deze veel groter en langduriger door het hier dikkere zandpakket op de Brabantse Leem (2). De grootse opbolling treedt op aan de flank tegen het Vaartbroek onder de wijk Dommelbeemd (2) (tot 16 meter +NAP in peilbuis B51E1863, grondwatertools.nl). In de oostflank van het Dommeldal bevindt zich een lokale waterscheiding in de Heuvelakkers (3), waarbij in het dal van de Hooijdonkse Beek water parallel aan de Dommel naar het noorden stroomt. Het meest bovenstroomse deel van dit systeem (4) is via sloten door de Heuvelakkers (3) kortgesloten op het Dommelsysteem.

Boktse Beemden

Tabel 4: Gegevens freatische peilbuizen Boktse Beemden (grondwatertools.nl)

Peilbuis	Maaiveld (m +NAP)	GHG (m +NAP)	GLG (m +NAP)	Opmerking
B51E1870	15,8	14,8	13,0	Niet gemeten in 2018
B51E1871	13,5	13,2	12,6	Zakte in 2018 uit tot 12,1 m +NAP
B51E1872	13,5	13,5	12,6	Zakte in 2018 uit tot 12,1 m +NAP
B51E1873	12,9	12,75	12,3	Zakte in 2018 uit tot 11,9 m +NAP
B51E1654	13,75	12,5	12,35	Niet gemeten in 2018

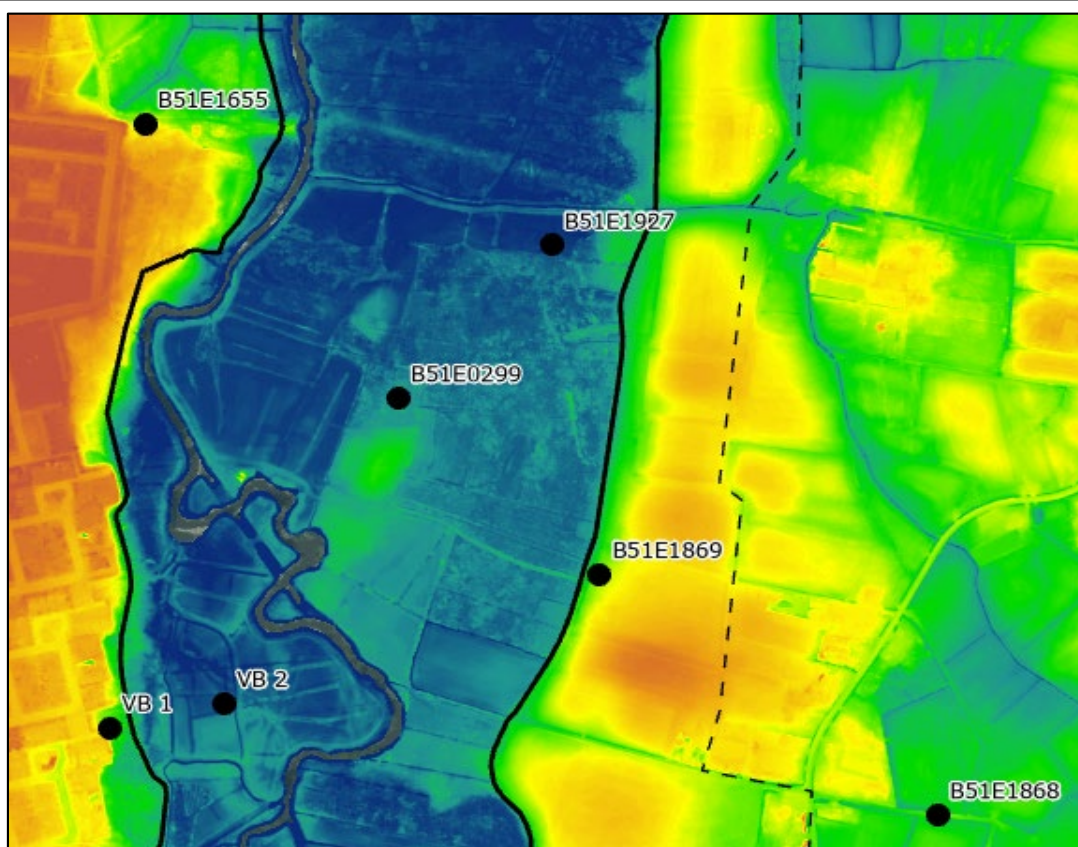


Figuur 4.99: Locaties peilbuizen in de Boktse Beemden. Bron: grondwatertools.nl

Uit de gegevens in de tabel 1 valt af te lezen dat er in de winter (GHG) een sterke opbolling plaatsvindt in de flank tot meer dan 1,5-2 meter boven het maaiveld van het dal. Deze opbolling verdwijnt in de zomer (GLG) vrijwel met 40 tot 70 cm hogere standen dan in het dal. In de winter staat het grondwater in het beekdal aan maaiveld, en dit zakt in de zomer in de laagste delen 0,5 meter uit en op de lage flank 0,6-0,9 meter. In de extreem droge zomer van 2018 zakte het grondwater een halve meter extra uit.

Tabel 5: Gegevens bruikbare peilbuizen Rietmusschen. Bron: grondwatertools.nl.

Peilbuis	Maaiveld (m +NAP)	GHG (m +NAP)	GLG (m +NAP)	Opmerking
B51E1655	14,1	13,20	12,40	Zakte in 2018 uit tot 11,6 m +NAP
B51E1927	13,08	13,0	12,2	Zakte in 2018 uit tot 11,75 m +NAP
B51E0299	13,55	13,4	12,9	Niet gemeten in 2018
B51E1869	14,5	13,93	13,0	Zakte in 2018 uit tot 12,75 m +NAP
B51E1868	14,7	14,25	13,5	Niet gemeten in 2018



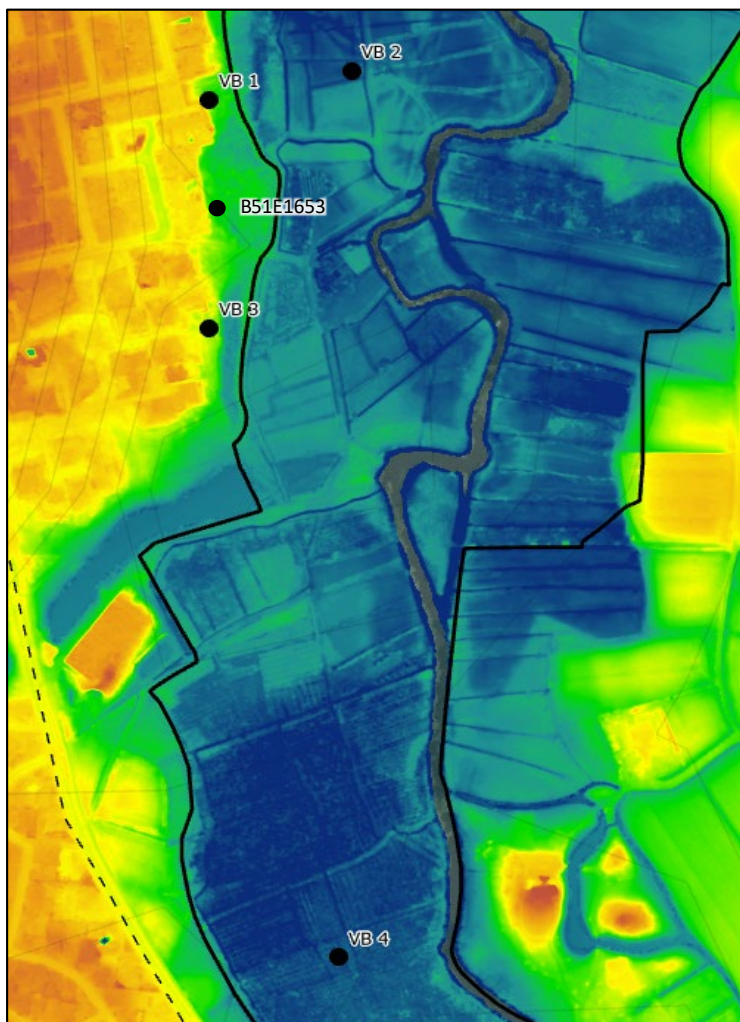
Figuur 4.100: Locaties Peilbuizen Rietmusschen, data afkomstig van grondwatertools.nl

De grondwaterstanden onder de Heuvelakkers bollen in de winter (GHG) iets meer dan een meter boven maaiveld van het dal op om in de zomer tot het maaiveld van het dal uit te zakken. In het laagste deel van het dal ontbreken peilbuizen. De grondwaterstanden in de wat hoger staande peilbuizen B51E1869 en B51E0299 dalen echter tot slechts enkele decimeters beneden maaiveld. Daarom vermoeden we dat 's zomers de waterstanden in het laagste deel van het dal niet ver beneden maaiveld zullen liggen. Dicht bij de diepe sloot (peilbuis B51E1927) zakt de grondwaterstand wél verder uit. In de extreem droge zomer van 2018 daalde het grondwater nabij sloten 0,5-0,8 meter dieper weg dan in andere jaren terwijl deze daling verder van sloten af slechts 0,25 meter betrof. Deze sloten hebben daarom een sterk drainerende werking.

Tabel 6: Gegevens bruikbare peilbuizen Vaartbroek (Bron: Bosgroep Zuid Nederland en grondwatertools.nl).

Peilbuis	Maaiveld (m + NAP)	GHG (m + NAP)	GLG (m + NAP)	Opmerking
VB1	14,5	14,0 (mei 2023)	13,4 (Juli 2023)	Gemeten mei – sept '23
VB2	13,17	13,17 (aug 2023)	12,5 (Juli 2023)	Gemeten mei – sept '23
VB3	14,7	13,75 (mei 2023)	13,1 (Juli 2023)	Gemeten mei – sept '23
VB4	13,24	13,24 (mei 2023)	13,1 (Juli 2023)	Gemeten mei – juli '23
B51E1653	14,83	14,7	13,75	Zakte in 2018 uit tot 13,3 m + NAP

De gegevens zijn slechts over een korte periode verzameld en daardoor beperkt bruikbaar. Samen met de langlopende peilbuis (B51E1653) kan worden geconcludeerd dat het grondwater bij Vaartbroek 's winters in de flank tot 1,5 meter boven het maaiveld in het dal opbolt. In een normaal jaar zakt de grondwaterstand in de flank niet tot beneden het maaiveld van de laagste delen (12,9 m +NAP) uit. In het dal zelf zakt de grondwaterstand wel verder uit, tot enkele decimeters beneden het maaiveld van de laagste delen. Van Soeterbeek (VB4) is de informatie heel beperkt. De grondwaterstanden staan er gedurende de korte meetperiode aan of net beneden maaiveld en de fluctuaties lijken gering vergeleken met de andere buizen in dezelfde periode. In de extreem droge zomer van 2018 zakte de grondwaterstand een halve meter dieper weg dan de in de jaren daaromheen.



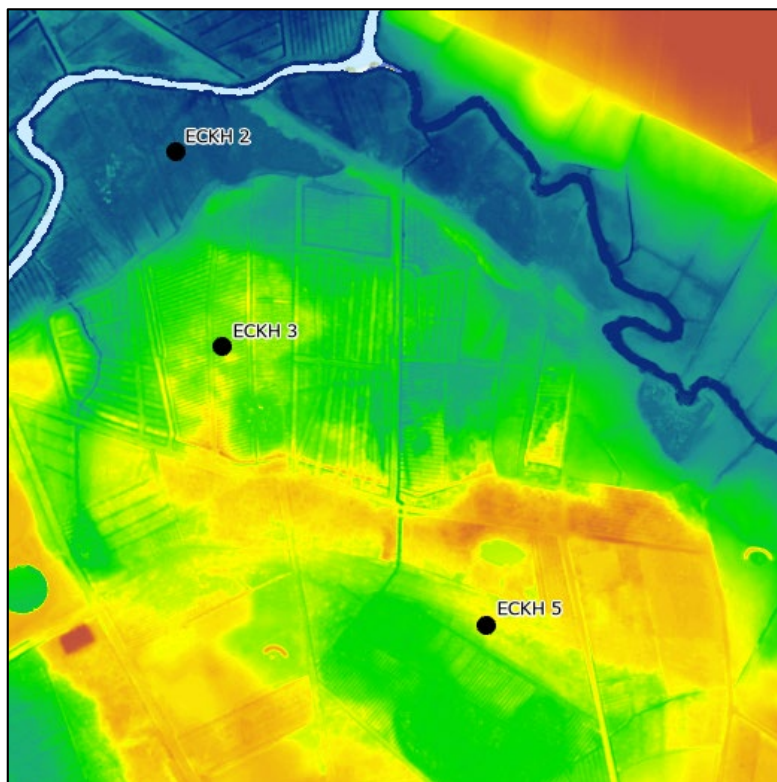
Figuur 4.101: Locaties Peilbuizen Vaartbroek Bosgroep Zuid Nederland.

De Bogten-Eckart

Tabel 7: Gegevens bruikbare peilbuizen Vaartbroek (Bron: Bosgroep Zuid Nederland).

Peilbuis	Maaiveld (m + NAP)	GHG (m + NAP)	GLG (m + NAP)	Opmerking
ECKH 2	13,63	13,59 (april '22)	12,82 (juli '22)	
ECKH 3	15,41	15,02	13,77	
ECKH 5	15,33	15,2	14,32	

In de Bogten zijn door Bosgroep Zuid Nederland gedurende een korte periode (april '22 tot mei '23) de grondwaterstanden gemonitord. De grondwaterstand bolt ca. 1 meter op in de hoge flank en zakt in droge periodes tot ca. 0,5 meter boven het maaiveld in het dal uit (ECKH 5). Zowel in winter als in zomer kan water van de hoge flanken naar het dal stromen, maar 's winters onder hogere druk. Midden op de flank (ECKH 3) zakken de zomerstanden uit tot min of meer het maaiveld van het aanliggende dal. Hoewel de meetperiode in het dal kort was, traden er toch zeer sterke grondwaterstandsfluctuaties op, met een zeer snelle en sterke daling in de droge periode.



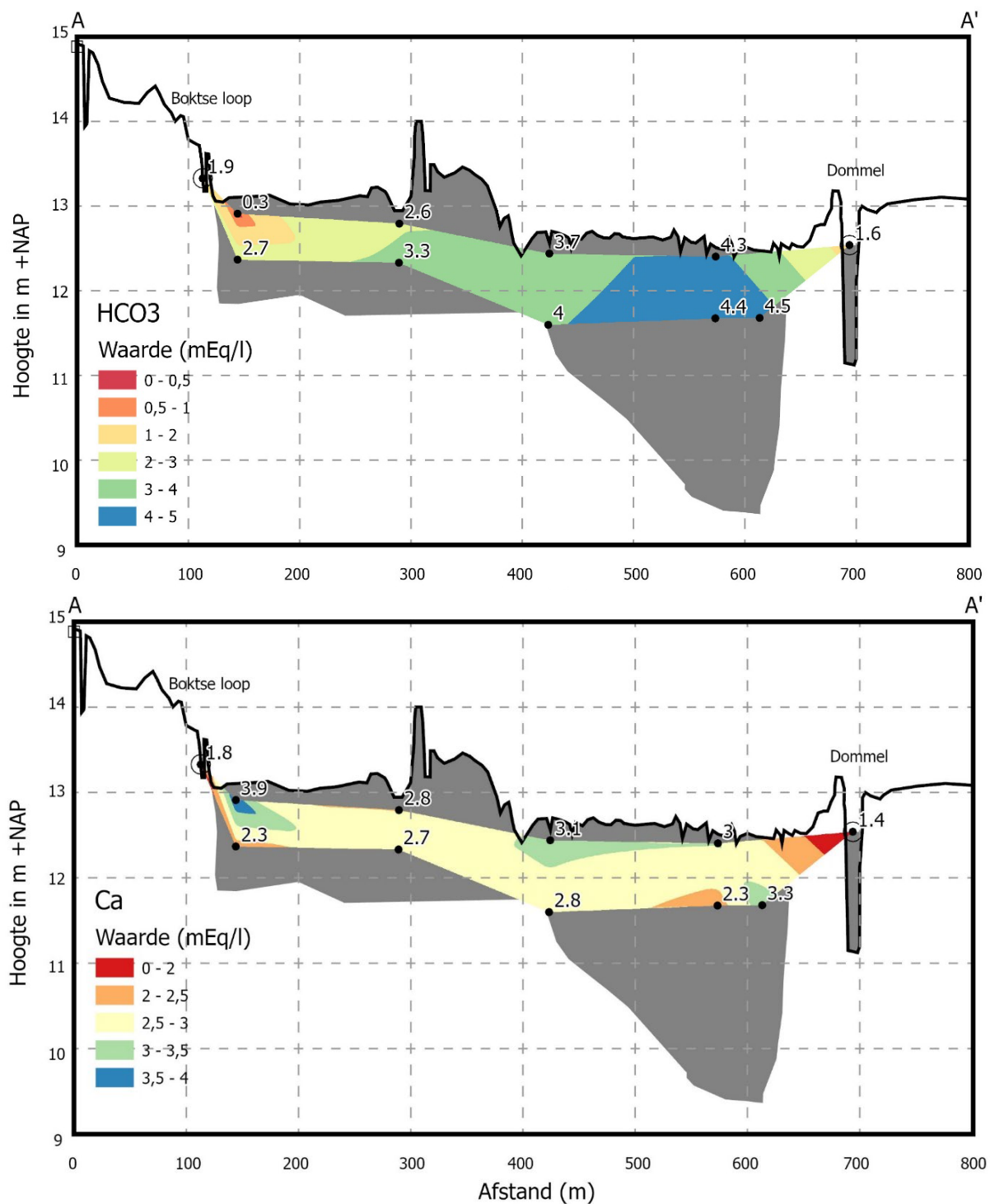
Figuur 4.102: Locaties Peilbuizen Eckart/Bogten Bosgroep Zuid Nederland.

4.4.3.3 Grondwaterkwaliteit

De informatie over de grondwaterkwaliteit is beperkt. In het transect in de Boktse Beemden (Figuur 4.93) is ook grond- en oppervlaktewater bemonsterd met poreuze cups. Deze resultaten worden hieronder besproken (en staan verder in bijlage 2). Deze resultaten zijn waarschijnlijk toepasbaar voor het gehele aangrenzende dal omdat de geohydrologische opbouw en substraten vergelijkbaar zijn, het landgebruik uitgezonderd. Lokaal reliëf en de opbouw van de bovenste meters beekafzetting in het dal kunnen lokaal de uittredingspatronen van dit grondwater sterk beïnvloeden.

Basen in het grondwater

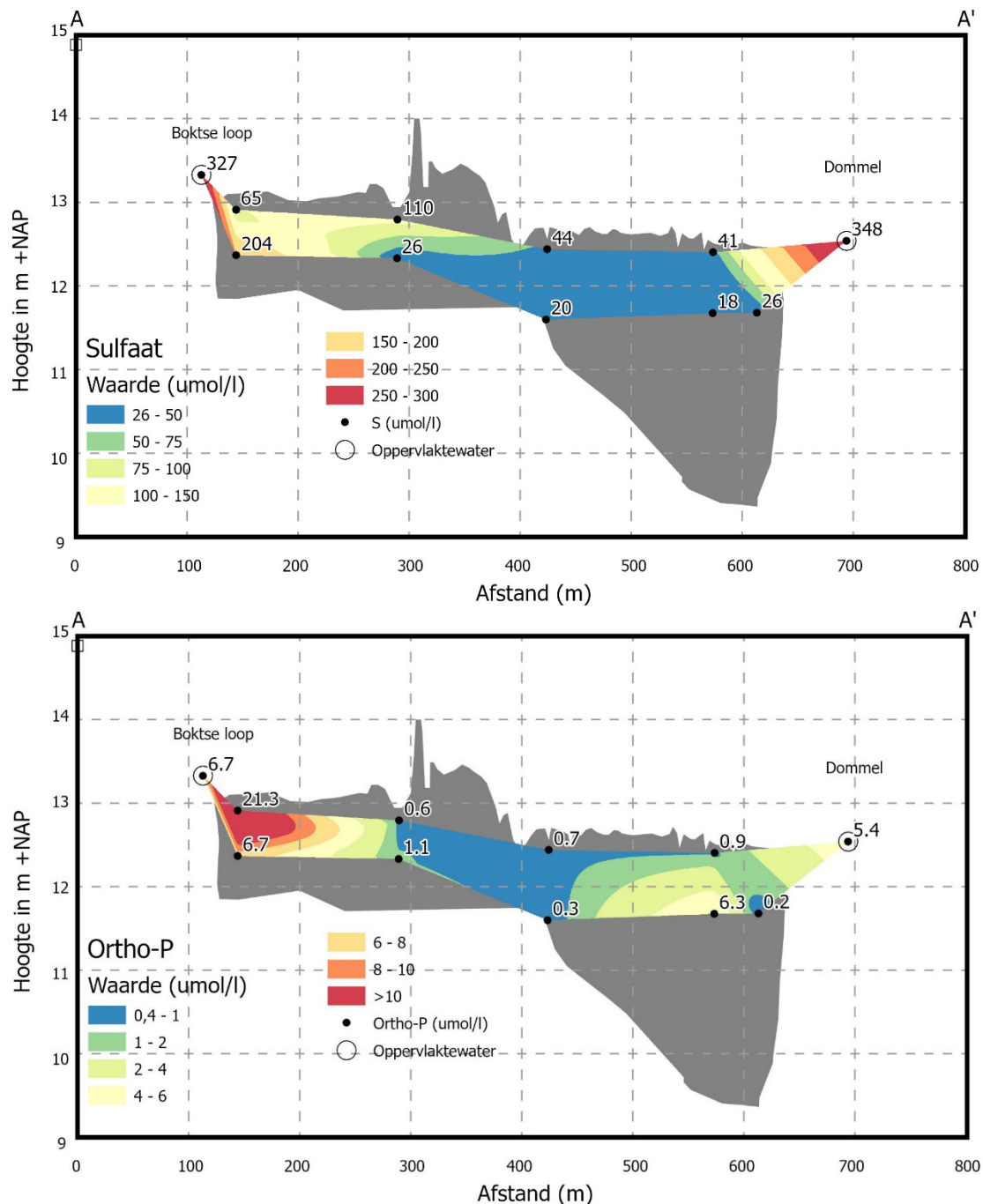
Het grondwater in het gebied is overal sterk gebufferd. Het grondwater dicht tegen de Dommel heeft de hoogste bicarbonaatgehalten (4,5 mEq/l), deze nemen richting de flank geleidelijk af tot 2,7 mEq/l. Op de hogere flank zijn deze aan maaiveld nog lager (0,4 mEq/l). De calciumconcentraties zijn vrij constant en liggen doorgaans tussen de 2,5-3 mEq/l. Juist waar de bicarbonaatconcentratie laag is, is calcium erg hoog. De oppervlaktewateren Boktse Loop en Dommel zijn in februari 2024 minder sterk gebufferd en minder calciumrijk. Ongetwijfeld omdat ze bestaan uit een mengsel van grond- en regenwater.



Figuur 4.103: Alkaliniteit en calciumconcentraties.

Voedingstoffen en andere vervuilingsindicatoren

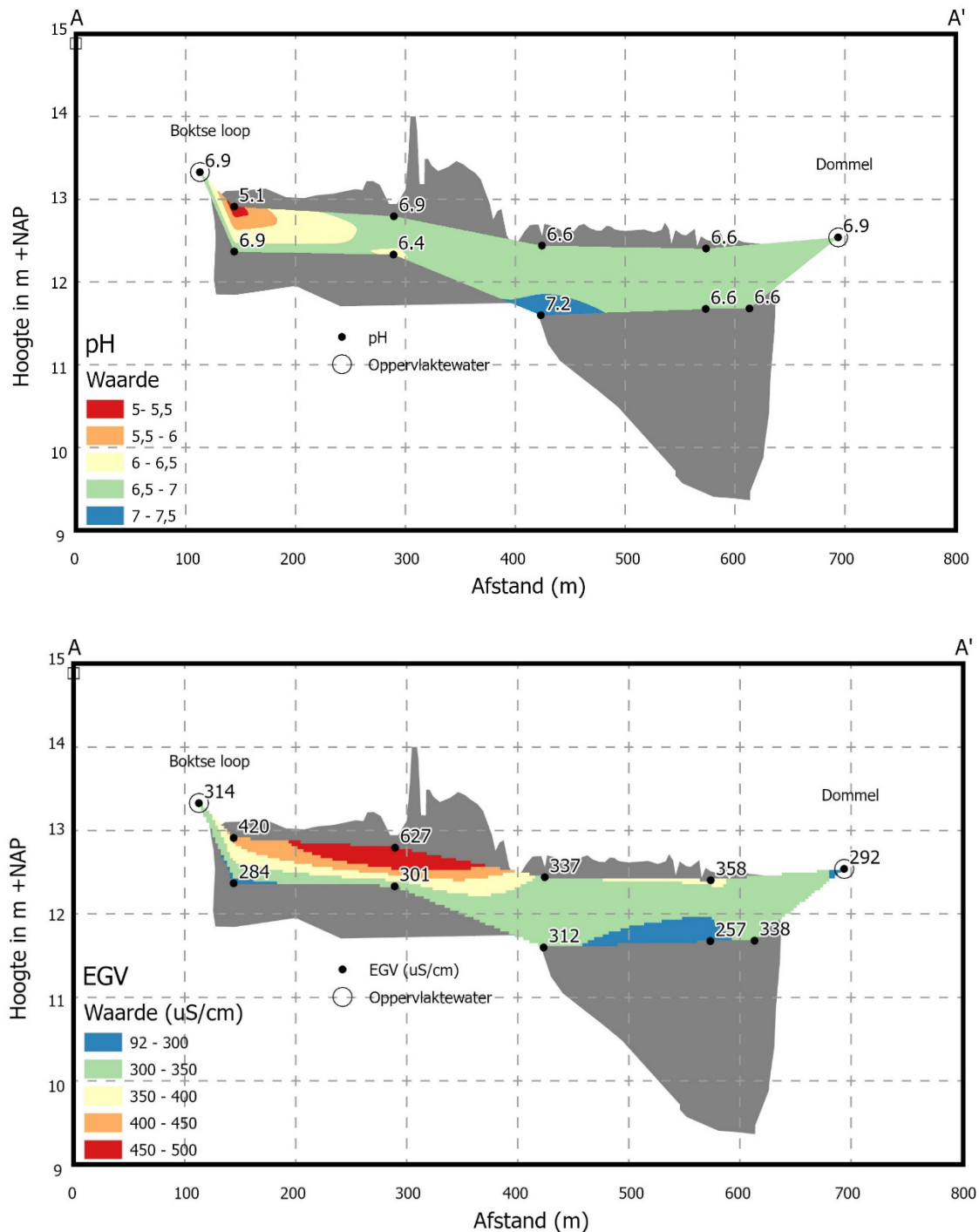
Het grondwater in de Boktse beemden is over het algemeen vrij schoon. Concentraties van sulfaat (Figuur 4.104), chloride, ortho-P (Figuur 4.104), ammonium en nitraat zijn het laagst in het grondwater dat in het laagst liggende deel van het dal is bemonsterd. Op een plaats worden onverwacht wel hoge Ortho-P waardes gevonden (6,3 $\mu\text{mol/l}$). Sulfaatwaardes lager dan 30 $\mu\text{mol/l}$ duiden hier verder op een toestroom van zeer schoon grondwater. In de hogere flank zijn de waardes van voorgenoemde vervuilingsindicatoren (licht) verhoogd. De Boktse Loop en Dommel zijn tijdens de bemonstering sterker verontreinigd met o.a. sulfaat (> 300 $\mu\text{mol/l}$) en anorganisch stikstof (respectievelijk 50 en 180 $\mu\text{mol/l}$).



Figuur 4.104: Sulfaat (boven) en Ortho-P (beneden).

EGV en pH

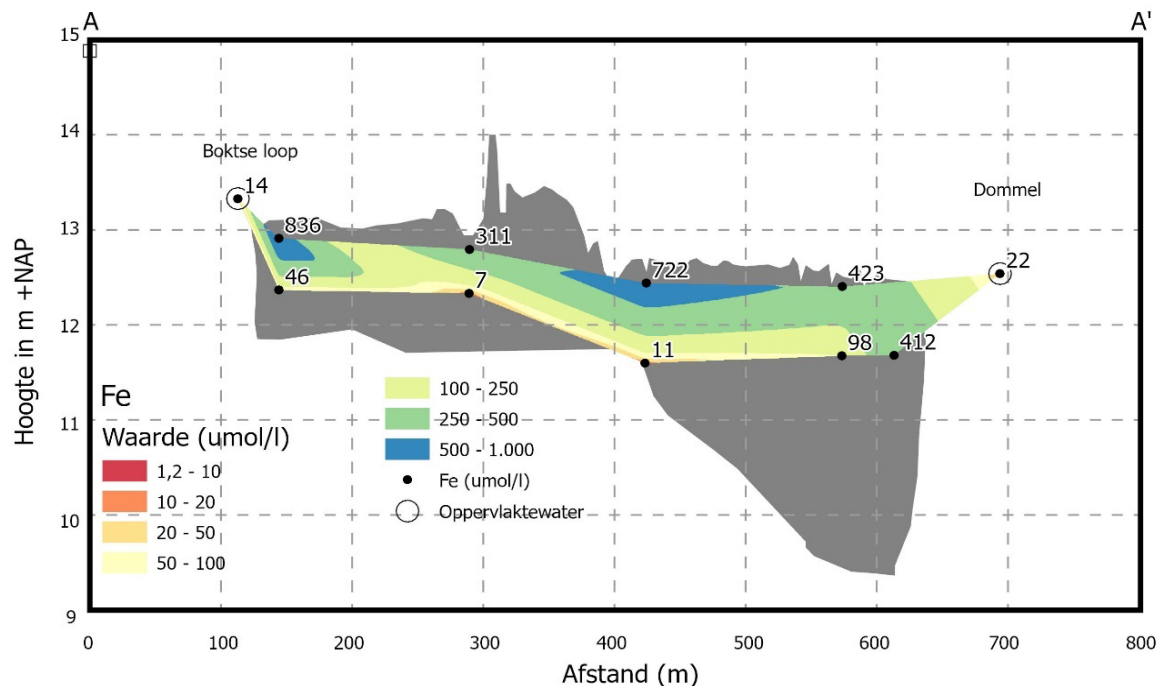
De verschillen in pH zijn gering. De pH van het grondwater is nagenoeg neutraal en ligt doorgaans rond de 6,7, met midden op de flank een hogere waarde van 7,2. Enkel in de top van de hogere flank is de pH aanzienlijk lager (5,1). De EGV heeft nagenoeg overal waarden die kenmerkend zijn voor lithoclien grondwater (ca. 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$), enkel in de top op de flank zijn de EGV-waarden verhoogd (400-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dat laatste duidt op vervuiling onder invloed van bemestingen, dit gaat in dit gebied waar regenwater infiltreert samen met een lage pH.



Figuur 4.105: pH (boven) en EGV (beneden).

IJzer

De ijzerconcentratie is laag in het oppervlaktewater net als het grondwater in de flank (<50 µmol/l). In nagenoeg het gehele dal bezit de bovenste bodem hogere ijzerconcentraties (>250 µmol/l). Dicht bij de Dommel is het grondwater op grotere diepte ook ijzerrijk (>400 µmol/l), verder van de Dommel af is dit water ijzerarm (7-46 µmol/l).



Figuur 4.106: IJzer.

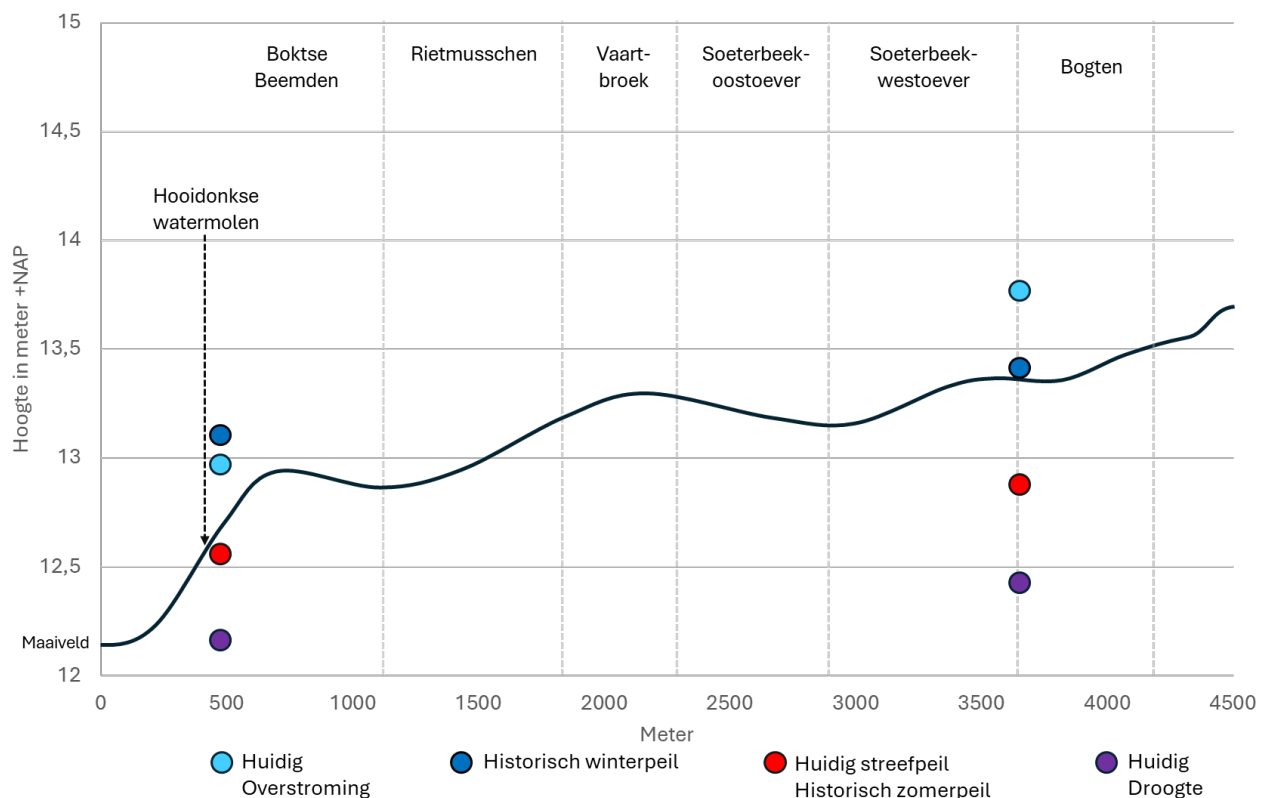
Interpretatie

In de Boktse Beemden stroomt in een smalle strook dicht tegen de Dommel aan schoon, zeer basen-, bicarbonaat- en ijzerrijk grondwater toe vanaf grotere diepte. Verder van de Dommel af ligt een brede zone met schoon, basen- en bicarbonaatrijk, maar ijzerarm grondwater. Vanaf de flank stroomt vervolgens licht vervuild, basenrijk en ijzerarm grondwater toe. Het gaat om lokaal grondwater, dat op de flank en verder helling opwaarts is geïnfilteerd, zoals blijkt uit de lage(re) bicarbonaatconcentraties op de hogere flank: het jonge grondwater moet eerst in contact komen met organische stof in de bodem voordat er bicarbonaat kan ontstaan. In de toplaag vindt accumulatie van ijzer – een gevolg van oppervlakkige drainage – en lokaal ook calcium plaats. Het ondiepe grondwater in de hoge flank is zoals gezegd niet zo bicarbonaatrijk, maar wel calciumrijk, en heeft voor een inzijsgebied een hoge pH (5,5), een duidelijk verhoogde EGV, verhoogde calciumgehalten en de hoogste ortho-P gehalten, wat allemaal duidt op door landbouw beïnvloed regenwater.

De gradiënt in grondwaterkwaliteit in de Boktse Beemden komt in hoofdlijnen overeen met die in de Urkhovense Zeggen (zie paragraaf 4.3.3.2 op pagina 106) al is het grondwater in de Boktse Beemden basenrijker en kent het over een groter deel van de gradiënt lage(re) waardes voor vervuiling indicators, vooral voor sulfaat. Deze gradiënt is waarschijnlijk representatief voor vergelijkbare gebieden in andere delen van het watermolenlandschap van de Hooijdonkse watermolen.

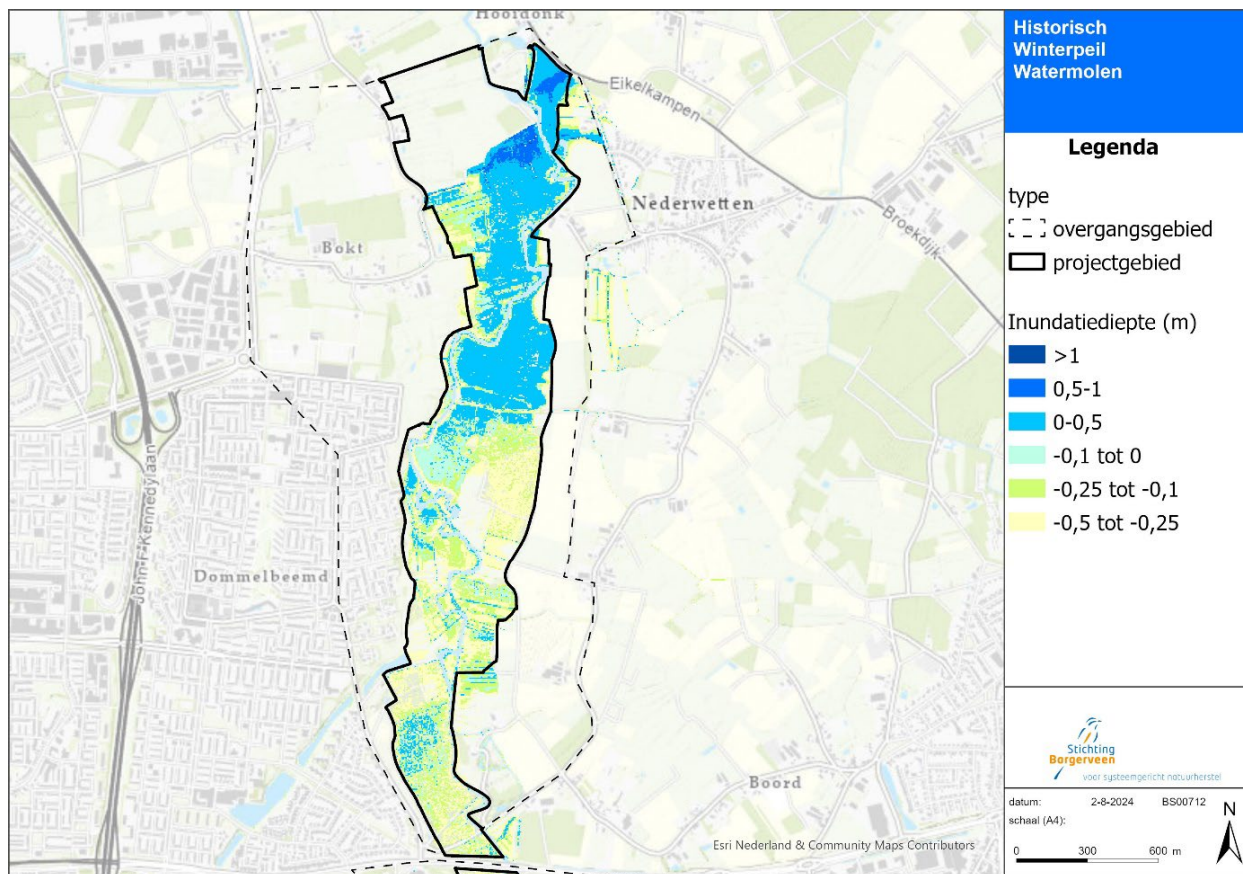
4.4.4 Oppervlaktewatersysteem

4.4.4.1 Hoofdontwatering

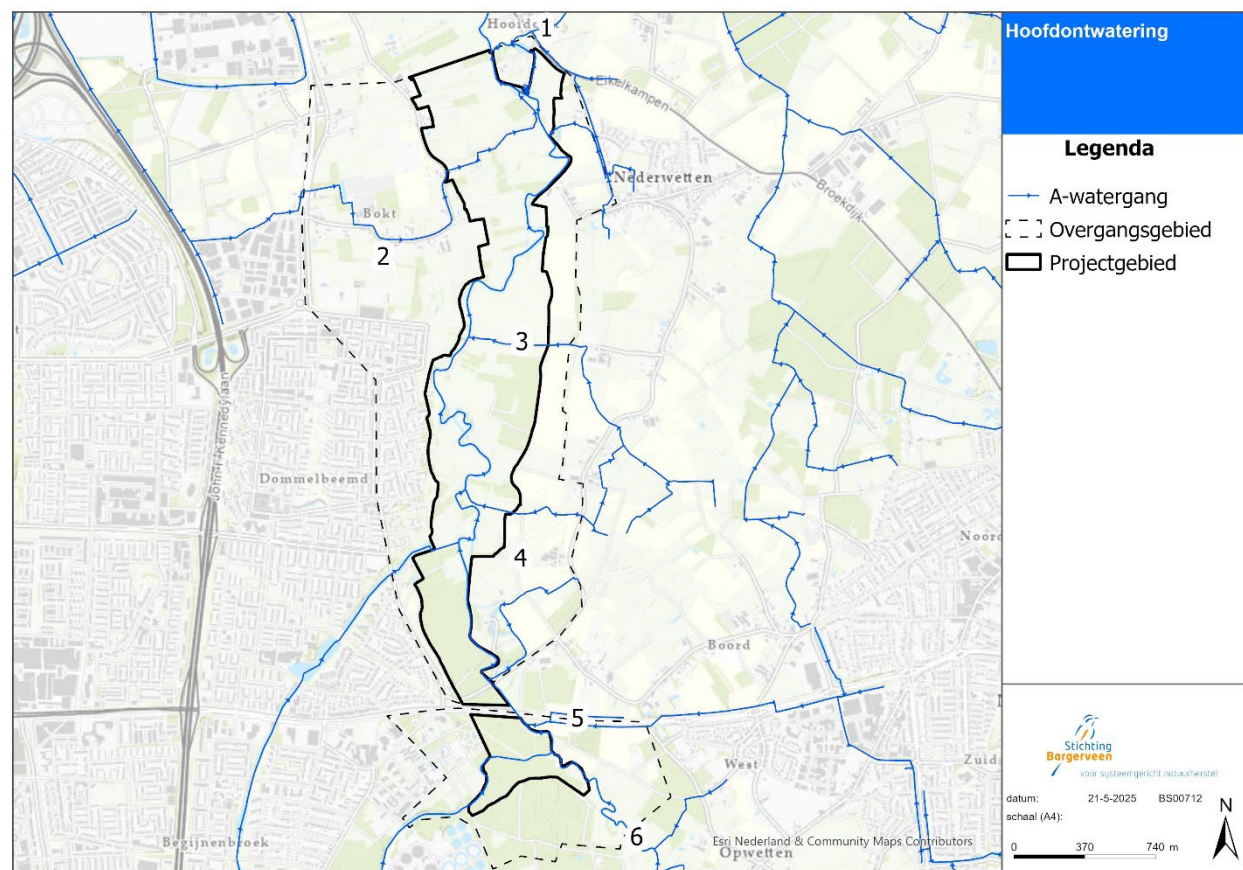


Figuur 4.107: Schematisch overzicht van oppervlaktewaterpeilen in watermolenlandschap Hooijdonkse Watermolen. Met maaiveld (golvende zwarte lijn) van de laagste delen van het dal. Punten voor belangrijke oppervlaktewaterpeilen zijn getekend op basis van meetgegevens van Waterschap de Dommel (2023) bij de Hooijdonkse watermolen en de Sterrenlaan (tussen Soeterbeek-westoever en De Bogten). Historische watermolenpeilen uit Deckers (1927) en onder gelijk verval als het huidige streefpeil weergegeven.

De belangrijkste waterloop in het gebied is de Dommel, die gestuwd wordt door de Hooijdonkse watermolen. Het jaarronde streefpeil van deze watermolen is tegenwoordig 12,6 m +NAP. Bij de molen zijn een vistrap en kleine elektriciteitscentrale aanwezig, waardoor het peil 's zomers geregeld onder het streefpeil zakt (Waterschap de Dommel, 2023). Dit zorgt voor een grotere jaarlijkse peilfluctuatie dan in het verleden gebruikelijk was. De historische stuwpeilen waren 13,11 (winter) en 12,61 (zomer) m +NAP (Deckers, 1927). Historisch gezien trad er hierdoor vooral in het natte seizoen inundatie op van het beekdal tot aan de samenvloeiing van Dommel en Kleine Dommel in Eckart-De Bogten; grote delen waren tot 50 cm geïnundeerd, vooral de Boktse Beemden, de Rietmusschen en Soeterbeek (Figuur 4.109). In de zomer zorgde het 60 cm lagere zomerpeil ervoor dat percelen een drooglegging van enkele decimeters kende, wat gebruik als hooi- en weiland mogelijk maakte. Kanttekening hierbij is dat het gaat om inundatie/drooglegging ten opzichte van actueel maaiveld, dat op plekken met veen waarschijnlijk vele decimeters lager is dan het vroegere maaiveld door klink en oxidatie van het veen. Het geïnundeerde oppervlak en de inundatiediepte zullen vroeger anders zijn geweest.



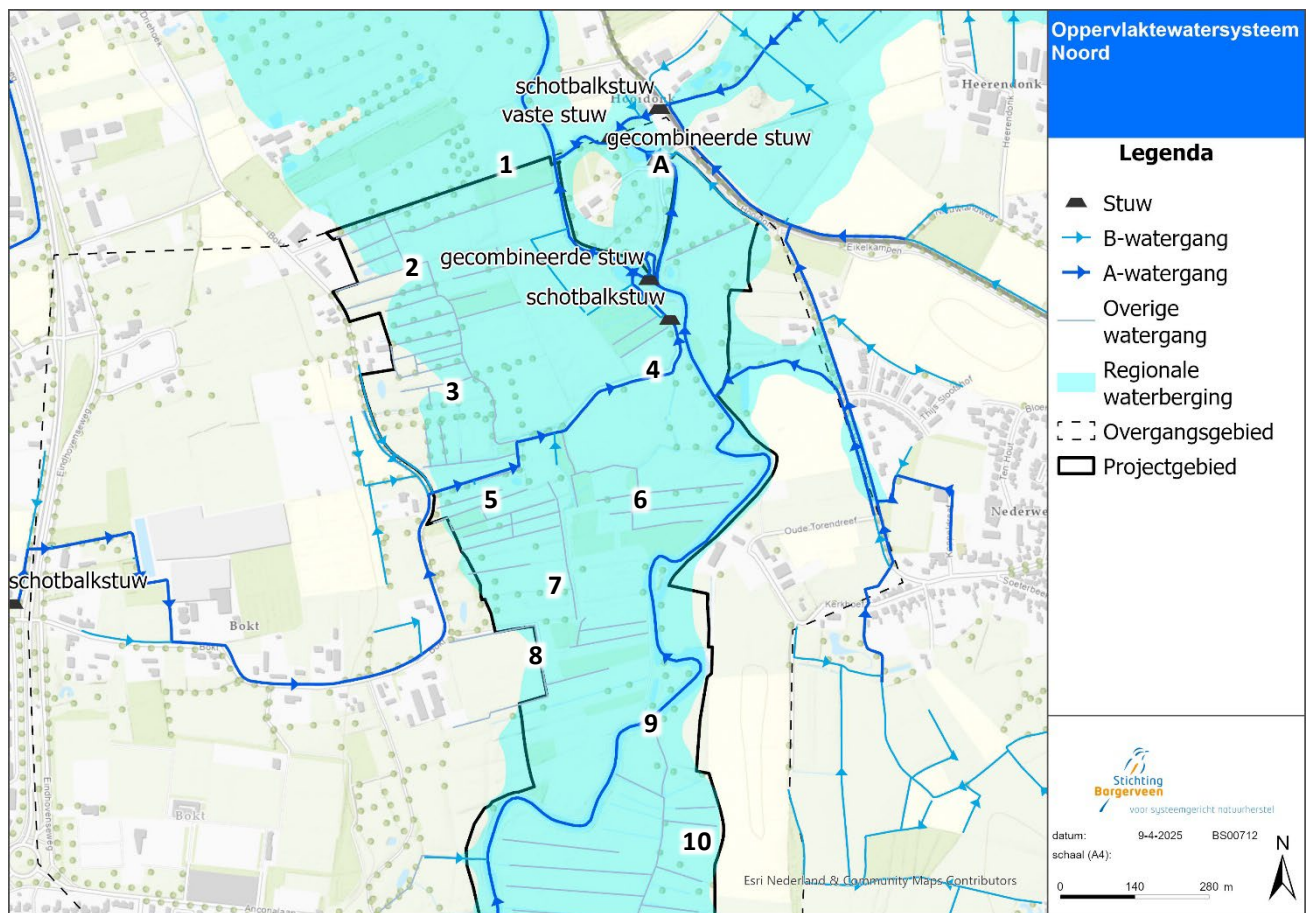
Figuur 4.109: Historische winterinundatie Hooijdonkse Watermolen (niet gecorrigeerd voor verval).



Figuur 4.108: Hoofdontwatering Watermolenlandschap Hooijdonk (Waterschap de Dommel, 2025). 1) Hooijdonkse Beek, 2) Boktse Loop, 3) DL80, 4) Waterlopen bij Soeterbeek, 5) DL64, 6) Kleine Dommel.

Vanaf de Hooijdonkse watermolen tot de samenvloeiing van Dommel en Kleine Dommel takken verschillende A-watgangen aan op de Dommel (Figuur 4.108), bodemhoogtes in onderstaande tekst komen uit de legger van Waterschap de Dommel (2025). De Hooijdonkse Beek (1) ontwatert het laaggelegen gebied noordelijk van Nuenen en loopt parallel aan de Dommel in noordelijke richting. De bodem van deze waterloop ligt oostelijk van Nederwetten op 12,30 m +NAP en deze mondt direct benedenstrooms van de Hooijdonkse watermolen uit op de Dommel, waar het water gestuwd wordt tot minimaal 11,4 m +NAP. De Boktse Loop (2) stroomt vanaf de A50 langs Bokt en vervolgens langs de Broekdijk het sluiswiel in. Ter hoogte van de Eindhovenseweg ligt de bodem op 14,06 m +NAP, bij de bocht naar het noorden op 12,96 m +NAP. Na de haakse bocht in het beekdal loopt de bodem verder af van 11,97 m +NAP bij de instroom tot 10,78 m +NAP net voor de monding, waar een stuw aanwezig is met een peil van 11,99 m +NAP. Aan de oostzijde van de Dommel mondt in de Rietmusschen waterloop DL80 (3) uit, met een slootbodem op ca. 12,10 m +NAP. In het laagste gedeelte van het bovenstroomse afwateringsgebied ligt het maaiveld op circa 13,7 m +NAP, met daar een slootbodem van 12,80 m +NAP. Verder zuidelijk, tussen de Rietmusschen en Soeterbeek, liggen nog drie kleinere waterlopen (4) met bodemhoogtes tussen 12,10 en 12,20 m +NAP, die net als de voorgaande waterloop het beekdal oost-west doorsnijden. Ter hoogte van de Sterrenlaan/Europalaan mondt een waterloop (5) met bodem op 12,5 m +NAP uit op de Dommel; deze wordt hier gestuwd met een vaste stuw tot 14,3 m +NAP en ontwatert het gebied van Nuenen (DL64). Geheel zuidelijk voegt de Kleine Dommel (6) zich bij de Dommel net zuidelijk van de Sterrenlaan.

4.4.4.2 Oppervlaktewaterstelsel deelgebieden



Figuur 4.110: Detailontwatering binnen het projectgebied. Belangrijke aanvoersloten van buiten het projectgebied zijn buiten de grens doorgetrokken. 'A' indiceert locatie watermolen (gecombineerde stuw). 1) Waterloop die het noordelijk deel van de Bokkse Beemden afwaterd naar de Dommel, 2) Diepe waterlopen in noordelijk agrarisch deel, 3) Grotendeels verondiepte detailontwatering, 4) Bokkse Loop, ontvangt water uit nat gebied en ontwatering bij 6, 5) Waterloop die via duiker onder Broekdijk naar Bokkse Loop stroomt, 6) Verondiepte ontwatering met nog enkele diepe geulen, 7) Greppel naast verhoogd voetpad met gestagneerd water, 8) Waterloop van hobbywei naar beekdal, 9) Afdamde sloten in Rietmusschen, 10) Bronzone aan voet van Heuvelakkers.

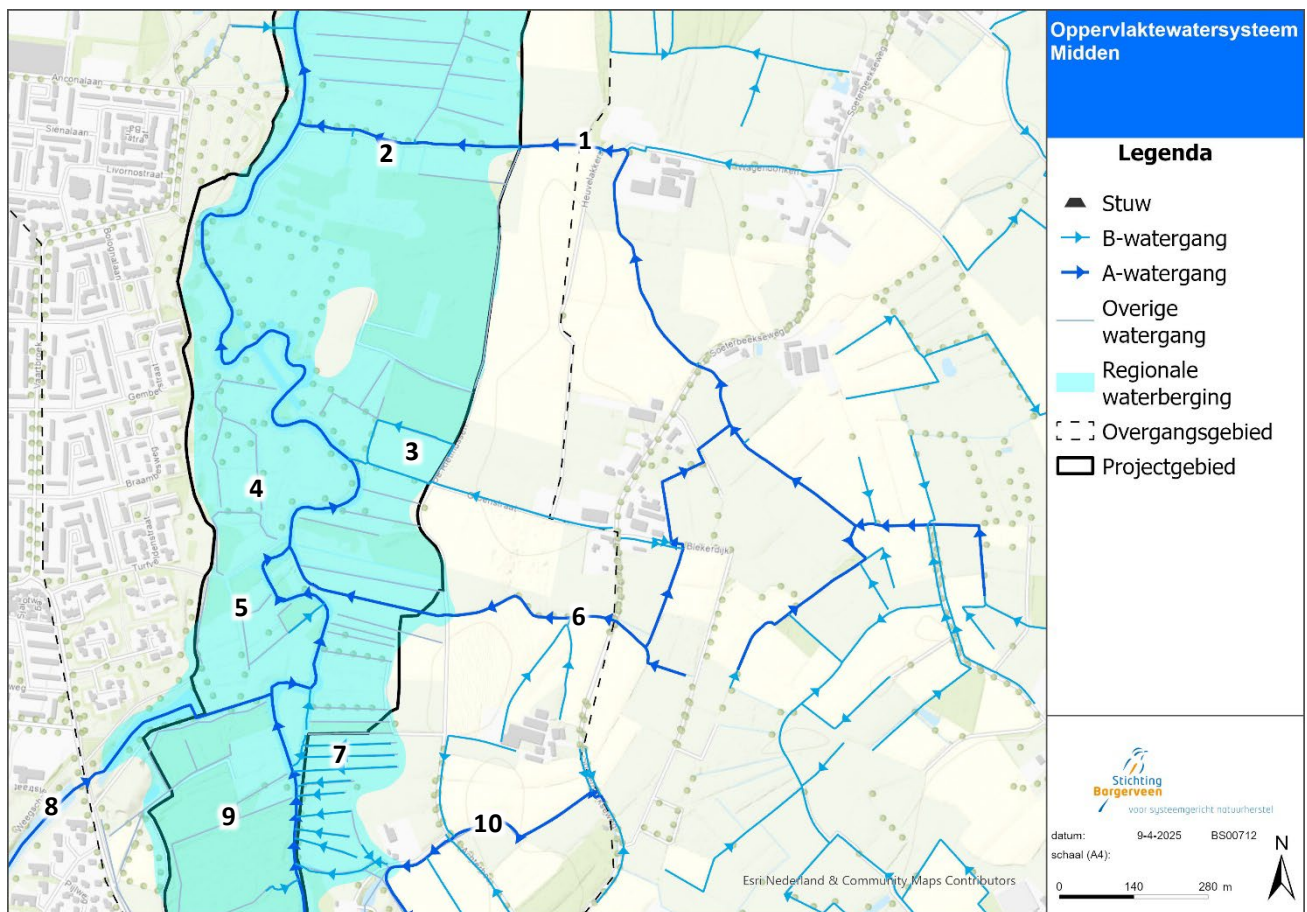
Bokkse beemden en Rietmusschen-Noord

In de Bokkse beemden ligt veel detailontwatering. In het noordelijk agrarisch deel, liggen bij 2 (Figuur 4.110) diepe waterlopen tussen de percelen. Deze kunnen via 1 rechtstreeks op de Dommel, benedenstrooms van de molenstuw, afwateren. Bij 3 ligt grotendeels verondiepte detailontwatering. De Bokkse Loop (4), ontvangt water vanuit het zeer natte gebied tussen 4 en 6 en de detailontwatering bij 6. Ook bij 5 kan water naar de Bokkse Loop stromen via een duiker onder de Broekdijk. De ontwatering bij 5 en 6 is al sterk verondiept, maar er zijn nog altijd enkele decimeter diepe geulen herkenbaar die grondwater voeren in natte perioden. Bij 7 loopt een greppel naast een verhoogd voetpad, het water dat vanuit de flank komt stagneert tegen dit pad en aanwezige kleine duikers zitten vaak verstopt. Bij 8 loopt een waterloop die een hobbywei ontwaterd het beekdal in.

In het noordelijk deel van de Rietmusschen zijn alle sloten afdamd, die bij 9 op de Dommel zouden afwateren. Ze zijn echter niet gedempt, en in het gebied liggen veel vrij diepe sloten die de natuurlijke afstroming verstoren. Aan de voet van de Heuvelakkers ligt een bronzone (10). Het gehele gebied is langdurig nat en in het winterhalfjaar treden op grote schaal inundaties op met grond- en oppervlaktewater. Dit water stroomt enkel over de oeverwal de Dommel in bij zeer hoge standen. Een deel van de Heuvelakkers oostelijk van dit gebied zijn in eigendom van Staatsbosbeheer en

worden als extensief hooiland beheerd. Het noordelijk deel is echter nog als bouwland in gebruik, waardoor in de winter veel afspoeling van water en grond richting het gebied plaatsvindt.

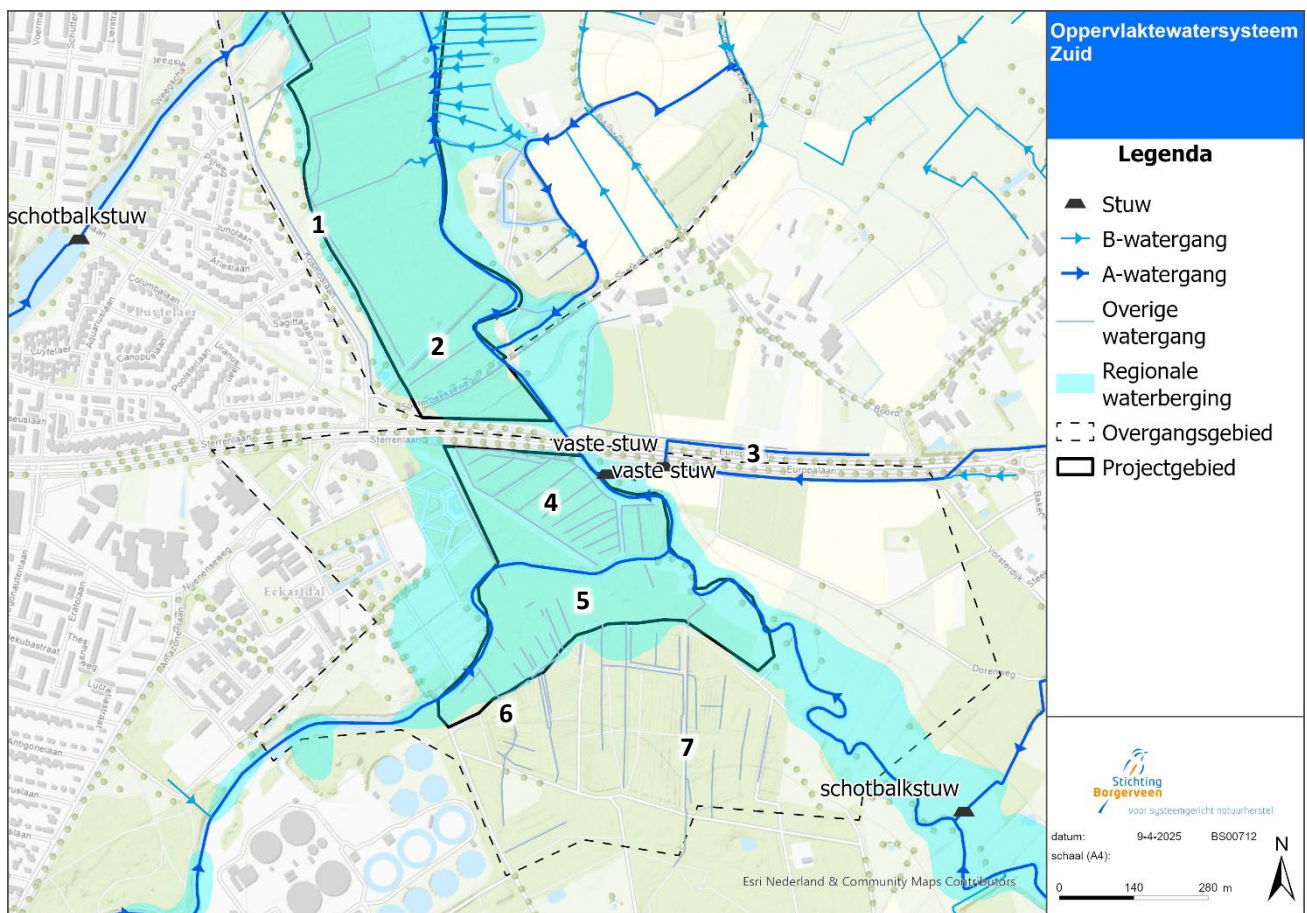
Vaartbroeken Rietmusschen-Zuid



Figuur 4.111: Detailontwatering binnen het projectgebied. Belangrijke aanvoersloten van buiten het projectgebied zijn buiten de grens doorgetrokken. 1) Sloop DL80, voert water haaks op het beekdal naar Dommel, 2) Duiker onder schouwpad voor afwatering naar DL80, 3) Landbouwperceel met diepe sloten direct op Dommel, 4) Westelijke waterlopen recent verondiept/afgedamd, 5) Westelijke waterlopen recent verondiept/afgedamd, 6) Sloop die akkers oostelijk van het dal doorsnijdt, 7) Waterlopen tussen graslandpercelen, 8) Oude Gracht mondt uit in beekdal, 9) Waterlopen die natte bossen ontwateren en vrij op Dommel afwateren, 10) Sloop die akkers oostelijk van het dal doorsnijdt.

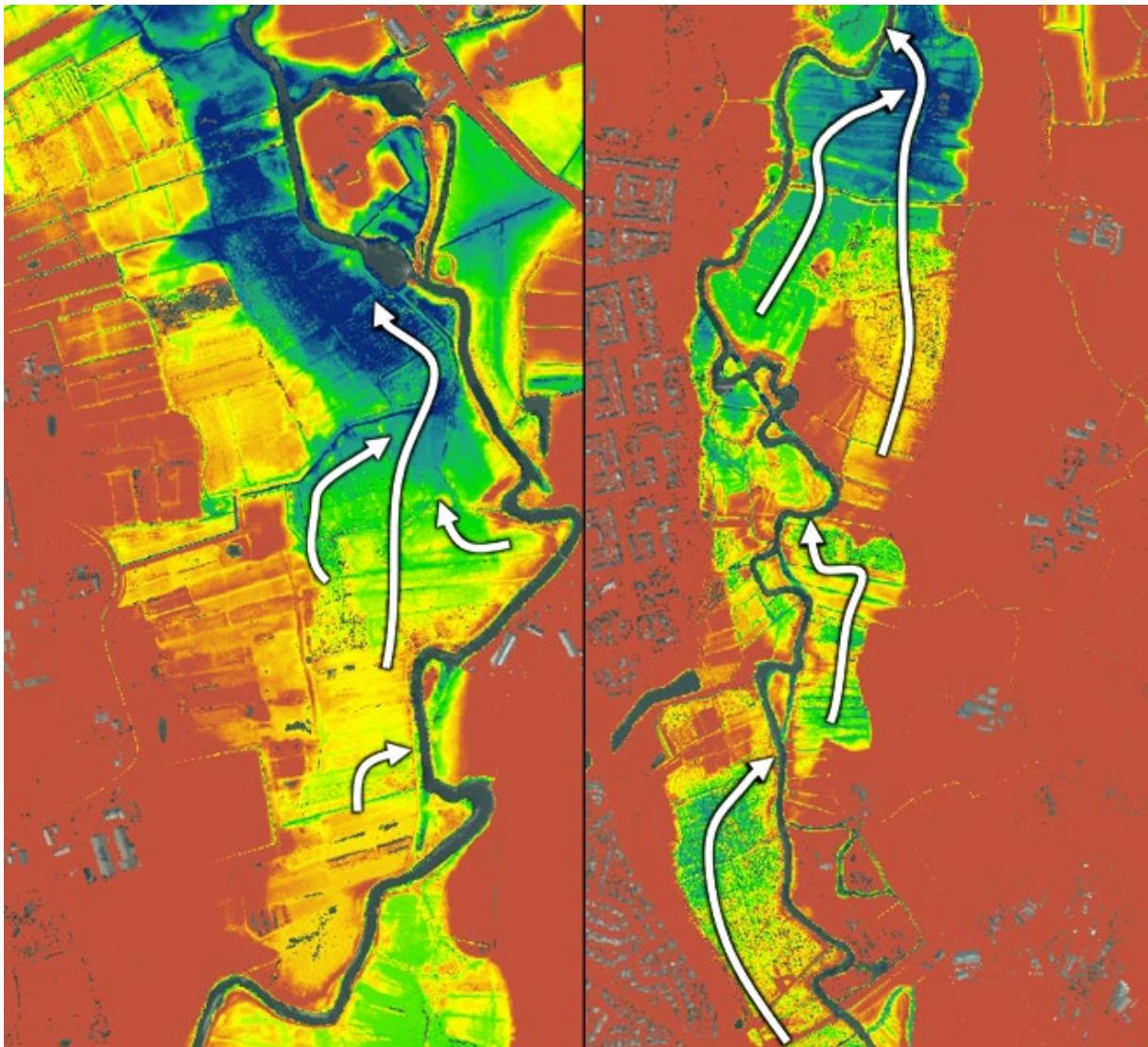
In het zuidelijke deel van de Rietmusschen is relatief weinig ontwatering aanwezig. Bij 1 ligt een sloot (DL80), welke vanuit het oostenwater aanvoert en dit water haaks op het Dommeldal afvoert. Bij 2 ligt een duiker onder het schouwpad voor de afwatering naar deze waterloop. Oostelijk daarvan, op de projectgebiedsgrens, ligt een slootje parallel aan de Heuvelakkers, die hier als intensieve landbouw in gebruik zijn. Bij 3 ligt een landbouwperceel in het beekdal, dat met diepe sloten direct op de Dommel afwatert, op dit afwateringsstelsel takken nog wat sloten aan, waaronder een sloot die door de Heuvelakkers snijdt. Bij 6 en 10 liggen ook sloten die door de akkers oostelijk van het dal snijden. Tussen deze sloten liggen nog graslandpercelen in een laaggelegen gebied waartussen op veel plekken, zoals bij 7, waterlopen aanwezig zijn die direct op de Dommel kunnen afwateren.

Aan de westkant van de Dommel liggen bij 4 en 5 waterlopen die recent verondiept of afgedamd zijn om het Vaartbroek hydrologisch te herstellen. Bij 8 stroomt de Oude Gracht uit in het beekdal. Bij 9 liggen diverse waterlopen die de natte bossen hier ontwateren en vrij op de Dommel afwateren



Figuur 4.112: Detailontwatering binnen het projectgebied. Belangrijke aanvoersloten van buiten het projectgebied zijn buiten de grens doorgetrokken. 1) Randsloot die vrij naar Dommel afstroomt, 2) Sloten die vrij op Dommel afwateren, 3) Gestuwde sloten tot 14,28 m +NAP, 4) Vrij diepe sloten in wilgen- en populierenbos 5) Verbost gebied met geul- en oeverwalpatronen en detailontwatering, 6) Diepe sloot in natuurlijke dalvorm, 7) Sloot die hooggelegen laagte afwatert en water uit rabatstelsels ontvangt.

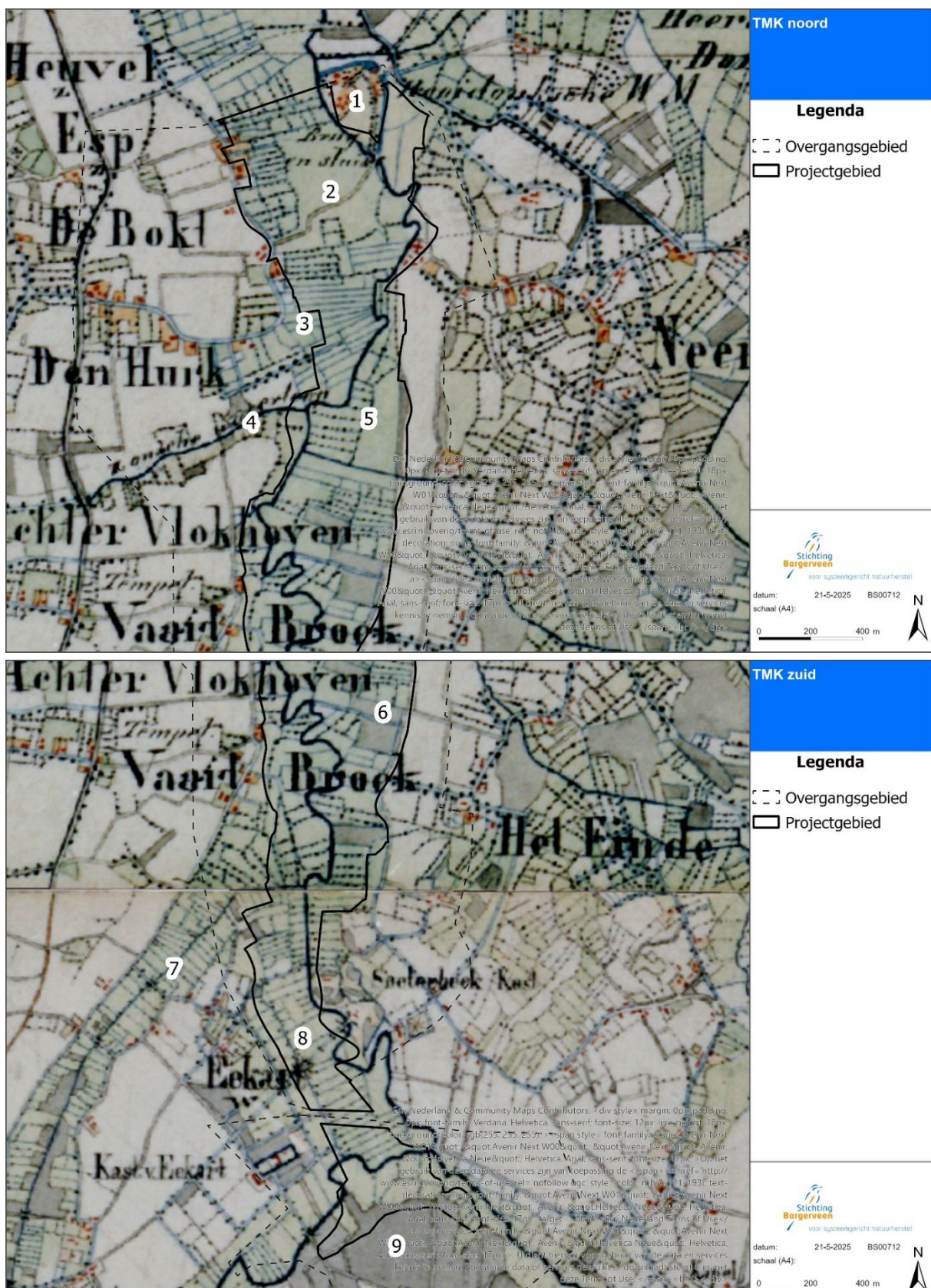
In het bosgebied bij Soeterbeek loopt bij 1 een randsloot die net noordelijk van 1 vrij richting de Dommel afstroomt. Ook bij 2 liggen nog enkele sloten die vrij op de Dommel afwateren. Bij 3 liggen sloten die gestuwd worden tot 14,28 m +NAP en daarna op de Dommel afwateren. Zuidelijk van de Sterrenlaan bevindt zich een gebied met populieren en wilgenbos met daarin vrij diepe sloten (4). Bij 5 ligt een gebied dat verbost is en waarin patronen van geulen en oeverwallen te herkennen zijn, er ligt hier en daar wat detailontwatering die deze structuren doorsnijdt, ook richting de flank ligt vrij veel detailontwatering. Bij 6 ligt een diepe sloot die in een natuurlijke dalvorm gegraven is en dit dal ontwaterd. Bij 7 ligt een sloot die een hooggelegen laagte afwatert net zuidelijk van de begrenzing van het overgangsgebied. Daarna snijdt deze door de flank en takken er rabatstelsels op aan. In het gebied rond 6 en 7 liggen veel sloten (waarvan die bij 7 de belangrijkste is) die haaks op de hoogtelijnen water vanuit de rabatsystemen afvoeren richting het beekdal.



Figuur 4.113: De natuurlijke afstromingspatronen van oppervlaktewater in de Boktse beemden (links) en Vaartbroek/Rietmusschen (rechts). Te zien is dat deze veelal parallel aan de Dommel lopen en dat huidige sloten hier vaak haaks op staan gegraven.

Bovenstaande paragrafen laten zien hoe het oppervlaktewatersysteem door de mens is vormgegeven. Wanneer we naar het maaiveldverloop kijken en dit systeem buiten beschouwing laten blijkt hoe de natuurlijke afwatering zou verlopen. Op veel plaatsen stroomt het water door de komvormige laagtes verder van de oeverwal af parallel aan de Dommel in plaats van haaks op de Dommel. Sloten die wel haaks op de Dommel staan doorsnijden dus deze natuurlijke maaiveldvolgende afstromingspatronen.

4.4.5 Een blik op het verleden



Figuur 4.114: TMK (1850), rest bijschrift zie volgende pagina

1) Hooijdonkse Watermolen 2) Boktse Beemden: groot gemeenschappelijk weiland, 3) Kleinschalig verkaveld deel van het dal met sloten als perceelscheiding, 4) Zonsche waterloop, 5) Noordelijk deel Rietmusschen, groot privéperceel, 6) Oostelijk deel Rietmusschen: enkele hakhoutpercelen, 7) Oude Gracht, 8) Zuidelijke flank: kastelen Soeterbeek en Eckart met brug, 9) natte weilanden, 9) Wig tussen Kleine Dommel en Dommel: hakhout en heide.

De ontstaansgeschiedenis van het veen en de invloed van de in de Middeleeuwen gebouwde Hooijdonkse Watermolen zijn al besproken (respectievelijk 4.4.2.1 en 4.4.4.1), hier worden de laatste twee eeuwen besproken.

Situatie 19e eeuw

Tot de 20e eeuw bestond het Dommeldal bovenstrooms van de Hooijdonkse Watermolen (1) grotendeels uit hooi- en weilanden, met slechts enkele hakhoutpercelen in het oostelijk deel van de Rietmusschen (6) en bij het huidige Wandelpark Eckart (9). De Oude Gracht (7) en de gebieden rond Kasteel Soeterbeek (8) bestonden uit weiland, terwijl natte delen (moerassen) weinig verkaveling kenden. Bij de Boktse Beemden lag een groot gemeenschappelijk weiland (2) en in het noordelijk deel van de Rietmusschen een groot privéweiland (5); de rest van het dal was kleinschalig verkaveld (3) met sloten als perceelscheiding. Hakhoutpercelen waren productief (1e klasse), hooi- en weilanden varieerden van redelijk tot slechte kwaliteit (2e–4e klasse).

Op de zuidelijke flank bevonden zich de kastelen Soeterbeek en Eckart, met daartussen de enige brug in dit deel van de Dommel. De wig tussen Kleine Dommel en Dommel was het enige deel van de flank dat als hakhout en heide in gebruik was; de rest bestond uit bouwlanden. Op de hoge westflank lagen akkercomplexen en gehuchten (Esp, Bokt, Vlokhoven, Stoutheuvel), met de Zonsche waterloop die net zuidelijk van Bokt in de Dommel uitmondde (4). De lagere, nattere oostflank omvatte Nederwetten, boerderijen op donken met verkavelde bouw- en hooilanden, en het Nuenens Broek, dat parallel aan de Dommel door de Hooijdonkse Beek ontwaterd werd, net benedenstrooms van de Hooijdonkse watermolen.

Veranderingen in de 20e en 21e eeuw

In de eerste helft van de 20e eeuw raakte sommige stukken door achterstallig beheer verbost (topoptijdreis.nl) en sommige delen werden doelmatig bebost, met name rondom Soeterbeek. De eerste (populieren)bebossingen, die aan de westflank tegenover Kasteel Soeterbeek, stammen uit de jaren '20. In de jaren '60 raakte langzaam het gehele gebied tussen Kasteel Eckart en het Vaartbroek bebost. In de Rietmusschen en Boktse Beemden nam de hoeveelheid bos slechts met enkele kleine percelen toe. In de tweede helft van de 20e eeuw vond een grote omslag plaats; na een korte intensivering van het agrarisch gebruik werd het gebied deel voor deel van landbouwgebied tot natuurgebied omgevormd. Hierbij is de Dommel een belangrijke scheiding geweest. In de jaren '70 werd de westoever bij de gemeente Eindhoven gevoegd. De gemeente is toen actief gronden gaan verwerven om tot een samenhangend beheer van het Vaartbroek en de Boktse Beemden te komen. Rondom de kastelen is het land in privébezit gebleven. Vanaf 1986 worden de Boktse Beemden beheerd als natuurgebied, bij de inrichting hiervoor zijn enkele grote sloten gegraven. Daarna werd het nog licht bemest en beweid met jongvee, wat later overging in extensieve begrazing zonder bemesting. Aan de oostzijde van de Dommel heeft geen aankoop door gemeentes plaatsgevonden. Hier is Staatsbosbeheer nu de voornaamste grondbezitter in met name de Rietmusschen, wat eind 20e eeuw ook daar tot een omschakeling van landbouw naar natuurbeheer heeft geleid. In Figuur 4.115 is te zien hoe er in 1980 akkers lagen op de zandige donk en hoe grote delen van de Rietmusschen nog als (intensief agrarisch) hooi/weiland voor o.a. rundvee in gebruik was. Het landgebruik in het Vaartbroek (op de voorgrond rechts) ziet er ook dan al extensiever uit dan in de Rietmusschen.

In laatste twee decennia is een start gemaakt met het vernatten van het beekdal ten behoeve van de natuurwaarden. Hiertoe zijn in vrijwel elk gebied sloten gedempt of afgedamd. Dit heeft in sommige delen tot een sterke vernatting geleid, waarbij hooilanden die zeer lang nat blijven langzaam richting grotezeggemoerassen beginnen te ontwikkelen. Ook zijn er in 2015 in de Rietmusschen door Waterschap de Dommel langs de Dommel kades aangelegd om de overstromingsinvloed te beperken.



Figuur 4.115: Blik op Vaartbroek, Rietmusschen en zuidelijkste deel Boktse Beemden ©Eindhoveninbeeld

4.4.6 Historische en actuele vegetatie

De vegetatie wordt per deelgebied besproken. Aan het eind is een tabel (Tabel 8) toegevoegd met het voorkomen van een aantal zeldzame of indicatieve plantensoorten in verschillende tijdsperioden om de verschillen tussen de gebieden en de historische context in één overzicht weer te geven.

4.4.6.1 Boktse Beemden

Van Bokt zijn inventarisatiegegevens uit verschillende perioden bekend. Deze zijn door Van der Burg et al. (2013) verzameld en geïnterpreteerd. In Tabel 8 staat welke bijzondere soorten waargenomen zijn vanaf 1900. Veel soorten zijn verdwenen, maar er komen nu nog diverse bijzondere soorten voor die de Boktse Beemden botanisch waardevol maken. Dit geldt vooral voor de zeer zeldzame Paardenhaarzegge, een soort van alkalische laagvenen, en de Lange ereprijs, een soort van beek- en rivierbegeleidende vochtige ruigten.

Tegenwoordig vinden we in de Boktse beemden verschillende vegetatietypen (Versluijs et al., 2020). Ze geven informatie over de lokale hydrologie. Allereerst zijn er de vegetaties die onder invloed staan van kwel van basenrijk grondwater of frequente overstromingen met basenrijk grondwater (pH 5,5 tot 7,5). In deze vegetaties groeien soorten met een optimum in de Dotterbloemhooilanden, zoals Gewone Dotterbloem, Holpijp, Bosbies, Scherpe zegge en Tweerijige zegge en ze zijn te vinden in de laagste delen van het beekdal. Ook op de flanken groeien deze soorten, maar daar zijn ze beperkt tot de sloten die het grondwater draineren. Hoger in het beekdal, in de zone waar zuurder grondwater of regenwater een sterkere invloed heeft en water lateraal richting het dal stroomt, groeien soorten als Egelboterbloem, Snavelzegge, Wateraardbei en Veldrus. De zeldzame Paardenhaarzegge groeit op de overgang tussen de beide grondwatertypen, op goed gebufferde, permanent natte plaatsen. Dan zijn er nog plekken die door extensieve begrazing (in plaats van maai- en afvoerbeheer), of de verdroging en vermessing van delen van het gebied, verruigen. Op deze plaatsen zijn Grote brandnetel, Harig wilgenroosje en Pitrus indicatoren voor eutrofiëring. Rietgras en Ruwe smeile zijn indicatoren voor sterke grondwaterstandsfluctuaties. Op de oeverwallen van de Dommel en op heel dunne zandpakketten boven de Brabantse Leem is dat eigen aan het grondwaterregime, elders duidt

het op verdroogde situaties. Verruiging vindt vooral plaats op de in het verleden opgehoogde gronden en de plaatsen die een sterke ontwatering kennen, waardoor het veen afbreekt en opgeslagen voedingsstoffen vrijkomen.

4.4.6.2 Rietmusschen

De historische waarnemingen van Moerasstreekzaad, Moeraswespenorchis, Breed wollegras, Geelhartje, Grote Keveorchis, Slanke sleutelbloem (nog sporadisch aanwezig) en Blauwe knoop tonen de vroegere, zeer hoge, floristische waarde van het gebied (Spronk et al., 2005). Veel van de soorten zijn kenmerkend voor alkalische laagvenen en voor grondwatergevoede beekbegeleidende bossen (Moerasstreekzaad, Grote Keveorchis, Slanke sleutelbloem). Alle soorten zijn kenmerkend voor (permanent) natte, zwakzure tot neutrale, oligo- tot mesotrofe omstandigheden.

De tegenwoordige vegetatiepatronen zijn vergelijkbaar met die in de Boktse beemden. (Raemakers & Faasen, 2016). De begroeiing bestaat vooral uit natte graslanden, ruigten en broekbossen. De natte graslanden worden deels begraasd, deels gehooïd. Begrazing vindt vooral in het noordelijke deel plaats. Deze begrazing is extensief waardoor zich naast soortenarme overstromingsgraslanden op uitgebreide schaal strooiselruigten en rietklasse-vegetaties ontwikkeld hebben. Op de natste plekken zijn grote zeggevegetaties van vooral Scherpe zegge te vinden. Hier en daar gaat het om vegetaties uit de Riet-klasse met Holpijp en/of Snavelzegge. De vochtige graslanden hoger op de flank van de beekdalhelling en langs de Dommel zelf zijn begroeïd met soorten als Pitrus, Liesgras, Fioringras, Ruw beemdgras, Grote kattenstaart, Koninginnenkruid en Rietgras. Hier en daar komen soorten van meer mesotrofe omstandigheden voor als Ruw walstro, Waterkruiskruid, Kamgras, Elzenzegge, Blaaszegge en Echte koekoeksbloem. Tegen de flank aan treedt Veldrus als indicator voor laterale grondwaterstroming plaatselijk op de voorgrond.

In het zuidelijke deel worden de graslanden voor het grootste deel gehooïd. Ook hier zijn op de lage delen soortenarme overstromingsgraslanden te vinden, vaak met veel Mannagras, indicatief voor stagnant vermist regenwater. Daarnaast zijn er verspreid en nogal kleinschalig wat betere dotterbloemhooilanden en Riet-klasse vegetaties aanwezig. Lokaal zijn ook Scherpe zegge of Tweerijige zegge dominant. In de dotterbloemhooilanden groeien soorten als Gewone dotterbloem, Veldrus, Waterkruiskruid, Gevleugeld hertshooi, Moeraskartelblad, Schildereprijs, Ruw walstro, Echte koekoeksbloem en af en toe Grote ratelaar. Hier is ook een enkele Rietorchis aangetroffen. In de Riet-klasse vegetaties treden vooral Holpijp, Lidrus en Watermunt op de voorgrond.

Het zuidelijk deel van de Rietmusschen kent ook een behoorlijk oppervlak wilgenstruweel en broekbos. De ondergroei is vaak aan de eutrofe kant met Grote brandnetel en Braam, lokaal domineert Moeraszegge. Dit soort vegetaties ontstaan vaak plaatsen die vroeger basenrijker waren maar verdroogd zijn, Moeraszegge groeit hier op de minst sterk aangetaste plaatsen. In een houtwal bij de Rietmusschen is naast Bosgierstgras ook Slanke sleutelbloem en Bosandoorn aangetroffen, duidend op een oude bosgroeiplaats. In ruigtevegetaties op perceelsranden zijn op een paar plekken nog flinke groeiplaatsen van Lange ereprijs aanwezig. De groeiplaatsen lijken oud en duidelijke tekenen van verjonging zijn niet aangetroffen. Over het algemeen is van de oorspronkelijke beekdalvegetatie vrij weinig gespaard gebleven.

4.4.6.3 Vaartbroek en Soeterbeek

Van dit gebied zijn minder historische waarnemingen bekend van bijzondere soorten. Wel bijzonder is het voorkomen van Verspreidbladig goudveil bij Soeterbeek, de enige plaats in Noord-Brabant. De groeiplaats bestaat nog steeds maar is naar verluid wel in omvang afgenomen. De huidige vegetatie in dit gebied is beschreven in Versluijs et al. (2020).

In het noorden bevindt zich een hoger gelegen uitloopgebied. Net zuidelijk daarvan, op het smalste stukje van de westflank van het Dommeldal, bevindt zich een rietlandje. Dit is recent weer gemaaid, wat tot een uitbreiding van soorten als Grote ratelaar, een enkele Gewone dotterbloem, Moerasmuur en Echte koekoeksbloem heeft geleid.

Zuidelijker, waar het dal weer breder wordt vinden we graslanden op een oeverwallencomplex met lage oeverwalruggen en daartussen ondiepe laagten of kommen. De vegetatie is door deze afwisseling in bodem en het microreliëf ook afwisselend. Op de hogere gedeeltes gaat het om vochtig hooiland met Moeraszegge, Rood zwenkgras, Grote vossenstaart en hier en daar Lange ereprijs. Het grootste gedeelte van de laag-hoog overgangen wordt vooral gedomineerd door Gestreepte witbol, met hier en daar ook Veldrus waar een laterale grondwaterstroom aanwezig is. Op de lagere delen groeien soorten als Ruwe smele en Rietgras, die indiceren dat ook deze delen verdroogd zijn en doordat de waterstanden er sterk schommelen door regenwater worden beïnvloed. Over het algemeen worden de standplaatsen gekenmerkt door grote grondwaterstandsfluctuaties en een sterke gelaagdheid in waterkwaliteit. In de winter zijn deze standplaatsen nat en inunderen met grond-, regen- en/of beekwater, na de winter kunnen ze door ontwatering door de aanwezige diepe sloten behoorlijk uitdrogen. In deze diepe sloten die door de zandruggen snijden groeien kenmerkende plantensoorten die grondwaterinvloed laten zien, zoals Bosbies, Waterviolier en Holpijp. Nagenoeg al deze sloten zijn in de laatste jaren gedempt of afgedamd.

Zuidelijk hiervan liggen nog enkele graslanden met een gelijkmatigere bodemopbouw. Het meest westelijke perceel was een kamgrasweide, maar is in 2023 geplagd en de sloten zijn vervolgens gedempt. De sloten rond dit perceel draineerden ijzerrijk grondwater en er groeiden soorten die voor dit ijzerrijke en basenrijk grondwater kenmerkend zijn: Bosbies, Scherpe zegge en Holpijp. De verwachting is dat dit grasland zich nu kan ontwikkelen tot een dotterbloemhooiland. De oostelijke percelen bezitten meer variatie in begroeiing. De hogere delen zijn voedselrijker en worden gedomineerd door Grote vossenstaart. De lagere delen in het oosten ontwikkelen zich richting dotterbloemhooiland met kenmerkende soorten als Bosbies, Holpijp, Stijve zegge en Tweerijige zegge. Dezelfde soorten groeien ook op grotere schaal in de sloten.

In het bosgebied in het zuiden (Soeterbeek) is Gewone brandnetel dominant, wat duidt op sterk wisselende grondwaterstanden. Dit gebied ligt immers erg laag en is dus gevoelig voor overstromingen met slib- en voedselrijk Dommelwater, dat hier ook lang kan stagneren. In de zomer kan het gebied door de grote verdamping van de populierenbossen uitdrogen, met het vrijkomen van voedingsstoffen uit de veraarde veenbodems en dominantie van Grote brandnetel als gevolg. In de graslanden aan de noordzijde van het bos groeien hier en daar Moeraszegge, Scherpe zegge, Holpijp, Lidrus en Lange ereprijs. Deze combinatie van soorten duidt op zowel een grondwaterinvloed (basen- en ijzerrijk) als overstroming met voedselrijk en slibrijk beekwater. Over het algemeen valt ook voor dit deelgebied te concluderen dat veel standplaatsen verdroogd of verruigd zijn, met op grote schaal te sterk wisselende grondwaterstanden voor behoud dan wel herstel van karakteristieke beekdalvegetaties. Op enkele plekken bevinden zich nog beter ontwikkelde fragmenten van dotterbloemhooilanden.

4.4.6.4 De Bogten en Eckart

Er zijn diverse zeldzame soorten die vroeger in dit gebied voorkwamen (Tabel 8), met name het bos bij Eckart is bekend vanwege de vele bijzondere bossoorten. In de jaren '80 is na de aanleg van riolering een groeiplaats van Vlozegge en Gewone vleugeltjesbloem ontstaan. Tegenwoordig zijn de bossen in het beekdal ruig en relatief soortenarm, op plaatsen staan hier soorten als Elzenzegge,

Bittere veldkers Hoge cyperzegge, Bosbies, Holpijp en een enkele Gewone dotterbloem. Goed ontwikkelde hooilandvegetaties zijn nauwelijks aanwezig, met op enkele plekken Kruipend zenegroen en Zeegroene muur. Op de flank van het wandelpark Eckart groeien in het bos nog relatief veel voor de regio bijzondere bossoorten. Hier gaat het om Bosanemoon, Dalkruid en Gewone Salomonszegel. In de slootjes en laagtes staat lokaal veel Waterviolier en Dubbelloof.

Tabel 8: indicatieve en/of zeldzame plantensoorten in het watermolenlandschap van de Hooijdonkse watermolen in verschillende perioden, voor Bokt overgenomen uit Van der Burg et al (2013), voor overige terreinen aangevuld op basis van Spronk et al. (2005).

Soortnaam	< 1950	1971	1986	>2000
Boktse Beemden				
Kalkmoeras				
Geelhartje	x			
Ronde zegge	x			
Harlekijn	x			
Paardenhaarzegge			x	x
Kleine valeriaan	x			
Kleinezeggemeras (begeleiders in kalkmoeras)				
Moerasbasterdwederik				x
Moeraskartelblad	x			
Wateraardbei			x	x
Ronde zonnedauw	x			
Waterdrieblad	x			
Veldrusschraalland, Blauwgrasland en heischraal grasland				
Gevlekte orchis	x			
Heidekartelblad	x			
Blauwe knoop	x			
Dotterbloemhooiland				
Waterkruiskruid		x	x	x
Vochtig hooiland				
Kleine ratelaar	x			
Knolsteenbreek	x			
Rietorchis				x
Vochtige tot natte, beekbegeleidende bossen				
Grote keverorchis	x	x		
Moerasstrepzaad	x			
Natte ruigten				
Lange ereprijs	x	x	x	x
Rietmusschen				
Kalkmoeras				
Breed wollegras	x			
Geelhartje	x	x		
Moeraswespenorchis	x			
Ronde zegge	x			
Vleeskleurige orchis	x			
Veldrusschraalland, Blauwgrasland en heischraal grasland				
Blauwe knoop	x	x		
Kleinezeggemeras (begeleider in kalkmoeras)				
Moeraskartelblad	x			x
Dotterbloemhooiland - Grotezeggemeras				
Adderwortel	x	x	x	x
Natte ruigten				
Lange ereprijs	x	x	x	x
Moeraskruiskruid	x	x		
Vochtige tot natte bossen				
Moerasstrepzaad	x	x		x
Bittere veldkers				x

Bosanemoon	x	x	x	x
Eenbes	x			
Grote keverorchis	x			
Slanke Sleutelbloem	x	x	x	x
Hoogveen				
Veenbloembies	x			
Vaartbroek-Soeterbeek-Bogten-Eckart				
Zilverchoongraslanden				
Genadekruid	x			
Waterlepelje	x			
Natte ruigten				
Lange ereprijs	x	x	x	x
Kleinezeggenmoeras				
Draadrus	x			
Moeraskartelblad	x			x
Veldruischraalland – Blauwgrasland – Heischraalgrasland				
Gewone vleugeltjesbloem			x	
Vlozegge			x	
Rond wintergroen	x			
Vochtig hooiland				
Knolsteenbreek	x			
Vochtige tot natte bossen (Beuken-Eikenbos, bossen van Els en vogelkers)				
Moerasstrepzaad	x	x	x	
Bittere veldkers	x	x	x	x
Bleeksporig bosviooltje	x	x	x	x
Bosanemoon	x	x	x	x
Grote keverorchis	x			
Ruige veldbies	x	x	x	x
Slanke sleutelbloem	x			
Verspreidbladig goudveil	x	x	x	x
Witte klaverzuring	x	x	x	x

4.4.7 Synthese

4.4.7.1 Ontwikkelingsgeschiedenis

Vorming van het beekdallandschap (<1000 n. Chr.)

De basis van het Dommeldal tussen de Hooijdonkse watermolen en de samenvloeiing van Kleine Dommel en Dommel is onderdeel van een stelsel van diep ingesneden oerstroomdalen dat zich tussen Eindhoven, Nuenen, Gerwen en Breugel bevindt. De Midden-Brabantse dekzandrug, die deze dalen afdamt, belemmert de afwatering en daardoor konden de dalen opgevuld geraakt met zandig en lemig sediment en ontstond ten slotte een uitgestrekte beekdaloverstromingsvlakte. Uiteindelijk heeft de Dommel via zijn huidige dal de Midden-Brabantse dekzandrug weten te doorbreken, wat het verval vergrootte en de Dommel erosief maakte.

Dit zorgde waarschijnlijk in eerste instantie voor het verdwijnen van veel eerder afgezet sediment. Nadat de rivier een nieuwe evenwichtstoestand had bereikt kon opnieuw sedimentatie optreden, dit keer met veen. De Holocene klimaatontwikkeling ondersteunde dat. Plekken met een gunstige landschappelijke positie voor veenvorming lagen bovenstrooms van versmallingen in het beekdal – daar bleef het langdurig nat –, zoals de plek van de tegenwoordige Hooijdonkse watermolen en de donk in het zuiden van de Rietmusschen. Hier zijn plaatselijk dikke veenpakketten ontstaan, met de dikste pakketten in opvullingen van oude stroomgeulen.

De veenpakketten zijn doorgaans sterk gehumificeerd en bestaan uit broek-zegge- of zeggeveen met op veel plaatsen een leem- of zandfractie in het veen. Ook bevinden zich her en der dikkere

leemlagen tussen het veen. In het centrum waren doorgaans eutrofe overstromingsvenen ontwikkeld van grotezeggenmoerassen, die ontstaan waren uit vermorsingsvenen met zeggerijke broekbossen. Buiten het overstromingsbereik, aan of op de flank, waar het lokale basenrijke grondwater uittrad, bestond waarschijnlijk plaatselijk een overgang naar doorstroomvenen, waarin mesotrofe kleinezeggenmoerassen met bruinmossen (alkalische laagvenen) de vegetatie bepaalden. Dat lokale grondwater was basenrijk en circumneutraal dankzij contact met de kalkrijke Brabantse Leem. Plaatselijk, zoals waarschijnlijk in Vaartbroek-Soeterbeek-Bogten-Eckart, was het water wellicht minder basenrijk, zoals afgeleid zou kunnen worden uit het ontbreken van soorten van alkalische laagvenen. Daar staat tegenover dat in de bossen daar wel degelijk soorten van permanent tot langdurig natte, basenrijke standplaatsen voorkwamen. Uitsluitel is vooralsnog niet te geven wegens gebrek aan gegevens.

Na de bouw van de Hooijdonkse watermolen (1000 – 1900 n. Chr.)

Door of enige tijd na de bouw van de watermolen (<12^e eeuw) zal de veenvorming gestopt zijn. Ten eerste doordat overstromingen toenamen, waarschijnlijk zowel in duur als in oppervlakte; het historisch winterstuwpeil van de molen was vanwege het zeer vlakke dal van invloed op een zeer groot gebied. Bij die overstromingen werd slibrijk sediment afgezet; het grovere dicht langs de beek; het fijneren op grotere afstand. Er ontstonden waarschijnlijk nog uitgestrektere grotezeggenmoerassen en op de oeverwallen natte ruigten.

Deze ontwikkeling ging gepaard met de ontginning van het beekdalveen tot hooi- en weiland, waarvoor ontwaterd moest worden en een aanzienlijk deel van de uitgestrekte grotezeggenmoerassen zich ontwikkelde tot dotterbloemhooilanden met indicatoren van zowel overstroming door eutroof beekwater als door ijzerrijk grondwater. Dit ging ten koste van de veenvorming, ook op de flanken waar door ontwatering de porositeit en daarmee het waterdoorlatend vermogen van het veen verminderde. Hier ontwikkelde zich vanuit de alkalische laagvenen blauwgraslanden en in de overgang naar de heiden en bouwlanden ook heischrale graslanden. In die zone bleef op landgoederen bos gehandhaafd en in het boerenland in ieder geval houtsingels en houtwallen waar op de hoogste delen soorten van Beuken-Eikenbossen een refugium vonden en in de nattere, grondwatergevoede delen soorten van de Bossen van Els en Vogelkers.

Ten slotte hebben de bovenstroomse ontginningen van (hoog)veengebieden vanaf de late middeleeuwen tot in de 20^e eeuw de dynamiek van het watersysteem vergroot en geleid tot frequentere, onregelmatiger en grotere overstromingen van de lage delen van het dal. We weten niet in hoeverre dat van invloed was op de halfnatuurlijke begroeiingen die zich sinds de middeleeuwen hadden ontwikkeld.

Situatie 20e eeuw (1900 – 2000 n. Chr.)

Het stuwrecht behoort nog altijd aan de eigenaren van de watermolen, maar wordt niet meer gehandhaafd. Ergens in de 20^e eeuw is het historisch winterpeil losgelaten en wordt jaarrond het vroegere zomerpeil als streefpeil aangehouden. Dit heeft geleid tot een sterke afname van overstromingen met beek- en grondwater. Er is enkel nog sprake van grootschalige overstroming bij extreme piekafvoeren.

Deze ‘verbeterde’ hydrologische situatie maakte in de 2^e helft van de 20^e eeuw intensivering van het landbouwkundig gebruik in het dal mogelijk. Sloten werden aangelegd of verdiept om grondwater te draineren en zo snel mogelijk stroomafwaarts van de watermolen te lozen. Dit leidde tot een sterke daling van de grondwaterstanden en tot het verdwijnen van kwel in maaiveld van de percelen over grote oppervlakten. Grondwater trad nu hoofdzakelijk uit in de watergangen en niet of nauwelijks meer in de percelen. Percelen die hoog genoeg lagen konden als akker in gebruik worden genomen,

veel hooi- en weilanden werden intensiever gebruikt; de natste werden ingeplant met populieren. De oorspronkelijke grotezeggemoerassen en dotterbloemhooilanden zijn in deze periode nagenoeg volledig verdwenen, net als de blauwgraslanden op de flanken. Enkele percelen in het beekdal behielden tot halverwege de 20^e eeuw hun extensieve hooilandgebruik en daarmee de floristische waarden, maar tegen de jaren '70 was hier weinig meer van over. In de laatste decennia van de 20^e eeuw periode is de westflank volledig bebouwd geraakt en is het gebruik op de akkers op de oostflank verder geïntensiveerd. Door de intensivering van de landbouw in het stroomgebied en de aanleg van riooloverstorten is de waterkwaliteit van de Dommel verslechterd, wat leidde tot een sterkere verruiging van de beekdalvegetatie, in het bijzonder op de oeverwallen en in afvoerlose kommen. Eind 20^e eeuw is een begin gemaakt met natuurherstel door het gebruik in delen van het dal te extensiveren.

Recente ontwikkelingen

De molen is rond de eeuwwisseling hersteld en draaivaardig gemaakt, er is een vispassage aangelegd en later ook nog kleine elektriciteitscentrales. Daardoor zakte het peil in droge periodes vaker tot onder het streefpeil. In het grote delen van beekdal is het landgebruik over geëxtensiveerd. Daarna, vooral in het laatste decennium, werd ook werk gemaakt van hydrologisch herstel. Op veel plekken zijn sloten gedempt, verondiept of afgedamd. Op verschillende plaatsen, met name in de Boktse Beemden en op enkele hooilanden in de Rietmusschen, heeft dit geleid tot de ontwikkeling van (soortenarme) grotezeggemoerassen en dotterbloemhooilanden.

4.4.7.2 Huidig systeemfunctioneren

Het watermolenlandschap van de Hooijdonkse watermolen wordt gevoed door verschillende geneste watersystemen. In Figuur 4.116 is het functioneren van het landschap schematisch weergegeven. Vanuit de flanken stroomt grondwater over de Brabantse Leem naar het dalen. Dit lokale systeem valt in de zomer grotendeels droog, maar bolt 's winters sterk op. De Brabantse Leem zorgt ervoor dat ook water uit dit lokale systeem basenrijk is. Door de intensieve landbouw op de flank is dit water plaatselijk rijk aan sulfaat, ijzer en meststoffen, o.a. fosfaat en nitraat.

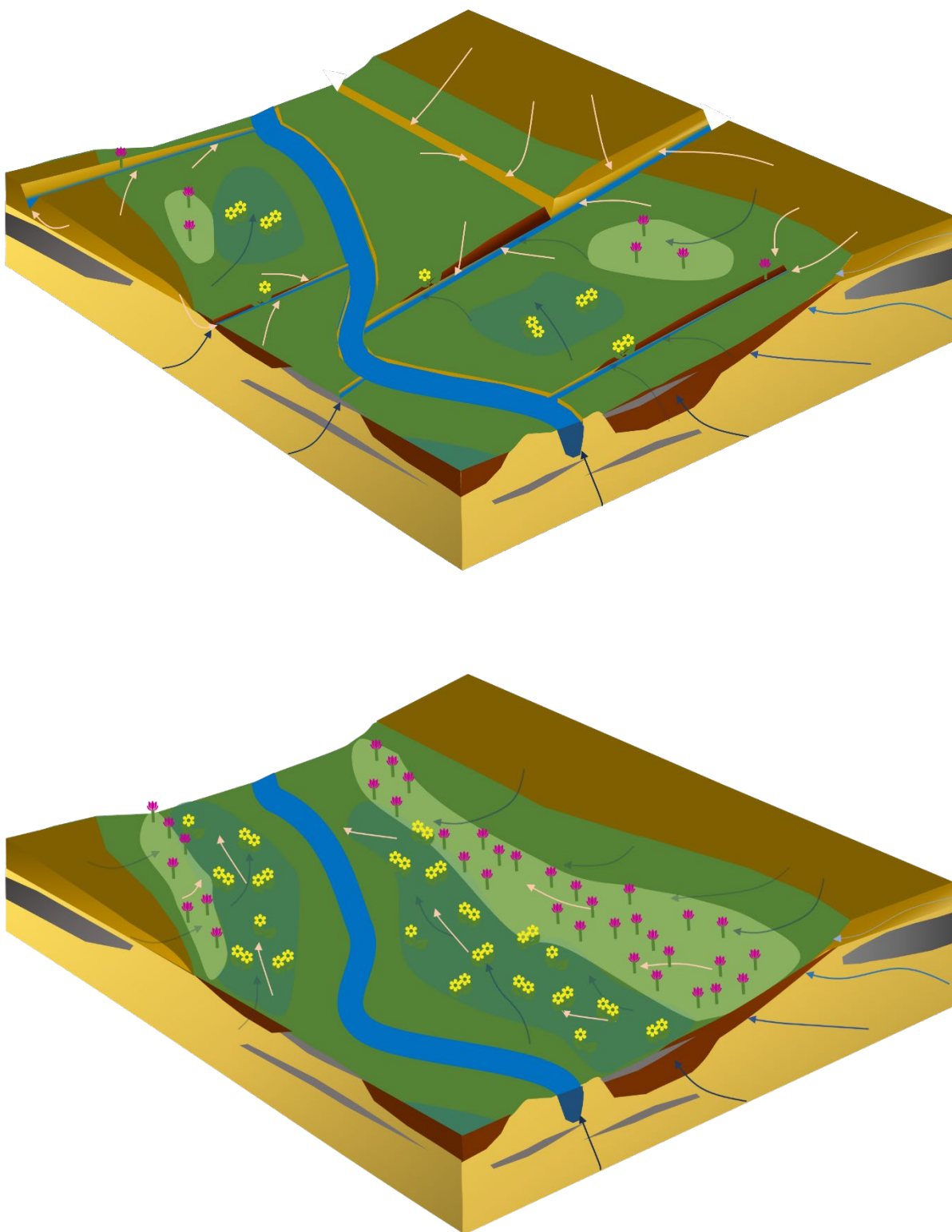
Onder de Brabantse Leem stroomt freatisch grondwater naar de lagere delen van het dal. Dit water is relatiefschoon, basenrijk en ijzerarm. Het voedt een groot deel van het beekdal. Dichter tegen de Dommel stroomt dieper grondwater toe uit het eerste, en mogelijk tweede, watervoerende pakket. Dit water is schoon en zeer basen- en ijzerrijk. De stijghoogte van dit regionale grondwatersysteem ligt nagenoeg altijd boven maaiveld van de lage delen van het dal. De overdruk is in het zuiden van het gebied groter dan in het noordelijk deel vanwege de sprong in Dommelpelen ter hoogte van de watermolen, waarvan het noordelijke deel invloed ondervindt. In zeer droge jaren zakt de stijghoogte in het noordelijke deel van het dal (tussen de Hooijdonkse watermolen en de donk zuidelijk in de Rietmusschen) tot enkele decimeters onder het maaiveld weg. In principe is de overdruk van het grondwatersysteem voldoende om alle lage delen van het dal met veen- en moerige bodems permanent nat te houden.

Het dal is echter ontwaterd en daarom niet permanent nat. De Dommel zorgt als drainagebasis voor de hoofdontwatering. Ze wordt, zoals gezegd, gestuwd bij de Hooijdonkse watermolen, waarbij het streefpeil van 12,6 meter +NAP ca. 20-30 centimeter lager is dan het maaiveld in de laagste delen van de Boktse Beemden, Rietmusschen en Soeterbeek en ca. 60-70 centimeter lager dan het maaiveld van de oeverwallen en flanken. Het streefpeil wordt 's zomers vaak niet gehaald en is dan tot wel 50 centimeter lager.

Ook in het beekdal zelf ligt nog veel ontwatering, waaronder enkele A-watergangen die vanuit het oosten door akkercomplexen naar de Dommel lopen. Deze watergangen wordt nergens gestuwd en

hun afwateringsdiepte wordt dus door het Dommelpeil bepaald. Al met al is het Dommelpeil zeer bepalend voor het grondwaterregime van het gebied, wat vooral in droge perioden zorgt voor een sterke drainage en daarmee een sterke daling van de grondwaterstanden van het hele dal. Op de flanken zorgt dit oppervlaktewaterregime zelfs in natte perioden nog voor aanzienlijke ontwatering en grondwaterstands dalingen: de opbolling in de ruggen is 's winters minder (op een lager niveau en kortstondiger) en loopt in het voorjaar sneller leeg. De oorspronkelijke gradiënt in waterkwaliteit in de wortelzone van de vegetatie is daarmee verdwenen. Het snel leeglopen van het lokale systeem zorgt voor via de lagere waterstanden ten opzichte van maaiveld voor een kortere periode waarin basenrijk grondwater het kationenadsorptiecomplex van de bodem kan opladen, waardoor de standplaats en daarmee uiteindelijk ook de vegetatie verzuurt.

In de laagste delen van het dal, achter de oeverwal, heeft het diepe grondwater een hoge overdruk en kan het dankzij verhoogde slootpeilen met name 's winters uittreden en oppervlakkig over maaiveld afstromen, waarbij het de lokale hoogtepatrijnen volgt. Sloten die haaks op deze afvoer liggen, vangen dit water vroegtijdig af en voeren het af naar de Dommel. Dit water gaat te vroeg verloren voor het systeem, en zou langer in het gebied moeten verblijven om zijn gunstige ecologische uitwerkingen te kunnen hebben, namelijk het herstel van grotezeggenmoerassen en dotterbloemhooilanden. Verder is er beekwater, dat bij hoge Dommelstanden via de slotenstelsels snel en diep het gebied in kan stromen en in sommige jaren grote delen van het dal onder sterk eutroof beekwater zet.



Figuur 4.116: Landschapsecologisch functioneren van het Dommeldal ter hoogte van de Boktse Beemden, Rietmusschen en Vaartbroek in de huidige, aangetaste situatie (boven) en een met een nagenoeg intact hydrologisch systeem (beneden). Donkerblauwe pijlen geven stroming regionaal grondwater aan, lichtblauwe pijlen lokaal grondwater. Beige peilen de stroming in de bovenste bodemlagen en aan maaiveld. De gele bloemen (Gewone dotterbloem) indiceren de grotezegemoerassen/dotterbloemhooilandvegetaties en de roze bloemen (Spaanse ruiter) indiceren de kleinezegemoerassen/blauwgraslandvegetaties.

4.4.8 Kansen- en knelpuntenanalyse

4.4.8.1 Boktse beemden

Kansen

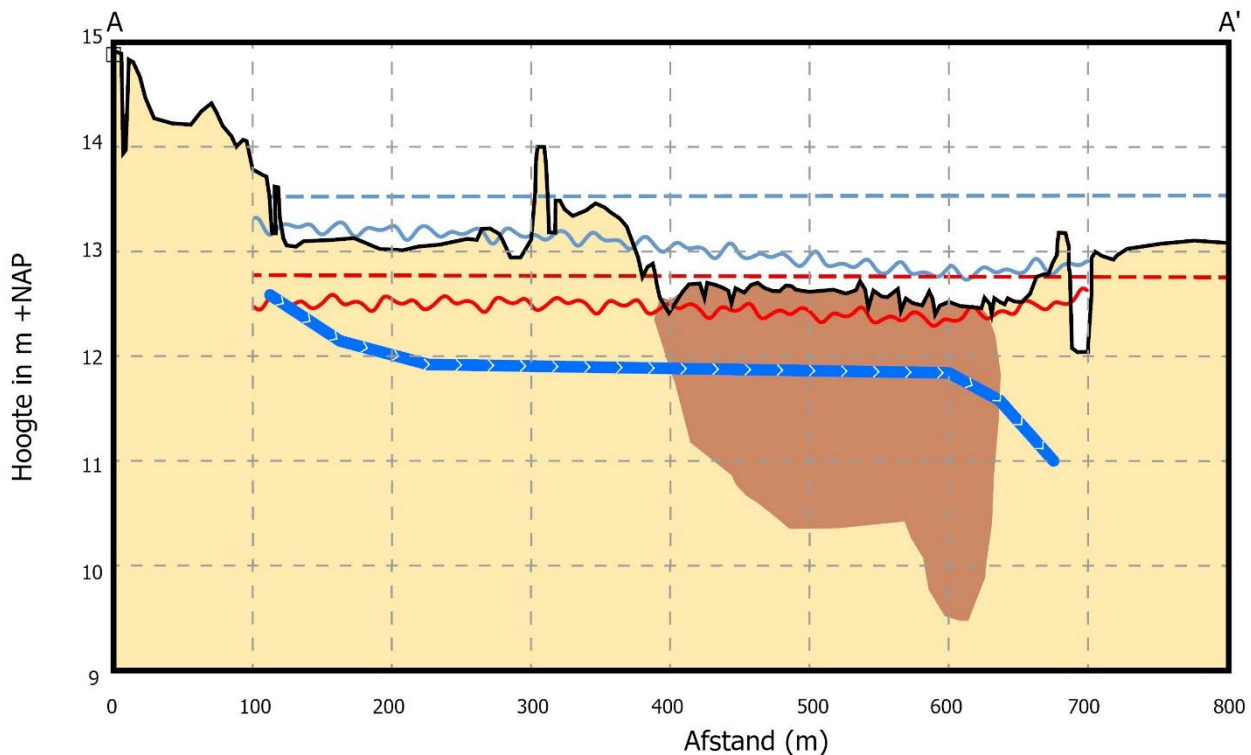
- Stijghoogte van het basenrijke grondwater reikt doorgaans tot in en zelfs boven maaiveld. Zowel het regionale als lokale grondwater is basenrijk en overwegend (relatief) schoon;
- Het basenrijke, ijzerarme grondwater dat in een groot deel van de flank toestroomt kan bijdragen aan herstel van goed ontwikkelde kleinezeggemoerassen met veel bruinmossen (alkalisch laagveen);
- Bij optimaal herstel kan door de gradiënt in hoogteligging en in grondwaterkwaliteit over grote oppervlakten een mozaïek van verschillende vegetatietypen ontwikkeld worden;
- Het dempen van enkele watergangen heeft reeds geleid tot het opnieuw (periodiek) ontstaan van een drijftil met daarop een grotezeggemoeras, wat perspectief biedt voor verder herstel (Figuur 4.117).
- Het gehele gebied is reeds in eigendom van de Gemeente Eindhoven, hetgeen herstel vergemakkelijkt;
- Veenvorming lijkt op relatief grote oppervlakte mogelijk bij een voldoende hoog Dommelpcil.



Figuur 4.117: Drijftil in Boktse Beemden met Scherpe zegge en Gewone Dotterbloem en ijzerrijk grondwater aan maaiveld.

Knelpunten

- Het Dommelpoel zakt te vaak te diep uit in droge periodes, waardoor de grondwaterstanden ook snel en te diep dalen;
- De regionale stijghoogte zakt in zeer droge jaren ca. 0,5 meter onder maaiveld weg, waardoor de druk van onderen wegvalt en grondwaterstanden ver kunnen dalen;
- Zowel in de flank als in het laagste deel van het dal ligt nog ontwatering. Hierdoor zakken grondwaterstanden sneller en dieper uit en zijn slechts op enkele plaatsen condities voor herstel van kleinezeggemoerassen, dotterbloemhooilanden en grotezeggenmoerassen;
- De aanwezige detailontwatering in de flank zorgt, ook al is deze verondiept, nog steeds voor het draineren van basenrijk, ijzerarm grondwater en daarmee voor het ontstaan van neerslaglenzen in de hooilanden, wat ontwikkeling c.q. herstel van kleinezeggemoerassen en blauwgraslanden ernstig belemmert;
- Toestromend basenrijk grondwater over de Brabantse Leem wordt hoog op de flank al afgevangen door de Boktse Loop. Dit water is sulfaat-, ijzer- en voedselrijk vanwege intensief agrarisch landgebruik;



Legenda

- | | |
|--|---|
| GHG freatisch (peilbuis B51E1871, B51E1872, B51E1873) | Stijghoogte Sterksel hoog (peilbuis B51E0046) |
| GLG freatisch (peilbuis B51E1871, B51E1872, B51E1873) | Stijghoogte Sterksel laag (peilbuis B51E0046) |
| Slootbodemboktse Loop (DL144, Legger Waterschap De Dommel) | Zand |
| | Veen |



Figuur 4.118: Schematisch weergave van het hydrologisch systeem rondom de Boktse Loop. Het is ook representatief voor de andere gebieden waar diepe sloten vanuit de flanken naar de Dommel lopen, zoals watergang DL 80 in de Rietmusschen.

- De lage waterpeilen in de Dommel stroomafwaarts van de watermolen draineren de beekdalflank noordelijk van de Broekdijk in hoge mate. Daardoor worden de waterstanden en stijghoogten in het gebied ten zuiden van de Broekdijk ook verlaagd;
- De verondiepte Boktse Loop heeft nog altijd een drainerende werking op de omgeving (Figuur 4.118), waardoor de grondwaterstanden hier niet maximaal kunnen stijgen, het stuwpeil van 12 m +NAP is te laag. Met dit peil treedt nog steeds jaarrond ontwatering op, zelfs in de laagste delen van het dal. Verder staat de Boktse Loop in het laagste deel van het dal haaks op de natuurlijke stromingsrichting van het water;
- Overstromingen met vervuild Dommelwater leiden tot eutrofiëring wanneer grondwaterstanden niet stabiel en hoog zijn;
- Veel percelen zijn door historische bemesting nog te voedselrijk voor herstel van halfnatuurlijke begroeiingen;
- Mesotrafente plantengemeenschappen van alkalische laagvenen, blauwgraslanden en heischrale graslanden ontbreken in het deelgebied door te sterke drainage van het basenrijke, ijzerarme grondwater en te voedselrijke condities;
- De huidige begrazing in de natte percelen in het noordelijke deel zorgt voor ernstige vertrapping van de veenbodem en resulteert in verruiging van de oorspronkelijke dotterbloemhooilanden.

4.4.8.2 Rietmusschen

Kansen

- De stijghoogte van het basenrijke grondwater reikt doorgaans tot in en zelfs boven maaiveld van de lage delen;
- Het maaiveld van het noordelijk deel ligt slechts één of enkele decimeters boven het streefpeil van de Dommel. Dit biedt hoge potenties voor vrij grootschalige veenvorming bij een stabiel Dommelpeil;
- Het zuidelijk deel kent veel microreliëf, wat bij hydrologisch herstel zal leiden tot een goed ontwikkelde gradiënt van vochtige naar zeer natte vegetatietypen;
- Het dempen van watergangen in het gebied heeft reeds geleid tot het op grotere schaal uittreden van grondwater aan maaiveld (Figuur 4.119) en daardoor tot uitbreiding van soorten van dotterbloemhooilanden en grotezeggenmoerassen;
- Het laagstgelegen deel is reeds volledig in eigendom van Staatsbosbeheer, wat herstel vergemakkelijkt;
- Er is slechts zeer beperkt ontwatering aanwezig, waardoor met relatief weinig maatregelen volledig intern hydrologisch herstel kan worden gerealiseerd.



Figuur 4.119: Uittredend ijzerrijk grondwater aan maaiveld in februari 2023.

Knelpunten

- Het Dommelpoelpeil zakt in droge periodes te vaak te diep uit, waardoor de grondwaterstanden in het dal ook snel en diep dalen doordat de peilen in de sloten die in het zuiden en het noorden van het gebied lopen meebewegen met het Dommelpoelpeil, deze sloten staan immers in direct contact met de Dommel;
- Via de sloot die door het centrum van de Rietmusschen loopt stroomt water vanuit landbouwgebied naar de Rietmusschen. Deze sloot draineert bovendien het gehele jaar grondwater in beekdal en Heuvelakkers. Zij loopt ook nog eens haaks op de natuurlijke stromingsrichting van het grondwater wat haar drainerende werking versterkt. Door deze ligging wordt oppervlakkige afvoer van water van zuid naar noord over maaiveld verhinderd;
- In het noordelijk deel zijn de sloten afgedamd maar niet gedempt. Deze slootrestanten doorsnijden oeverwallen en komen en draineren daarom nog steeds. Ze verstoren het natuur kwel- en infiltratiepatroon en daarmee herstel van een vegetatiemozaïek;
- In het meest bovenstrooms gelegen deel van de Rietmusschen ligt nog een particulier perceel omringd door diepe sloten, die die hoog in het systeem water draineren en afvoeren naar de Dommel. Ook de bemesting ervan kan tot eutrofiëring van het omliggende natuurgebied leiden;

- Vermesting vanuit de Heuvelakkers. Deze worden nog grotendeels intensief agrarisch benut. Uitspoeling van meststoffen treedt op doordat de akkergewassen tot aan de Rietmusschen worden geteeld, zonder bufferzone. Agrarisch beïnvloed grondwater uit het lokale grondwatersysteem van boven de Brabantse Leem treedt uit in het beekdal. Bij hevige regenval na ploegen spoelt een brij van bemeste grond met vermist regenwater naar het beekdal;
- Vermesting door vroeger agrarisch gebruik en doorgaande afbraak van de top van het veenpakket. Dit belemmert de ontwikkeling van soortenrijke beekdalvegetaties;
- Overstromingen met vervuild Dommelwater kunnen leiden tot eutrofiëring wanneer grondwaterstanden niet stabiel en hoog zijn.

4.4.8.3 Vaartbroek

Kansen

- Het regionale grondwatersysteem is basenrijk en reikt bij het Vaartbroek tot aan en boven maaiveld;
- De beekdalflank ligt erg hoog, waardoor er op de Brabantse Leem een relatief dik pakket dekzand ligt. Daardoor kan er een relatief krachtig lokaal grondwatersysteem functioneren, van waaruit vrijwel jaarrond grondwater stroomt naar het Vaartbroek;
- In en langs vrijwel alle sloten groeien kenmerkende plantensoorten van basenrijke standplaatsen zoals bosbies, holpijp en waterviolier. In enkele percelen groeien deze soorten ook in de percelen wat aangeeft dat in de lage delen basenrijk grondwater tot in de wortelzone van de vegetatie reikt;
- Het gebied heeft een uitgesproken reliëf waardoor een gradiëntrijk landschap te ontwikkelen is;
- De verschraling van de graslanden verloopt voorspoedig waardoor op korte termijn soortenrijke hooilanden zullen ontstaan;
- Recent zijn nagenoeg alle sloten in het gebied gedempt, verondiept of afgedamd, waardoor het grondwater langdurig op een hoog niveau is gekomen;
- Het gebied is nagenoeg geheel eigendom van de Gemeente Eindhoven.

Knelpunten

- Niet alle sloten zijn gedempt, waardoor er nog steeds een drainerend werking is van de verondiepte en afgedamde sloten;
- De veenbodems in het elzenbroekbos zijn als gevolg van de verdroging sterk gemineraliseerd waardoor voedingsstoffen versneld vrijkomen en de vegetatie sterk is verruigd;
- Overstromingen met vervuild Dommelwater kunnen leiden tot eutrofiëring wanneer grondwaterstanden niet stabiel en hoog zijn;
- De opbolling van de grondwaterstanden in de naastgelegen dekzandrug is lager dan zij zou kunnen zijn. Dat wordt veroorzaakt door de nog aanwezige drainage in het beekdal, die het stijgen van de grondwaterstanden in de rug beperkt in perioden met een neerslagoverschot. Bijgevolg dalen de standen in dit lokale grondwatersysteem ook weer snel bij het begin van de droge periode en stopt de toestroming van lokaal basenrijk grondwater naar het dal al snel. Vanzelfsprekend zorgen de diepe sloten in de lage delen van het dal ook voor drainage van die delen.

4.4.8.4 Soeterbeek / De Bogten

Kansen

- Er is het hele jaar, zelfs in zeer droge perioden, een zeer grote overdruk van basenrijk grondwater uit het regionale grondwatersysteem;
- Het maaiveld in de bossen noordelijk van de Sterrenlaan ligt slechts één of enkele decimeters boven het Dommelveil, wat waardoor de drainerende invloed van de Dommel beperkt is;
- Het gebied is volledig in particulier eigendom;
- De flank van het beekdal in het westen en zuiden bestaat uit natuur en stedelijk gebied, waardoor er relatief weinig inspoeling van nutriëntenrijk grondwater optreedt.

Knelpunten

- Het Dommelveil zakt te vaak te diep uit in droge periodes. Omdat alle sloten in het gebied vrij op de Dommel afwateren zakt de grondwaterstand dan snel;
- Doordat de Dommel hier midden door het dal loopt, draineert de Dommel beide zijden van het dal betrekkelijk intensief in plaats van één zijde intensief en de andere extensief, lage Dommelveilen hebben hierdoor een beekdalbrede invloed;
- Door de grote verdamping van de populierenbossen droogt de bodem van het bos snel uit, waardoor de veenbodem oxideert en er voedingsstoffen vrijkomen. Hierdoor en vanwege het fosfaatrijke karakter van het populierenblad is de ondergroei van het bos sterk verruigd.
- Het bosgebied op de flank van wandelpark Eckart wordt nog sterk gedraineerd. Het watervoerende pakket is hier dun waardoor de grondwaterstanden in de flank zeer snel zullen dalen en langdurige perioden van lage tot zeer lage grondwaterstanden optreden in dit van nature (wissel)natte gebied;
- In de bossen langs de Dommel tegen wandelpark Eckart liggen nog veel sloten die oeverwallen doorsnijden en de natuurlijke grondwaterstroming frustreren en aldus het ontstaan van soortenrijke vegetatiegradiënten.

4.4.9 Herstelstrategie

Het herstel van het watermolenlandschap van de Hooijdonkse watermolen is gericht op het herstellen van een veenvormend systeem met de daarbij behorende grondwaterafhankelijke vegetatiegradiënt. Zulk herstel is niet alleen zeer bevorderlijk voor de biodiversiteit, maar ook voor een klimaatrobuust landschap dat water en koolstof vasthoudt en bergt. Dit vraagt om maatregelen gericht op hydrologisch herstel: grondwaterstanden aan of iets boven maaiveld die in het droge seizoen nauwelijks dalen, in stand gehouden door kwel van lokaal en diep grondwater dat schoon is.

Om dat te bereiken is in de eerste plaats het dempen noodzakelijk van het grote aantal sloten in het gebied. Hiermee wordt de snelle afvoer van grondwater op een laag niveau gestopt. Is dat (op korte termijn) echt niet mogelijk dan moet worden gekeken naar het sterk verondiepen, afdammen, omleiden of opstuwen van waterlopen. Voor een natuurlijke grondwaterstroming is het belangrijk dat sloten gedempt worden met materiaal dat dezelfde hydrologische eigenschappen heeft als het materiaal dat zich in de slootoever bevindt. Ten tweede plaats moet het Dommelveil worden gestabiliseerd. De uitzakkingen in droge periodes zorgen voor een snelle daling van de grondwaterstanden, waardoor veenvormende vegetaties in hun ontwikkeling geremd worden. Het Dommelveil wordt bij voorkeur ook iets verhoogd, zodanig dat het gelijk komt met het maaiveld van de laagste delen van de deelgebieden. Dan kan veel extra water worden vastgehouden in het gebied en zakken de grondwaterstanden bovendien minder snel uit. Ten derde moet het landgebruik direct rondom het Dommeldal zorgen voor schoon grondwater. Op verschillende plaatsen ligt intensief gebruikt akkerland direct tegen het dal aan. Door hier bufferzones met

extensieve landbouw in te stellen, kan de toestroom van nutriënten, sulfaat, onnatuurlijke hoge ijzer- en bicarbonaatgehalten (en bestrijdingsmiddelen) naar het Dommeldal verminderd worden, waardoor soortenrijke, mesotrafente vegetaties een kans krijgen. Ten slotte kan het plaatselijk noodzakelijk zijn opgebrachte zandlagen – al dan niet verrijkt met meststoffen – af te graven. Zo ontstaat een natuurlijker maaiveldverloop en een schralere uitgangssituatie voor herstel.

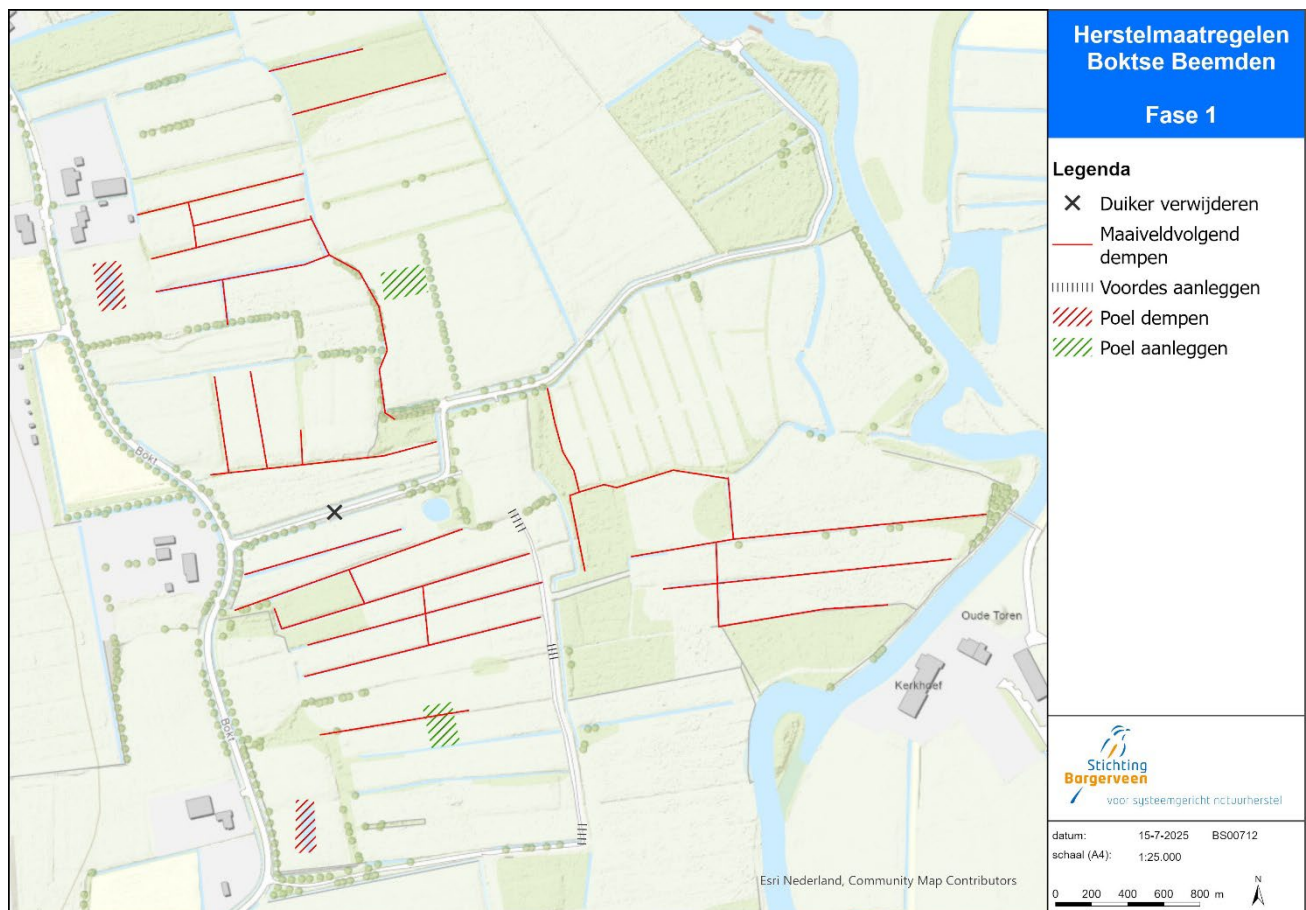
4.4.10 Herstelmaatregelen

De herstelmaatregelen zijn voor de Boktse Beemden opgedeeld in Fase 1 en Fase 2. Fase 1-maatregelen kunnen op korte termijn (mogelijk binnen ADMIRE) gerealiseerd worden. Fase 2-maatregelen worden later uitgevoerd. In alle overige deelgebieden worden geen maatregelen binnen ADMIRE uitgevoerd en zijn alle maatregelen benoemd zonder daar een fase aan te koppelen. Voor zover noodzakelijk worden urgentie en volgorden van uitvoering uitgewerkt.

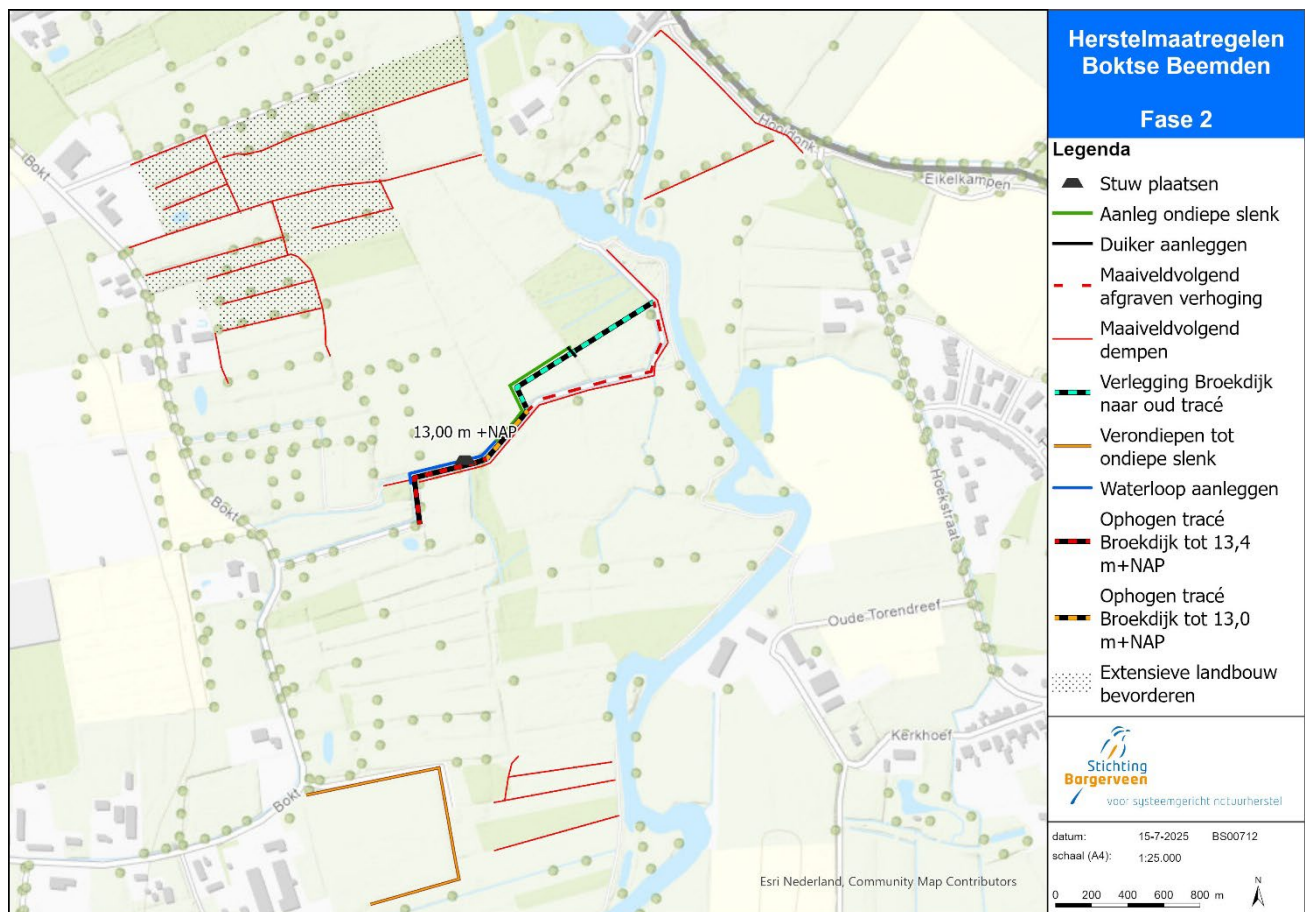
Boktse Beemden

Fase I

Hierbij wordt ingezet op het volledig dempen van de aanwezige detailontwatering in het gebied zuidelijk en net noordelijk van de Broekdijk (Figuur 4.120). Verder worden de twee poelen die op de hoge flank liggen naar lagere terreindelen verplaatst waar ze minder impact op de hydrologie hebben. Daarnaast wordt het pad dat als een dijkje door het gebied loopt waterdoorlaatbaar gemaakt, opdat dit er niet langer tegen stagneert. Dit gebeurt door de aanleg van voordes.



Figuur 4.120: Herstelmaatregelen Boktse Beemden Fase I (ADMIRE).



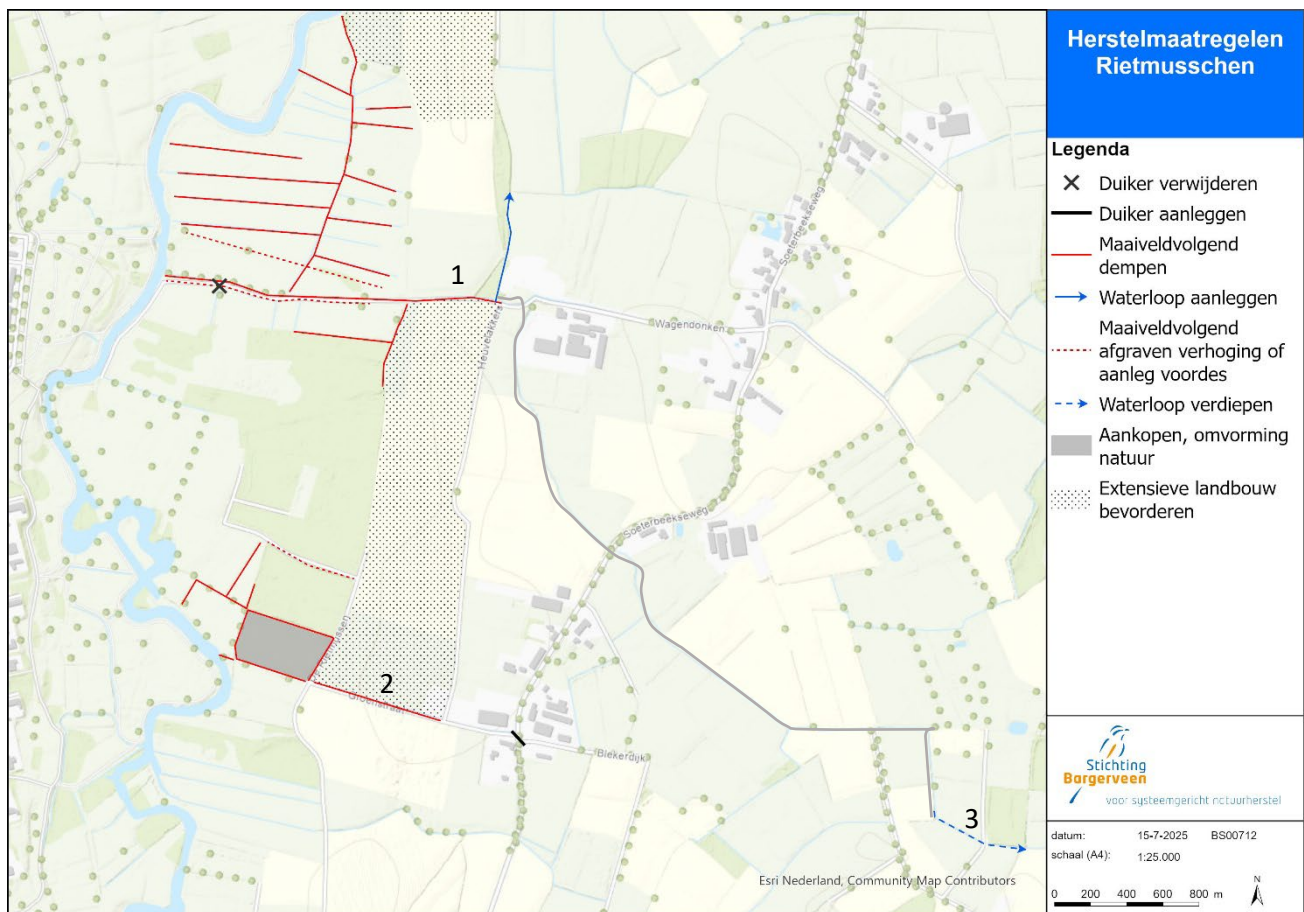
Figuur 4.121: Herstelmaatregelen Boktse Beemden Fase 2.

Fase II

In deze fase (Figuur 4.121) wordt noordelijk van de Broekdijk, in de buurt van de watermolen, en in het zuiden van het gebied de detailontwatering gedempt.

Verder zijn er maatregelen nodig, die meer voorbereiding en tijd vergen maar cruciaal zijn voor realisatie van veenvormende omstandigheden. Het gaat om het verleggen van de Broekdijk en de Boktse Loop naar het historische tracé in een hoger deel van het beekdal. Zo wordt het laagste punt gevrijwaard van ontwatering. De Boktse Loop kan dan op de beekdalflank gestuurd worden, aan de noordzijde van de Broekdijk blijven liggen, en uiteindelijk vrij uitstromen in het dal noordelijk van de Broekdijk. Verder noordelijk liggen gronden die nog niet in eigendom van de gemeente zijn maar met nog veel diepe detailontwatering. Nadat deze gronden verworven zijn is het ook hier belangrijk de detailontwatering maaiveldvolgend te dempen.





Figuur 4.122: Herstelmaatregelen Rietmusschen. Met 1) A-watergang DL80 en 2) B-watergang BODO-0026_HO1 en 3) B-watergang DL80-TV_HO1.

In de Rietmusschen zijn verschillende typen maatregelen aan de orde (Figuur 4.122). Er wordt in de eerste instantie ingezet op het dempen van de afgedamde sloten om zo de natuurlijke grondwaterstroming over maaiveld te herstellen en zo de ontwikkeling van een vegetatiemozaïek te bevorderen. De natuurlijke grondwaterstroming wordt ook belemmerd door kunstmatige verhogingen in het beekdal. Eén zo'n verhoging is ontstaan door rioolaanleg, deze dient weer doorlaatbaar gemaakt te worden voor het afstromende grondwater door middel van plaatselijke afgraving van de verhoging.

Er zijn ook maatregelen noodzakelijk die uitstralingseffect hebben buiten het dal. Dit betreft het dempen van de twee hoofdwatgangen (1 en 2 Figuur 4.122) die dwars door het gebied lopen én het omvormen van het laatste landbouwperceel in het gebied naar natuur.

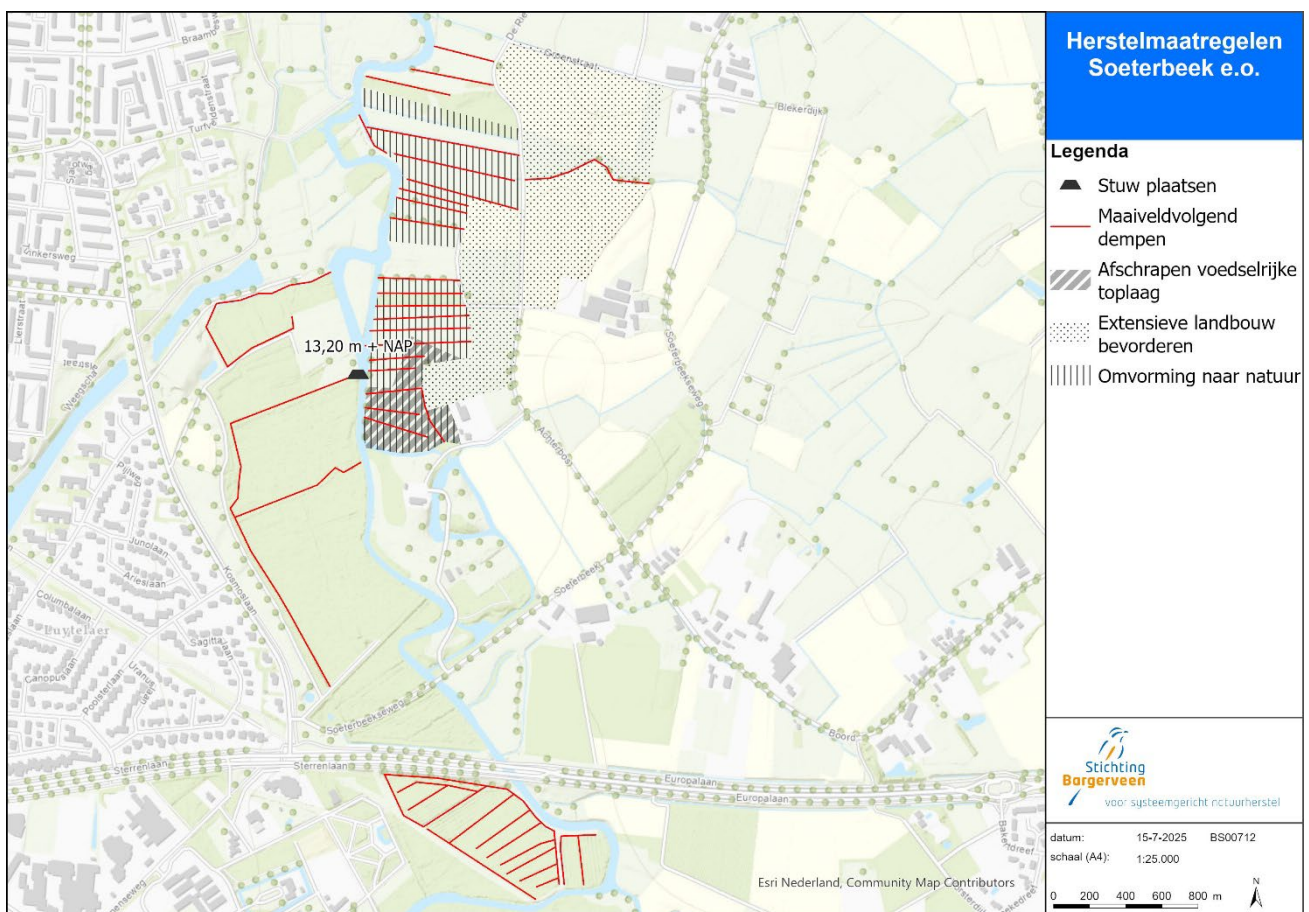
Het dempen van de twee hoofdwatgangen leidt buiten het gebied tot problemen met de afwatering omdat het toestromend water niet meer het Dommeldal in kan. Voor de sloot bij nummer 2 kan met een duiker onder de weg worden gezorgd dat het water op andere sloten kan afstromen die bij Soeterbeek op de Dommel uitmonden. Voor de sloot bij 1 geldt dat het afwateringsstelsel dat richting de Dommel loopt is gescheiden van het stelsel dat richting de Hooijdonkse Beek loopt door een kleine B-watergang, zie 3 rechtsonder in Figuur 4.122. Door deze B-watergang te verdiepen tot 13,00 meter +NAP keert de stromingsrichting om en gaat het gebied afwateren naar DL103 die richting de Hooijdonkse Beek stroomt. Dit is ook het natuurlijke afwateringspatroon. Een, minder goed, alternatief is de B-watergang parallel aan de Dommel naar het noorden leiden en hem daar

aan te takken op sloten (zie 'waterloop aanleggen' bij 1 in Figuur 4.122). Met dit alternatief blijft er echter dicht tegen de Rietmusschen drainage liggen. Na het dempen van deze sloten moeten in het gebied ook enkele onnatuurlijke verhogingen, zoals de schouwpaden langs deze hoofdwatertgangen, worden afgegraven om de natuurlijke doorstroming van het grondwater vanuit het zuiden naar het noorden te herstellen.

Ten slotte zijn er ook nog niet-hydrologische maatregelen noodzakelijk. Het gaat dan om de extensivering van het agrarisch gebruik op de naastgelegen akkergronden. Door deze in ieder geval tot de waterscheiding, dat is op het midden op de akkers, te extensiveren wordt een bufferzone gevormd die voorkomt dat verontreinigingen nog langer via het grondwater naar het dal kunnen stromen.

Vaartbroek

Voor het Vaartbroek zijn geen aanvullende maatregelen voorzien omdat recent alle dempbare sloten al gedempt zijn en het originele maaiveld van opgehoogde percelen hersteld is. Sloten die nu enkel afgedamd zijn kunnen op termijn nog maaiveldvolgend gedempt worden.



Figuur 4.123: Herstelmaatregelen Soeterbeek e.o.

Soeterbeek

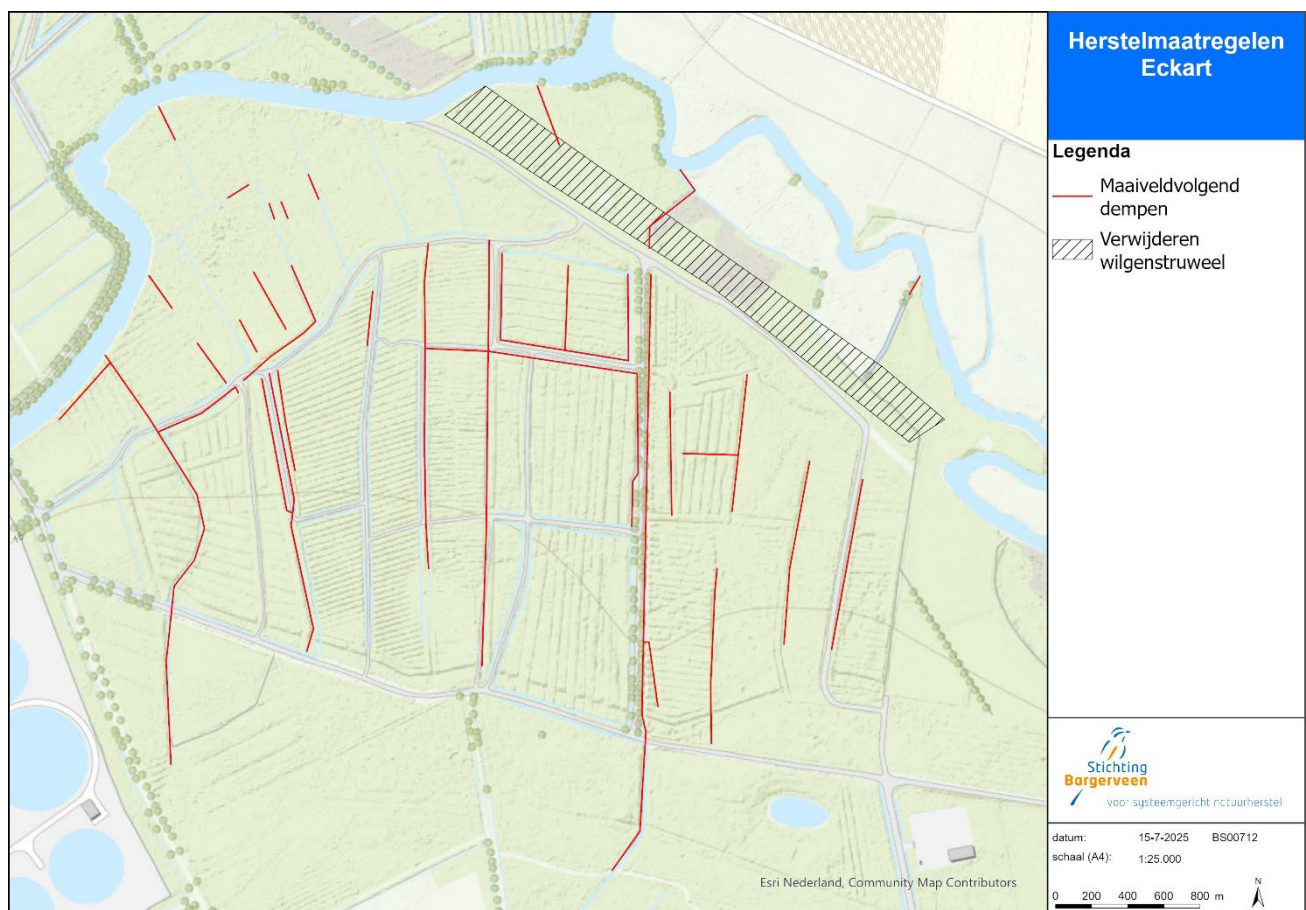
Ten westen van de Dommel worden de sloten die het bosgebied ontwateren gedempt (Figuur 4.123). De doorgravingen in de oeverwal worden intact gelaten, om de ontwatering en doorstroming van de door inklinking ontstane kom te faciliteren en het grootschalig afsterven van het bos door langdurige inundatie te voorkomen.

Ten oosten van de Dommel, waar nog zeer veel diepe sloten direct in de Dommel uitmonden, ligt nog een grote herstelopgave (Figuur 4.123). Door hier de sloten te dempen en het landgebruik te extensiveren, is hier ook ontwikkeling van soortenrijke beekdalvegetaties mogelijk. Een sloot die door de Heuvelakkers het gebied in stroomt kan gedempt worden, waarna het restant de andere zijde op af kan wateren.

De Bogten-Eckart

Hier wordt de ontwatering van het bos op de flank verminderd door de meest ontwaterende sloten te dempen. Hierdoor zal water over de leem afstromen en deels door zandbanen in de leem. Onderaan de flank, langs het cunet van de hoogspanningsleiding, wordt het wilgenstruweel afgelopen decennia uit hooilanden ontstaan is weer open gemaakt opdat op deze plek met sterke kweldruk soortenrijke hooilandvegetaties kunnen worden hersteld. Verder is het noodzakelijk alle detailontwatering die de oeverwallen in het beekdal doorsnijdt te dempen.

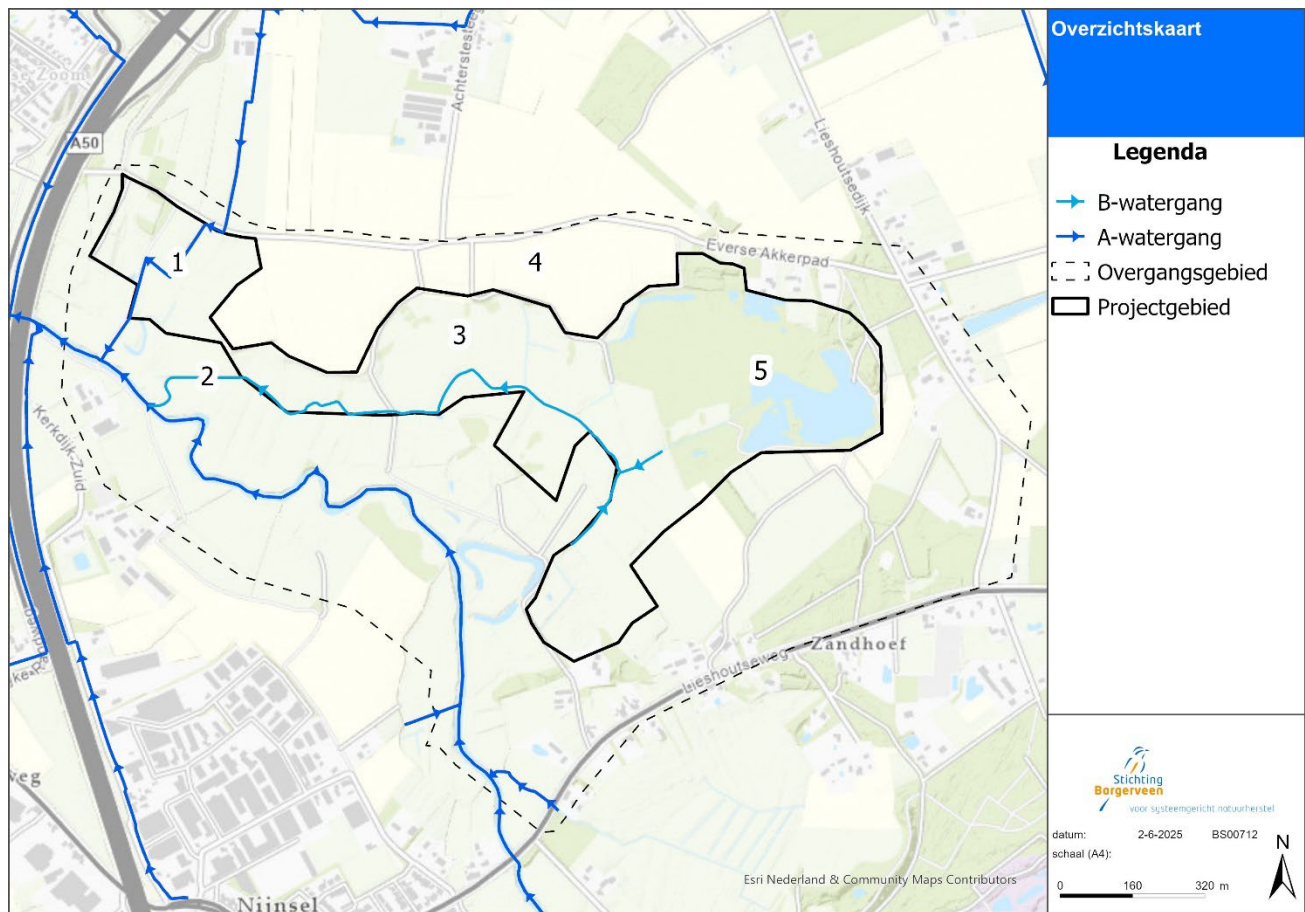
Ook het dempen van alle overige detailontwatering in het bosgebied op de flank zal zorgen voor een betere ontwikkeling van de vegetatiegradiënten. Na het dempen van de nu meest ontwaterende sloten zullen de grondwaterstanden stijgen en stabiliseren. Op termijn kan dan blijken welke ondiepere greppelsystemen nog drainerend werken. Vanwege de cultuurhistorische en ecologische waarden van het bos en deze greppelsystemen zal steeds moeten worden afgewogen verder hydrologisch herstel in dat licht te rechtvaardigen is.



Figuur 4.124: Herstelmaatregelen De Bogten-Eckart

4.5 De Dommelbeemden

4.5.1 Gebiedsbeschrijving

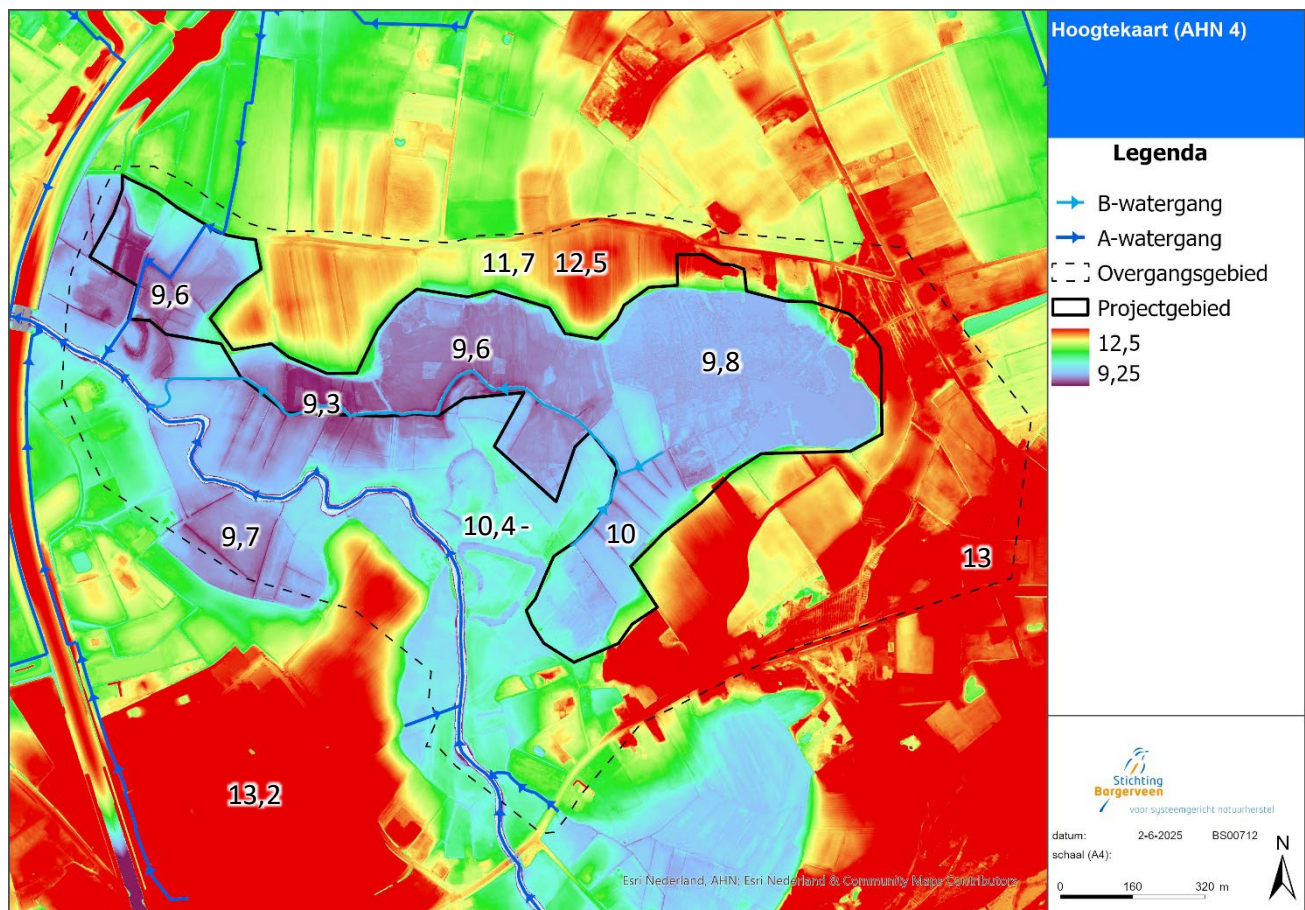


Figuur 4.125 Overzichtsk kaart Dommelbeemden met 1) Westelijke graslanden met A-watergang 2) Beemdsloot 3) Dommelbeemden 4) Everse akkers 5) Moerkuilen.

De Dommelbeemden zijn het meest noordelijke, meest stroomafwaarts gelegen deelgebied in deze studie. Ze liggen net noordelijk van de Midden Brabantse Dekzandrug, direct oostelijk van Sint-Oedenrode. De Dommel heeft hier aan het einde van de laatste ijstijd een grote bocht in het toen aan het maaiveld liggende zand uitgesleten. Dit gebied is vervolgens met zand, leem en veen opgevuld (Kijm et al., 2018). Het veen is daarna gedeeltelijk verveend, de Moerkuilen (nummer 5, Figuur 4.125) zijn een overblijfsel van deze veenwinning. Na beëindiging hiervan werden ze verlaten en ontstonden open water en elzenbroekbossen. De rest van het gebied bestaat voornamelijk uit hooilanden, waarvan er enkele hoge botanische waarden hebben (3). Het gebied wordt doorsneden door de Beemdsloot, die vanaf de Moerkuilen door de beemden richting de Dommel stroomt en daar vrij op afwatert (2). Het grootste deel van het gebied is eigendom van Staatsbosbeheer, enkele percelen in de zuidoosthoek zijn nog in particulier eigendom. Direct ten noorden van het gebied liggen de Everse akkers (4), die vanwege de uitspoeling van meststoffen naar de lagere gelegen beemden zijn aangekocht door Staatsbosbeheer en nu gebruikt worden voor biologische landbouw.

4.5.2 Landschapsofbouw

4.5.2.1 Bodem en reliëf

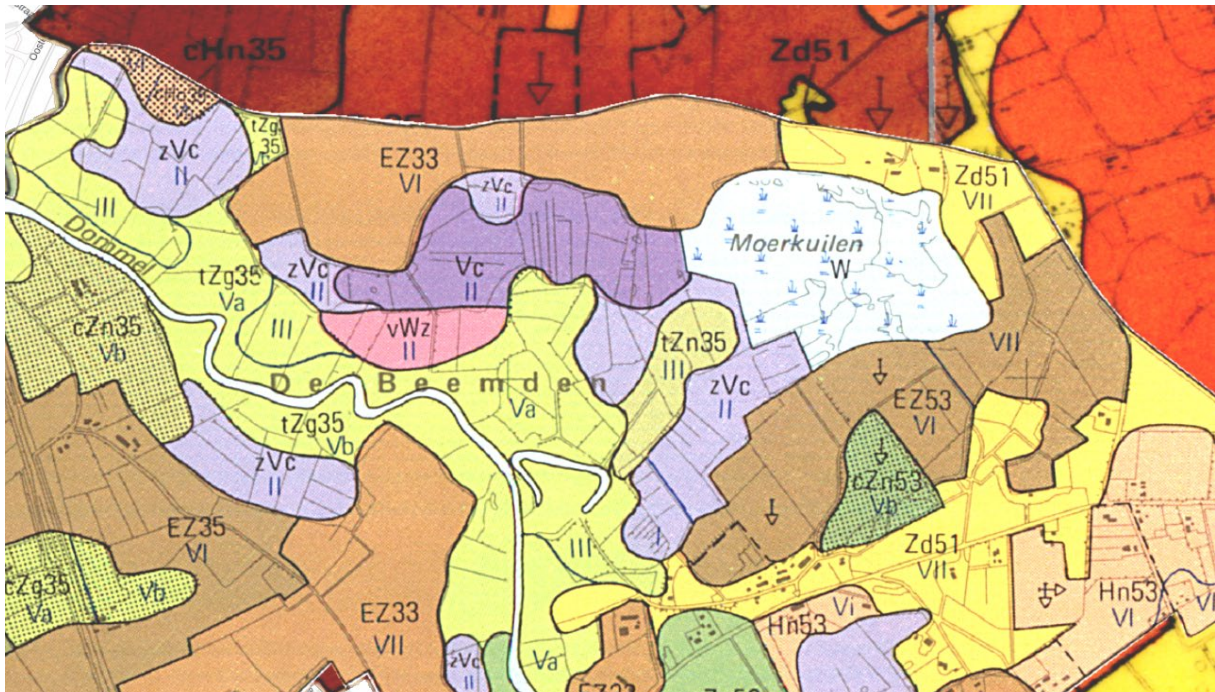


Figuur 4.126: Hoogtekaart van het gebied (AHN4). Belangrijke maaiveldhoogten zijn in meters +NAP aangegeven.

Het gebied bestaat uit een kronkelwaard, omgeven door een enkele meters hoger gelegen dekzandlandschap. Het gebied ligt op de overgang van het zuidelijk gelegen reliëfrijke dekzandlandschap van de Midden-Brabantse Dekzandrug en het ten noorden daarvan gelegen vlakkere dekzandlandschap tussen Sint-Oedenrode en 's Hertogenbosch. In het meest bovenstroomse deel van het reservaat heeft de Dommel langs recenter afgesneden meanders brede oeverwallen afgezet. De Dommelbeemden en Moerkuiten liggen tussen de 9,3 en 10 m +NAP. De oeverwallen dicht bij de huidige loop van de Dommel liggen op 10,4 tot 11 m +NAP. Het maaiveld buiten het beekdal ligt op ca. 11,5 tot 13 m +NAP met daarin op 7,5-9,5 m +NAP de Brabantse Leem. Daarboven liggen enkele meters dekzand. Het beekdal wordt begeleid door esgronden met een esdek van een meter op dekzand. De beekdalrand ligt tussen 12 tot 13 m +NAP en vormt zo een opvallende steilrand van 2-3 meter.

De opbouw van de beekdalbodem is reeds door Garritsen (1988) in kaart gebracht maar wordt hier beschreven volgens Kijm et al. (2018) vanwege de grotere dichtheid aan boringen en aanvullende dateringen (OSL, C14). De Dommel heeft aan het eind van de laatste ijstijd (ca. 16.000 jaar geleden) zijn paleovallei uitgesleten waarbij de loop tegen de nog altijd te herkennen steilrand lag. In de binnenbocht (richting de huidige Dommel) zijn toen grote hoeveelheden zand afgezet, dat arm was aan organisch materiaal. De Dommel heeft daarna gemeanderd nabij de steilrand en geulen uitgesleten in zijn eigen sediment. De Dommel is ca. 7000 jaar geleden opgeschoven naar zijn huidige bedding. De verlaten geulen zijn toen deels opgevuld met sterk organische, minerale afzettingen en

veen. Daarbovenop is tussen de 7000 en 4000 jaar geleden een leemlaag van enkele decimeters tot meer dan een meter dik afgezet. Deze laag ontbreekt in de Moerkuilen. De laatste 4000 jaar heeft de Dommel in het nu zandige deel van het dal (geel in Figuur 4.127) een nieuw 3 tot 5 meter diep dal uitgesleten en weer met organische zandlagen opgevuld. In de rest van het dal heeft zich in deze periode op de leemafzettingen een veenpakket gevormd dat nu nog 0,5 tot 1,5 meter dik is. De opbouw van het veen staat in Figuur 4.128. Dicht bij de steilrand ligt het dikste veenpakket, variërend van 1 tot 1,5 meter in de Dommelbeemden tot 3 meter aan de randen van de Moerkuilen.

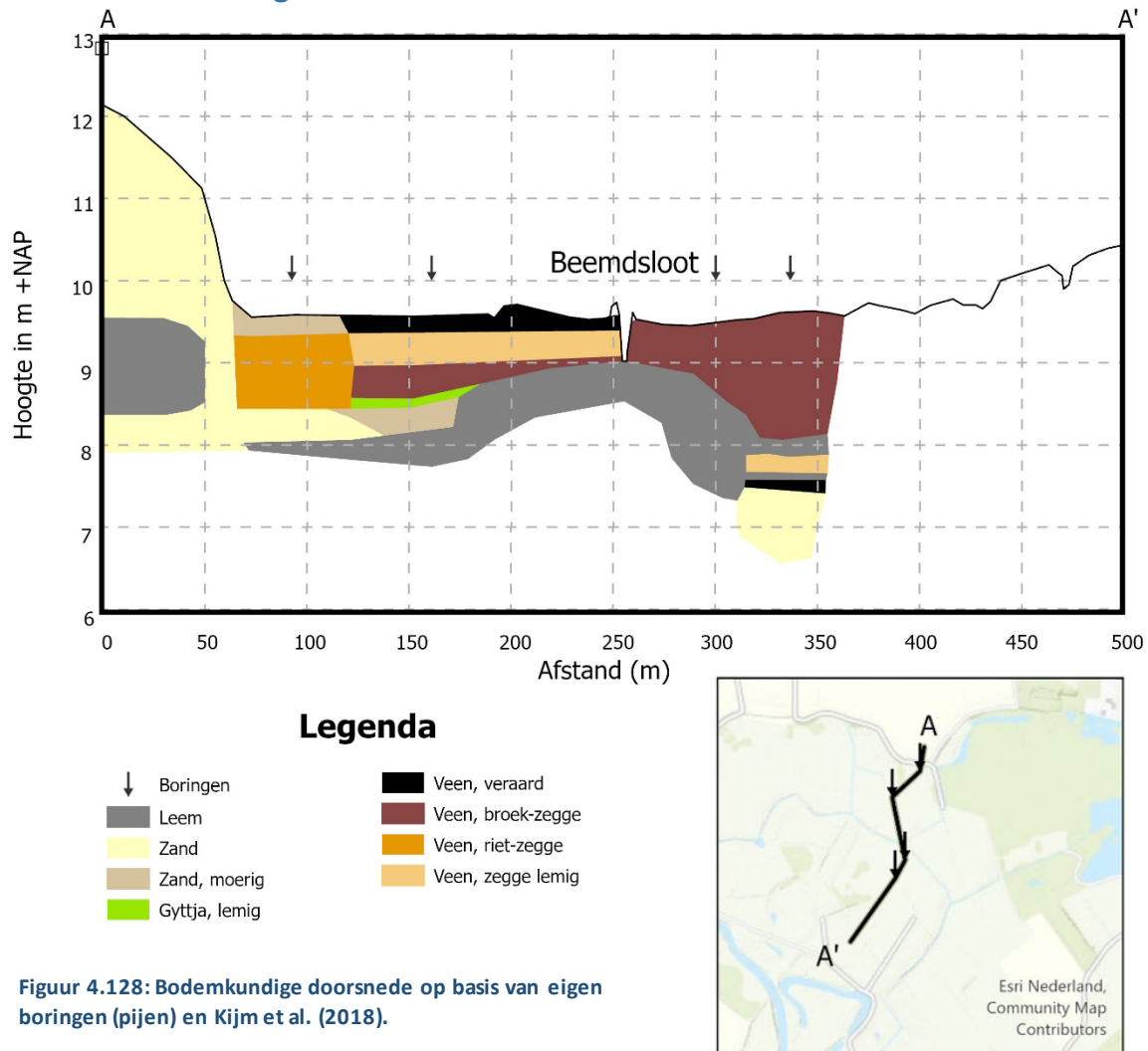


Figuur 4.127 Gedetailleerde bodemkaart uit 1975 met verspreiding veenbodems (paars), zandige afzettingen (geel) en esdekken (bruin). Bron: bodemdata.nl

Op de gedetailleerde bodemkaart (Figuur 4.127) is de verspreiding van de bodemtypen te zien. Het dal rondom de huidige loop van de Dommel bestaat uit zandige bodems (geel), dit zijn beekerdgronden in lemig fijn zand. Richting de randen liggen op veel plaatsen diepe veenbodems met een opgebrachte minerale toplaag (meerveengronden op zegge-, rietzegge- of broekveen, lichtpaars). Enkel in het noorden, waar zich de botanisch meest waardevolle graslanden bevinden, ontbreekt deze toplaag. Hier lagen in 1975 vlierveengronden op zegge, rietzegge- of mesotroof¹ broekveen (donkerpaars). Door ontwatering is de toplaag van deze gronden tegenwoordig veraard, waardoor er nu sprake is van madeveengronden. De Moerkuilen bestaan grotendeels uit open water, maar uit eigen boringen in restanten van legakkers blijkt dat ook hier vlierveengronden op broek-, riet- en zeggeveen voorkwamen. In dit deel van het Dommeldal, dus ook rondom de Dommelbeemden, bevinden zich opgehoogde akkers (hoge bruine/zwarte enkeerdgronden). Noordelijk van de Dommelbeemden zijn dit de Everse Akkers; zuidelijk van de Moerkuilen zijn het de akkers bij de Zandhoef. Voor de ontginningen in de 20^e eeuw gingen de akkers op de beekdalrand over in een uitgestrekt vlak, vochtig heidelandschap op veldpodzolen. Het is tegenwoordig geheel ontgonnen tot landbouwgebied. Zuidelijk van de Zandhoef ligt Het Spank. Dit is nog een andere breed uitgesneden meander, bestaande uit moerige eerdgronden en meerveengronden op zegge-, rietzegge- of broekveen.

¹ Volgens aanduiding op de bodemkaart uit 1975, waarschijnlijk betreft het hier eutroof broekveen, de huidige ontwikkeling van elzenbroekbos suggereert dit, alsook de ligging in een overstromingsvlakte in de middenloop van de Dommel.

4.5.2.2 Bodemkundige doorsnede

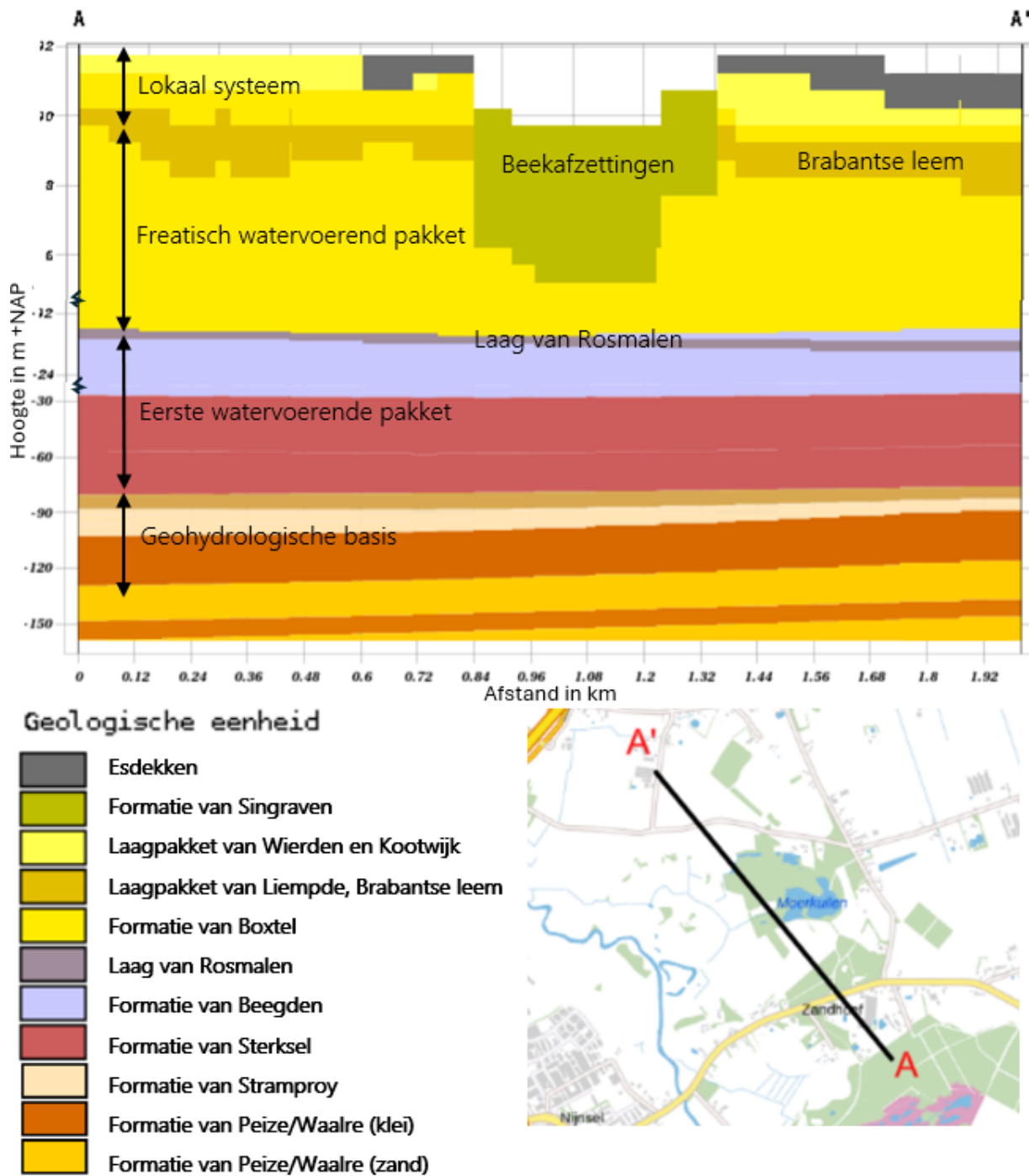


Op de doorsnede in Figuur 4.128 is de opbouw van de ondergrond weergegeven. De diepere ondergrond bestaat uit zand, dat afgedekt is met een leemlaag, soms aaneengesloten, soms zoals zuidelijk van de Beemdsloot onderbroken door laagjesveen. Op dit minerale pakket ligt een pakket veen van verschillende botanische samenstellingen. Aan de voet van de steilrand ligt vooral leemarm riet-zeggeveen, terwijl er in de rest van het dal (matig) leemrijk zeggeveen voorkomt, dat verder naar het zuiden overgaat in leemarm broek-zeggeveen. Het (matig) leemrijke veen is ontstaan onder invloed van overstroming. In één boring werd ook gyttja aangetroffen, wat duidt op een lokale openwaterverlanding. Het veen is over het algemeen vrij sterk gehumificeerd of zelfs veraard, slechts hier en daar herbergen de veenlagen nog goed herkenbare plantenresten. De zand- en leemlagen zijn vaak organisch tot moerig.

Tijdens het boren stond er water op maaiveld, terwijl de leem- en veenlagen daaronder vrij droog waren. Deze slechtdoorlatende leem- en veenlagen worden dus niet natgehouden door grondwater met een hoge stijghoogte. Het water op maaiveld moet daarom regen- of overstromingswater zijn. De Beemdsloot, die hier centraal door het veengebied is gegraven, doorsnijdt deze veenlagen en de slootbodem ligt plaatselijk tot in de leem. In de dalflank ligt de bovenzijde van de Brabantse Leem ter hoogte van het maaiveld van het veengebied. Tussen de Brabantse Leem en de beekafzettingen ligt nog een smalle, zandige zone van geërodeerde dekzanden. Dit is de enige plaats waar zich geen slecht doorlatende lagen in de ondergrond bevinden en waar in principe grondwater kan uittreden.

4.5.3 Grond- en oppervlaktewatersysteem

4.5.3.1 Geohydrologie



Figuur 4.129: Geohydrologische doorsnede Geotop v1.6, Regis II (dinoloket) met daarin de belangrijkste Formaties en lagen weergegeven. De hoogte-as van de figuur maakt op twee plaatsen een sprong in de weergave.

De geohydrologische basis van het Dommeldal-systeem ligt ongeveer 100 meter beneden NAP (Figuur 4.129) en bestaat uit nagenoeg ondoorlatende kleilagen van de Formaties van Peize en Waalre en van Stramproy. Daarboven ligt een ca. 60 meter dik eerste watervoerende pakket (WVP1) bestaande uit de goed doorlatende rivierafzettingen van de Formaties van Sterksel en Beegden. Boven in de Formatie van Beegden ligt een ca. 2 meter dikke slechtdoorlatende laag (Laag van Rosmalen). De weerstand van de Laag van Rosmalen is niet bekend, maar is waarschijnlijk niet heel

groot omdat stijghoogtes eronder en erboven nauwelijks verschillen. Op de Laag van Rosmalen ligt het freatisch watervoerend pakket (FWVP), bestaande uit de Formatie van Boxtel. Het FWVP is ca. 25 meter dik en kent alleen boven in een min of meer aaneengesloten slechtdoorlatende laag, de Brabantse Leem (Laagpakket van Liempde). Deze is sterk basenhoudend. In het beekdal van de Dommel is deze door erosie verdwenen. Deze leem is gemengd, verspoeld en afgezet in het zand en veen in de 3 tot 5 meter dikke opvulling van het huidige beekdal (Laagpakket van Singraven). In het omringende landschap bestaat de bovenste laag van de Formatie van Boxtel uit verstoven dekzanden (Laagpakketten van Wierden en Kootwijk) en dicht bij het beekdal ook uit esdekken.

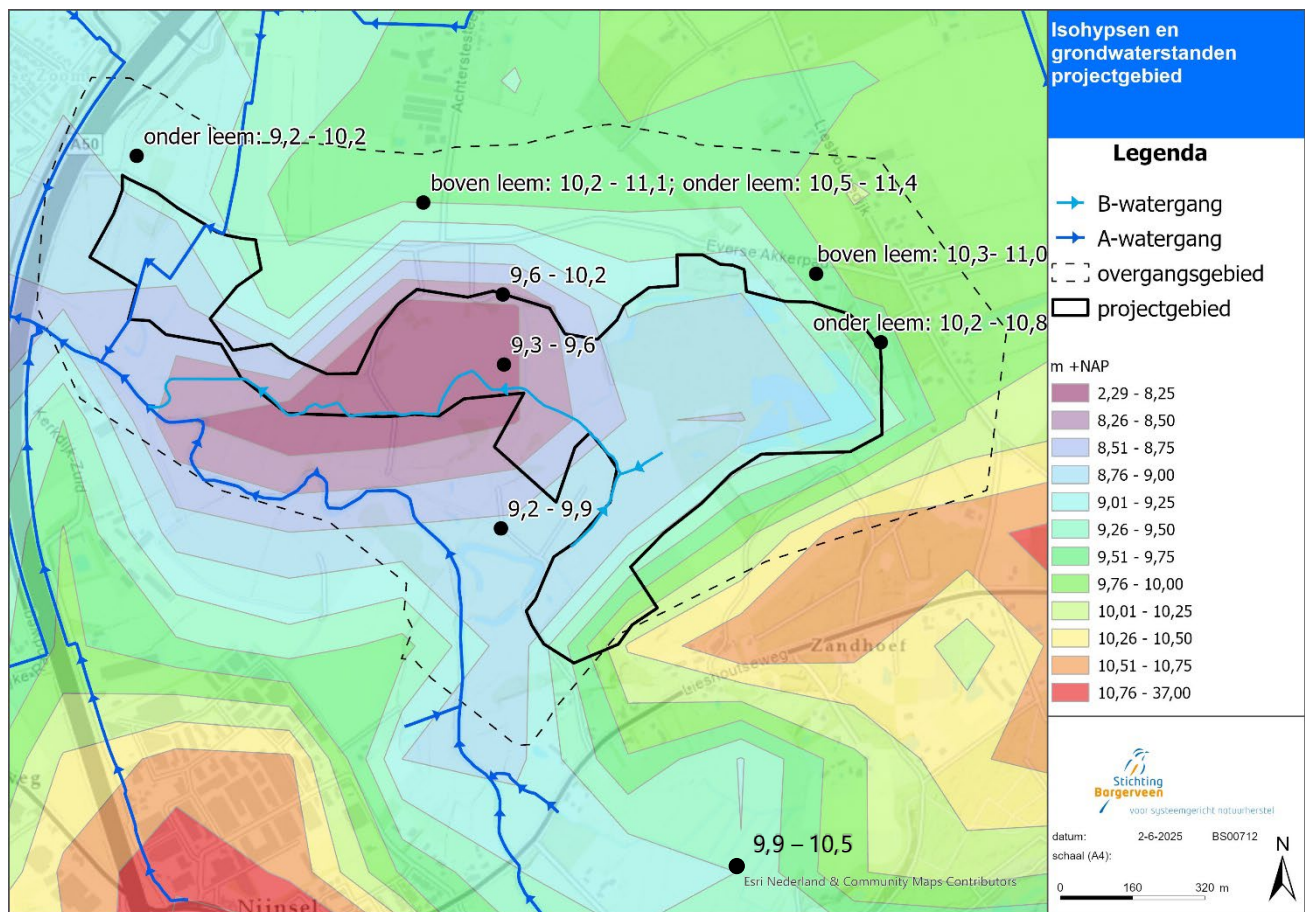
De regionale grondwaterstroming in WVP1 is noordnoordwest gericht (zie paragraaf 3.2.1). In het zuidoosten van het gebied staat net buiten het beekdal een peilbuis met filters op verschillende dieptes (grondwaterstand.brabant.nl, peilbuis B51E0172). Het betreft een filter in WVP1 (-25,61 tot -27,61 m +NAP) en in het FWVP (5,39-4,39 m +NAP, onder de Brabantse Leem). De stijghoogte in WVP1 ligt hier tussen de 9,6 en 10,5 meter +NAP. Dit is 30 cm lager dan de stijghoogte in het FWVP, die fluctueert tussen de 9,9 en 10,8 meter +NAP. Op de hoge gronden buiten het beekdal kan dus inzijging plaatsvinden van het FWVP naar WVP1. De Brabantse Leem zal echter ook voor een sterke laterale waterbeweging zorgen. Bij een maaiveldhoogte in het beekdal tussen 9,3 en 9,9 m +NAP is in het beekdal nagenoeg jaarrond sprake van overdruk vanuit zowel het FWVP als WVP1. Deze overdruk is in het zuidoosten, bij de Moerputten, het grootst.

4.5.3.2 Grondwatersysteem

Voor de stroming van het grondwater zie Figuur 4.130. Het gebied ontvangt vanuit alle richtingen grondwater. Dit stroomt boven en onder de basenhoudende Brabantse Leem toe. Noordelijk en zuidoostelijk van het gebied liggen lokale waterscheidingen. Bij de noordelijke waterscheiding stroomt het grondwater naar het zuiden, via de Everse Akkers naar de Dommelbeemden.

In de Everse Akkers staat een peilbuis (grondwatertools.nl, peilbuis B51E0287) met twee filters die tussen 1994 en 1999 gemeten zijn. De stijghoogte van het diepe filter (onder de Brabantse Leem) lag tussen de 10,5 en 11,4 m +NAP. De grondwaterstand in het ondiepe filter (boven de Brabantse Leem) lag tussen de 10,2 en 11,1 m +NAP (Figuur 4.131). De stijghoogte onder de leem was dus jaarrond ca. 0,3 meter hoger dan de grondwaterstand boven de leem. Hieruit valt af te leiden dat aan het eind van drogere zomers het systeem boven de Brabantse Leem nagenoeg droogvalt, terwijl de stijghoogte onder de Brabantse Leem nog een halve meter boven de Brabantse Leem staat. De grondwaterstanden in de Everse akkers zakten in de meetperiode nooit onder maaiveld van het beekdal.

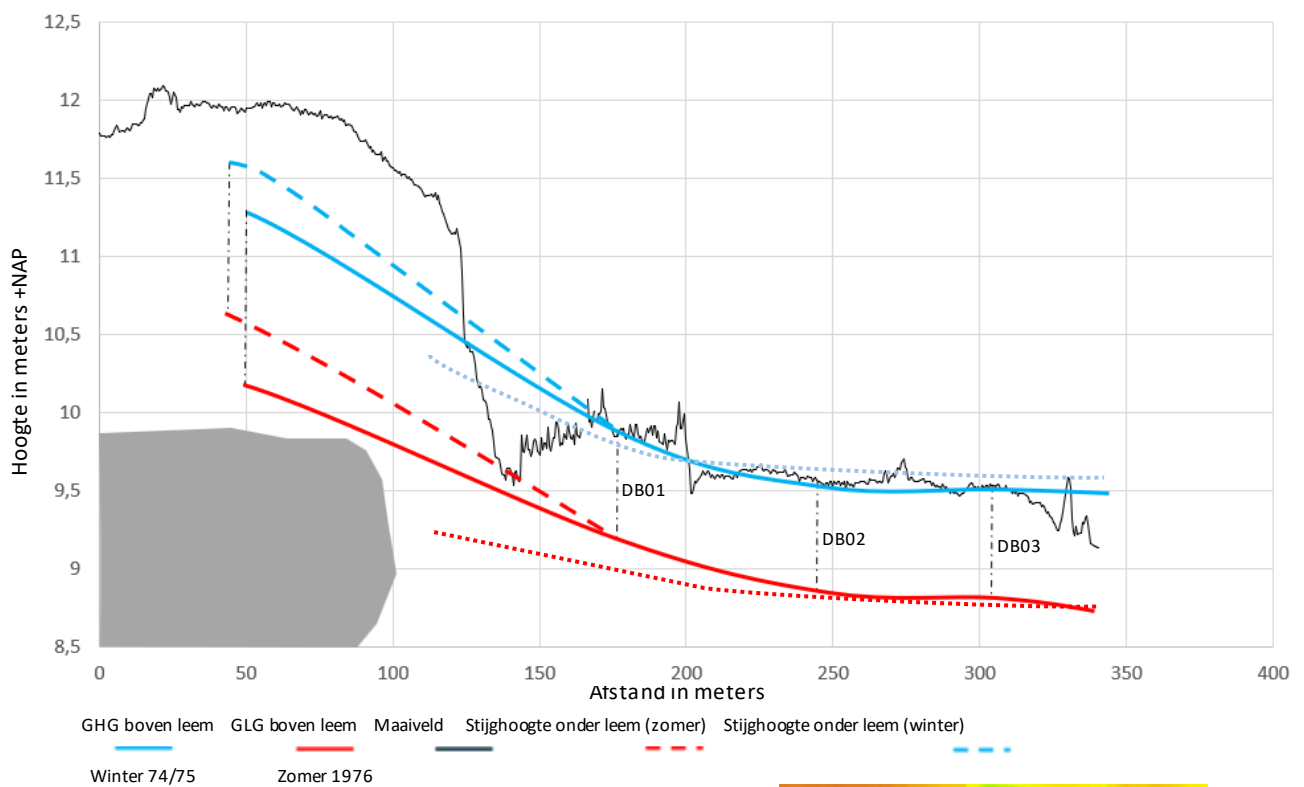
Bij de Moerkuiten ligt nog een buis in de hogere gronden (grondwatertools.nl, peilbuis B51E0218). Deze heeft een filter op 9,94-10,44 m +NAP (boven de Brabantse Leem) en is opgenomen tussen 1952 en 2002. De meetreeks laat een lichte daling van de grondwaterstanden zien tot eind jaren '90, waarna de grondwaterstanden zich herstellen. De grondwaterstand ligt gemiddeld tussen de 10,3 en 11 meter +NAP en zakt niet verder weg dan 10 m +NAP. Ook hier stroomt jaarrond grondwater naar het beekdal.



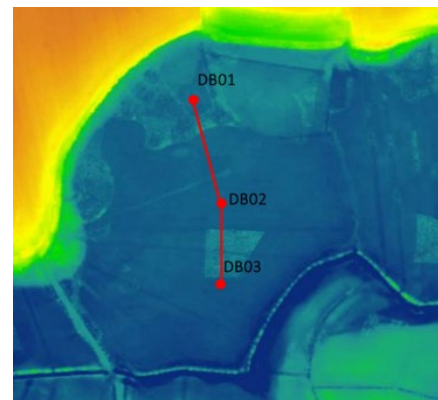
Figuur 4.130: Locaties van enkele peilbuizen in het gebied (grondwatertools.nl) en gemodelleerde isohypsen LHM laag 1 (grondwatertools.nl)

In het beekdal staat het grondwater 's winters aan maaiveld en zakt in de zomer uit. De uitzakking varieert van jaar tot jaar. De grondwaterstanden in Figuur 4.130 zijn in verschillende perioden tussen 2000 en 2018 gemeten en zakken doorgaans 40 cm uit (9,2 m +NAP). In Figuur 4.131 staan aanvullende meetgegevens in een doorsnede, gemeten in de droge zomers van 1976 en 2022. De uitzakking bedraagt dan 80 cm (8,8 m +NAP).

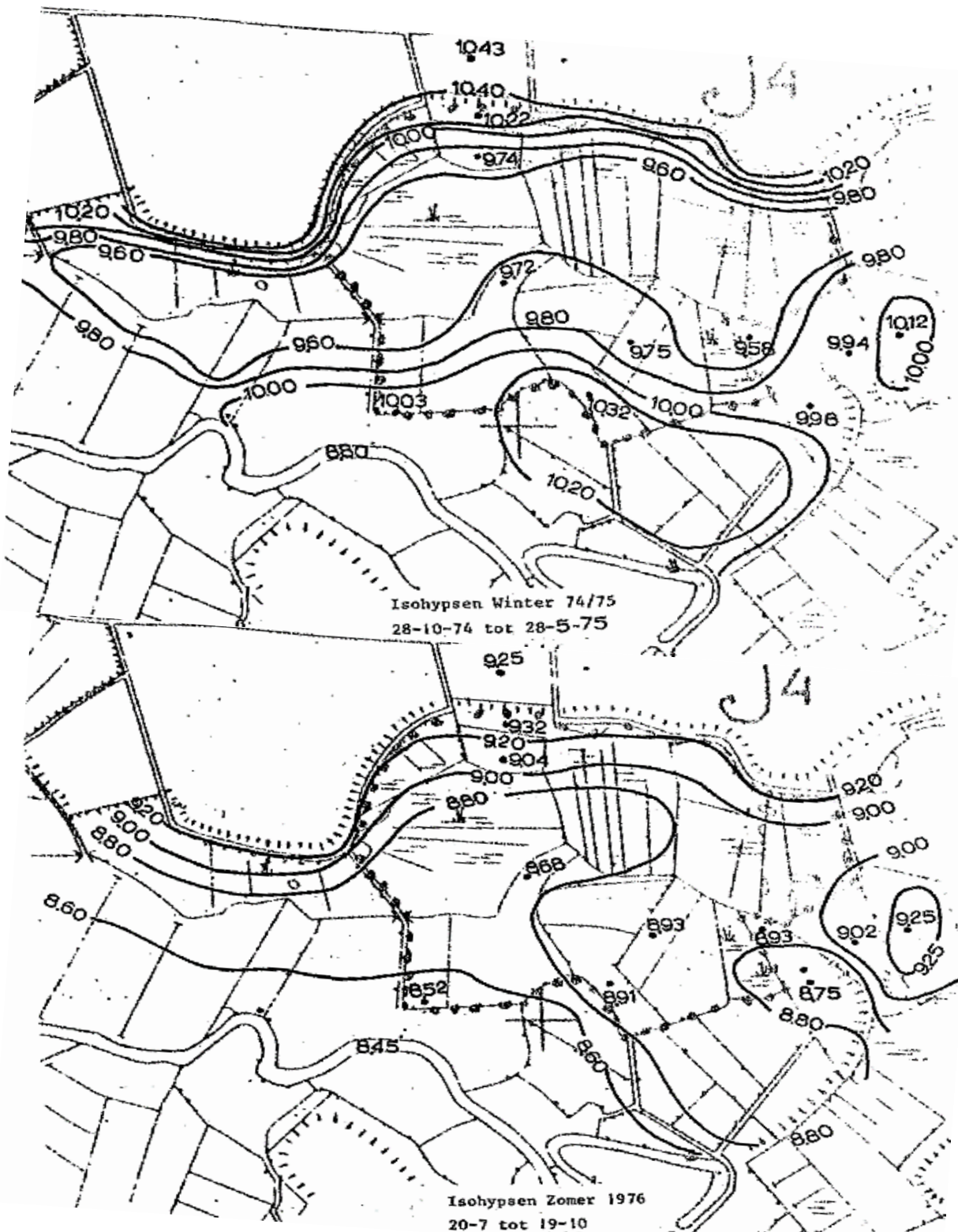
Zuidelijk van de Zandhoef ligt nog een andere laagte in het Dommeldal: Het Spank. Deze laagte heeft een maaiveld van 9,8–10,3 m +NAP. Peilbuis B51E1706 staat aan de zuidoostrand van het gebied (het meest zuidelijke punt in Figuur 4.130) en heeft een filter op 6,83–7,83 m +NAP; de grondwaterstand varieert tussen 2011 en 2016 van 9,9 tot 10,5 m +NAP. Ook hier heerst overdruk en kan opstijgend grondwater het maaiveld bereiken.



Figuur 4.131: Grondwaterstandsverloop bij de steilrand in het noorden van het gebied. Gegevens onder Everse akkers uit B51E0287, gegevens DB01-03 in Dommelbeemden uit interne publicatie KWR (J. Nijp, persoonlijke communicatie) gemeten tussen mei 2022 en februari 2023. Grondwaterstanden 1974-1976 uit De Vries (1980).



De Vries (1980) heeft een isohypsenkaarten vervaardigd voor de natte winter van 1974-1975 en de extreem droge zomer van 1976 (Figuur 4.132). Voor de wintersituatie geldt dat ook toen grondwater aan maaiveld stond, met in de steilrand grondwaterstanden van 70 centimeter boven maaiveld van het beekdal. Ook is er ten zuiden van de beemden sprake van een opbolling van ongeveer een halve



Figuur 4.132: Isohypsenkaarten vervaardigd door De Vries (1980). Met boven winter 74/75 en onder zomer 1976.

meter (t.o.v. maaiveld beekdal) in het hoger gelegen zandige deel tussen de beemden en Dommel. Dit is ca. 1,5 meter hoger dan het toen gemeten Dommelpoel. Er is kortom sprake van een forse overdruk van het grondwater en de Dommel zal het daarom aanzienlijk draineren.

In de zomer van '76 zakten de grondwaterstanden in het beekdal weg tot een kleine meter onder maaiveld. Ook in de steilrand en flank is dan sprake van grondwaterstanden beneden maaiveld van het beekdal. De opbolling onder het zandige deel tussen Dommel en beemden is verdwenen en grondwaterstanden lopen vanaf de steilrand geleidelijk af naar het Dommelpoel.

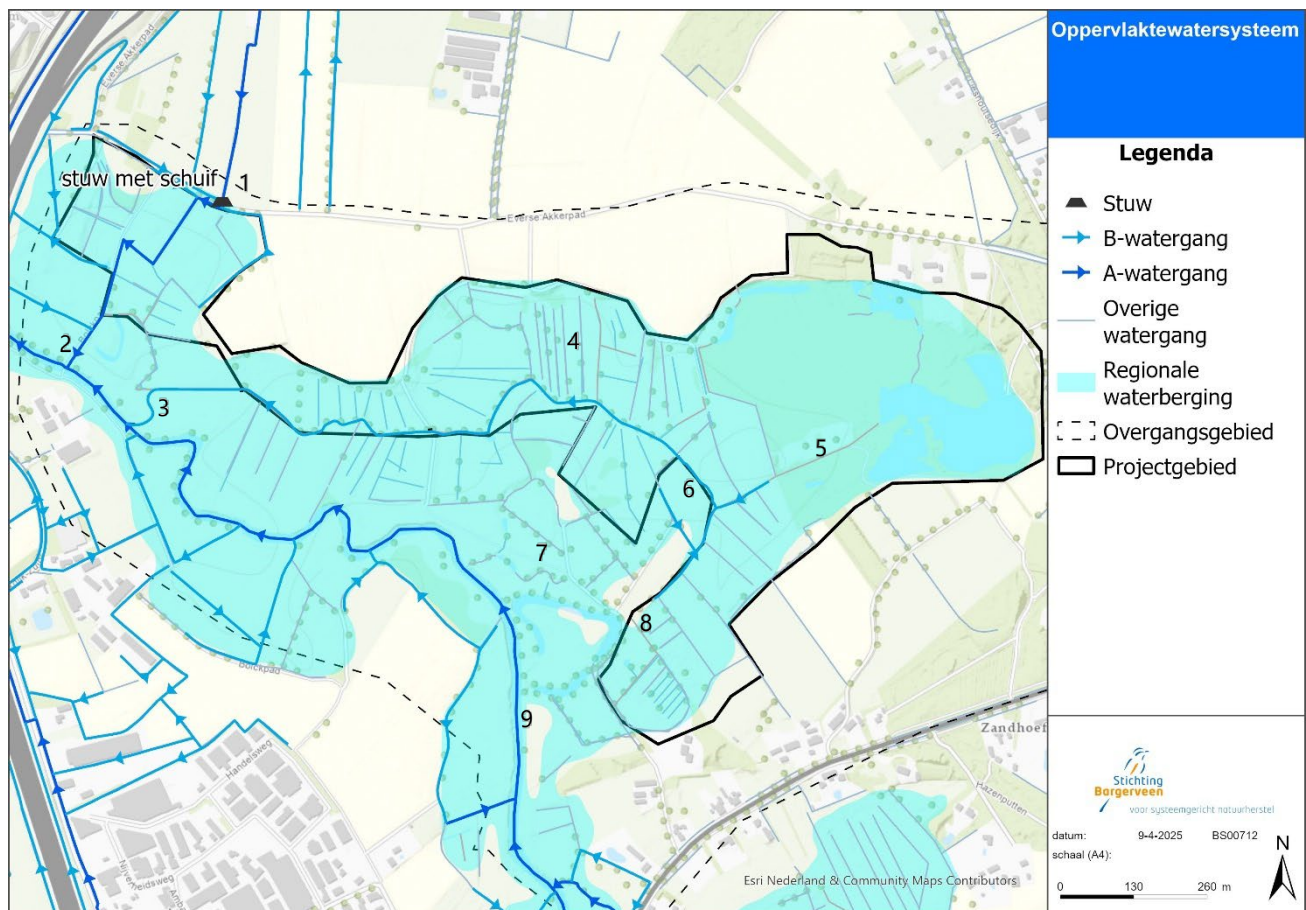
Op basis van de stijghoogtes in de flank en het maaiveld in het dal is doorgaans een opgaande grondwaterbeweging te verwachten. Uit lopend onderzoek van KWR (J. Nijp, persoonlijke communicatie) lijkt er echter nauwelijks sprake te zijn van een opgaande waterbeweging in het veengebied. Bij eigen boringen aan het eind van de natte winter 2023-2024 waren de compacte veen- en kleilagen in de bodem vrij droog, en zeker niet waterverzadigd (Figuur 4.133). Dit komt waarschijnlijk omdat neerslag- en overstromingswater over maaiveld naar de watergangen stromen en het onder druk staande grondwater onder de compacte leem en veenlagen eveneens, waardoor de ondiepe ondergrond relatief droog blijft. De geringe waterbeweging in de beekdalsedimenten zelf wordt ook al beschreven door De Vries (1980). In de slootoevers in het gebied is wel uittredend grondwater waar te nemen.

We concluderen dat het grondwater dat onder aanzienlijke druk staat het maaiveld in de lage delen van de Dommelbeemden niet kan bereiken, en in plaats daarvan naar de watergangen stroomt.



Figuur 4.133: Contrast van nat maaiveld met vlies van ijzerbacteriën en droge/vochtige leem en veen direct daaronder.

4.5.3.3 Oppervlaktewatersysteem



Figuur 4.134: Oppervlaktewatersysteem met 1) Everse waterloop, 2) Monding Everse waterloop, 3) Monding Beemdsloot, 4) Begreppeling Dommelbeemden, 5) Begin Beemdsloot bij Moerputten, 6) Beemdsloot doorsnijding zandige kop, 7) Greppels in hoger gelegen zandige kop, 8) Begin Beemdsloot in zuidpunt, 9) Dommel.

De Dommel (nummer 9, Figuur 4.134) is het laagste punt in de wijde omgeving en vormt de regionale drainagebasis. Het peil van de Dommel wordt gemonitord in Sint-Oedenrode en fluctueerde in 2021-2023 tussen de 8,65 en 9,10 m +NAP met uitschieters tot 9,60 m +NAP. De Dommelbeemden liggen ongeveer een kilometer stroomopwaarts van dit meetpunt en de peilen zullen hier gemiddeld enkele centimeters tot enkele decimeters hoger liggen. Vanuit de Dommel vinden overstromingen plaats, die beginnen bij de Beemdsloot bij een hoogte van 9,3 m +NAP. Vanaf 9,8 m +NAP stroomt ook water over de oeverwal de Dommelbeemden in. Hoewel het gebied als regionale waterberging is aangemerkt, vinden grootschalige inundaties met Dommelwater zelden meer plaats. Tussen 1974 en 1985 was de gemiddelde inundatieduur (>9,8 m +NAP) nog ca. 7 dagen per jaar (Garritsen, 1988), terwijl er geen overstromingen optraden tussen 2008 en 2018 (De Haas, 2019). In de extreem natte winter van 2023-2024 zijn de Dommelbeemden wel overstroomd.

Toen tot 1945 de Borgmolen in Sint-Oedenrode nog in bedrijf was (bedroeg het winterstuwpeil (gehanteerd sinds in ieder geval 1510) 10,16 meter +NAP en het zomerstuwpeil 9,31 meter +NAP (Deckers, 1927). Hier valt uit af te leiden dat het gehele venige gedeelte van de Dommelbeemden jaarlijks langdurig geïnundeerd moet zijn geworden met een mengsel van Dommelwater, uittredend grondwater en regenwater.

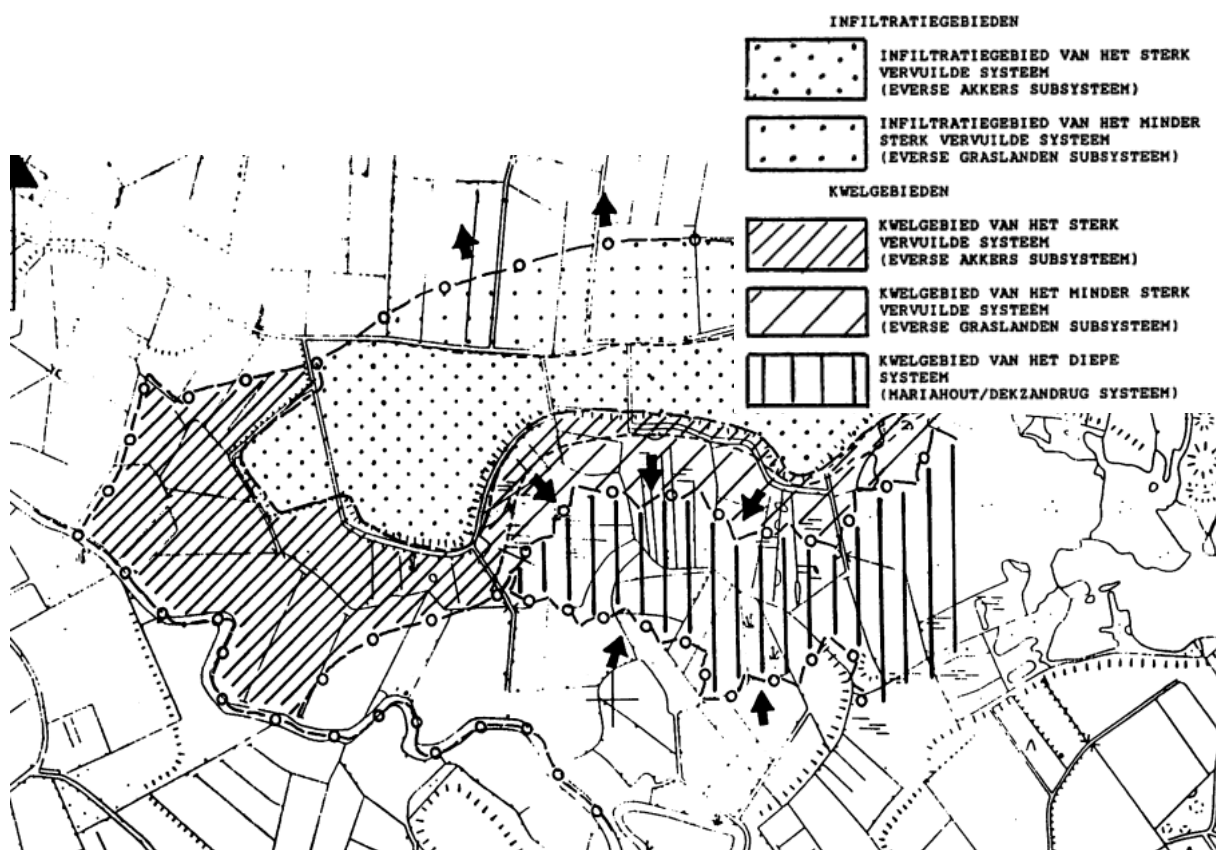
In het gebied liggen enkele ontwateringen die van belang zijn voor de hydrologie in de Dommelbeemden. De belangrijkste daarvan is de Beemdsloot (loopt van 5 en 8 via 6 naar 3 in Figuur

4.134). Volgens De Vries (1980) liep de slootbodembodem destijds af van 9,2 m +NAP aan de westzijde van de Moerputten naar 8,8 m +NAP bij de monding in de Dommel. Dit is nog steeds het geval (Waterschap De Dommel, 2024). De sloot wordt niet gestuwd en kan vrij afwateren op de Dommel. Niet alleen de nabije omgeving van de Beemdsloot wordt gedraineerd door de Beemdsloot, maar feitelijk vrijwel de gehele Dommelbeemden doordat verschillende greppels aantakken op de Beemdsloot. De Beemdsloot zelf doorsnijdt bij nummer 6 een zandrug, waardoor de percelen zuidelijk hiervan effectiever gedraineerd kunnen worden. Delen van deze percelen zijn nog in particulier eigendom. In het hogere zandige deel met oude meanders liggen verschillende greppels die ook naar de Beemdsloot afvoeren.

Ook buiten het reservaat liggen waterlopen (Figuur 4.134). Een daarvan is de Everse Waterloop (loopt via 1 naar 2 in Figuur 4.134), die op ca. 700 meter ten noorden van de Dommelbeemden westwaarts stroomt om daarna zuidwaarts af te buigen en net voor de A50 in de Dommel uit te monden. Ten noorden van het centrum van de Dommelbeemden ligt de slootbodembodem van de Everse Waterloop op ca. 10 m +NAP; bij de afbuiging naar het zuiden op 9,38 m +NAP, en bij de monding in de Dommel op 8,43 m +NAP. In deze sloot bevindt zich bij het Everse Akkerpad een stuw (1) met een laagste doorstroomhoogte van 9,4 m +NAP. Verder is er nog de waterloop die 'Het Spank' (niet op kaart weergegeven) draineert tot 9,19 m +NAP (d.w.z. de hoogte binnenkant duiker onder Lieshoutseweg).

4.5.3.4 Waterkwaliteit

Garritsen (1988) maakte een uitgebreide analyse van de waterkwaliteit in de Dommelbeemden. Hieruit bleek dat er een stelsel van drie geneste systemen bestaat (Figuur 4.135). Waarschijnlijk functioneren de eerste twee systemen binnen het freatisch watervoerend pakket en het derde systeem in het eerste watervoerende pakket.



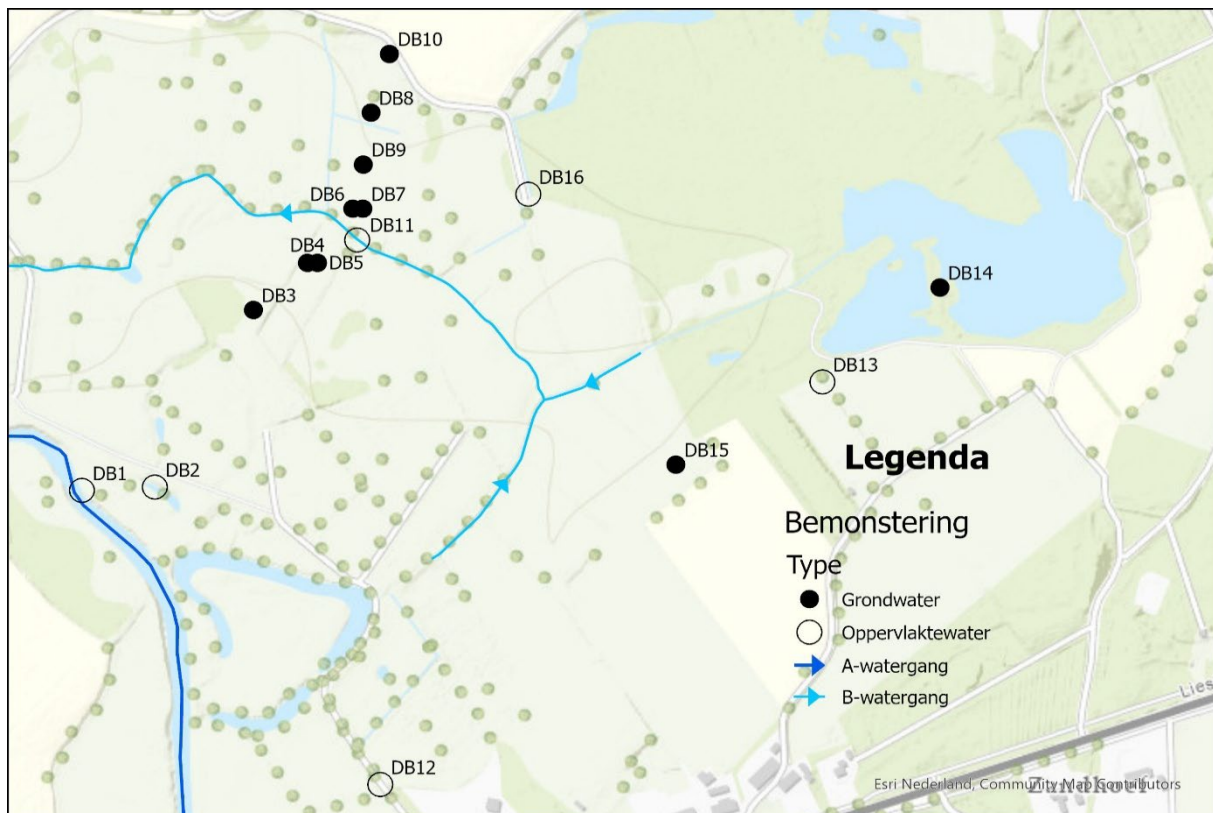
Figuur 4.135: Scheiding grondwatersysteemgrenzen volgens Garritsen (1988).

In eerste systeem stroomt grondwater vanuit de Everse Akkers naar de meest noordelijke delen van de hooilanden. De verblijftijd van water in dit systeem is jaren tot maximaal twee decennia. Dit water kende destijds hoge chloride- ($>1400 \mu\text{mol/l}$), sulfaat- ($>1000 \mu\text{mol/l}$) en nitraatgehaltes ($>3000 \mu\text{mol/l}$).

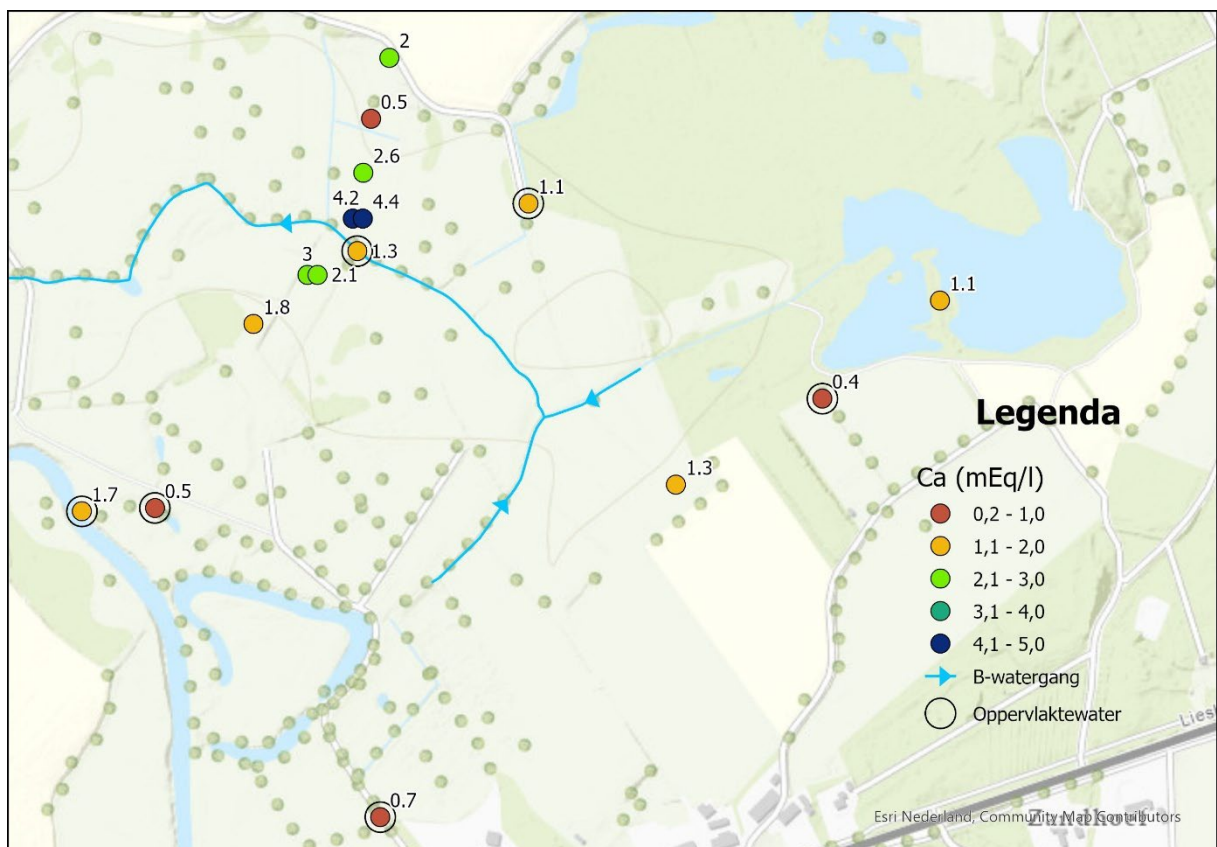
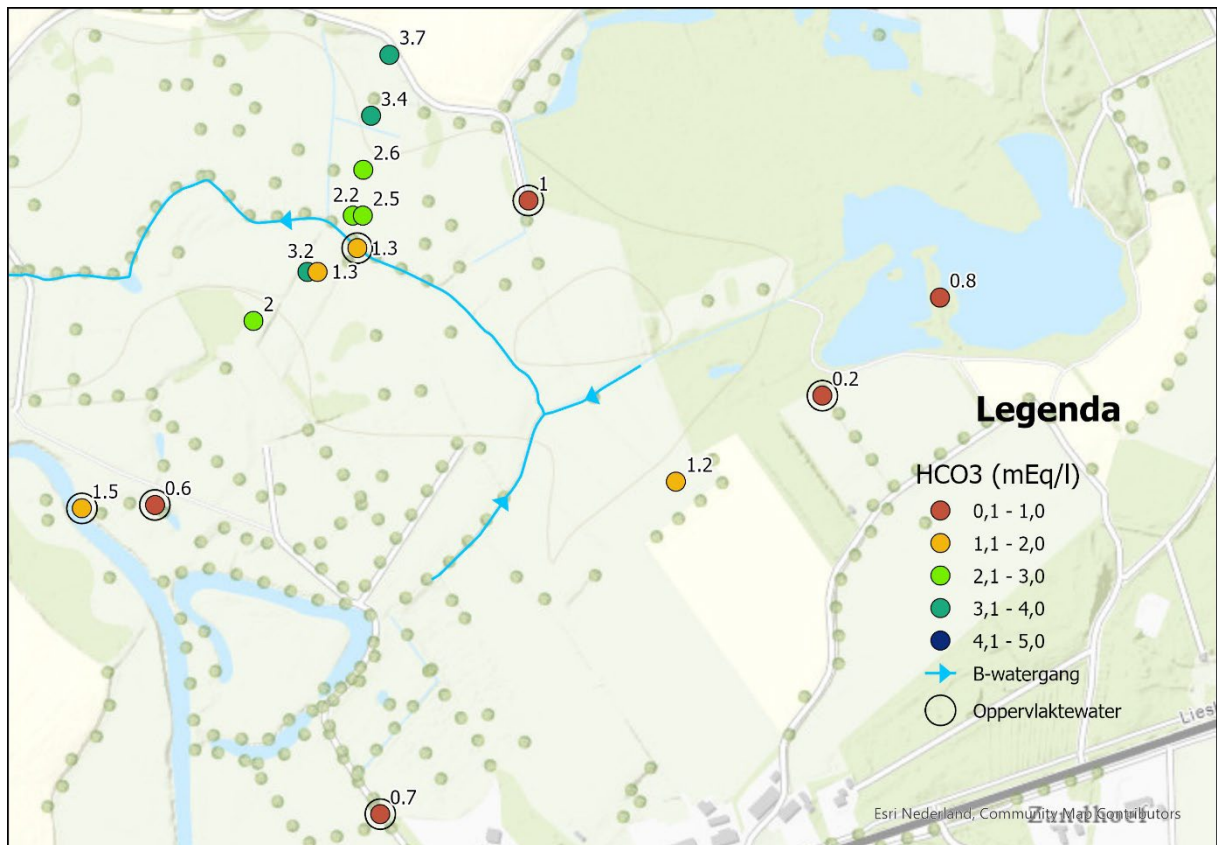
Het tweede systeem functioneert op grotere diepte. Hierin stroomt licht vervuild, grondwater vanuit de Everse Graslanden (deze liggen noordelijk van de Akkers) naar het centrale deel van de hooilanden ten noorden van de Beemdsloot. Het water heeft een verblijftijd van meerdere decennia. Dit water was iets minder vervuild, maar kende nog steeds verhoogde chloride- ($>800 \mu\text{mol/l}$) en nitraatgehaltes ($>400 \mu\text{mol/l}$).

Via het derde systeem komt schoon, diep grondwater, dat in de Midden Brabantse Dekzandrug is geïnfiltreerd, naar boven (in de watergangen) in de Dommelbeemden. Water in dit systeem kent een verblijftijd van één of enkele eeuwen. Hier zijn chloridegehaltes laag ($<350 \mu\text{mol/l}$).

De kwaliteit van grond- en oppervlaktewater is opnieuw bemonsterd in februari 2024, enkele weken na een overstroming van de Dommel. In Figuur 4.136 staan de locaties. De grondwatermonsters zijn met poreuze cups op ca. 20 cm onder maaiveld genomen, monsters DB 3,5 en 7 zijn op ca. 100 cm onder maaiveld genomen (alle data is te vinden in bijlage 2).



Figuur 4.136: Locaties bemonstering waterkwaliteit.



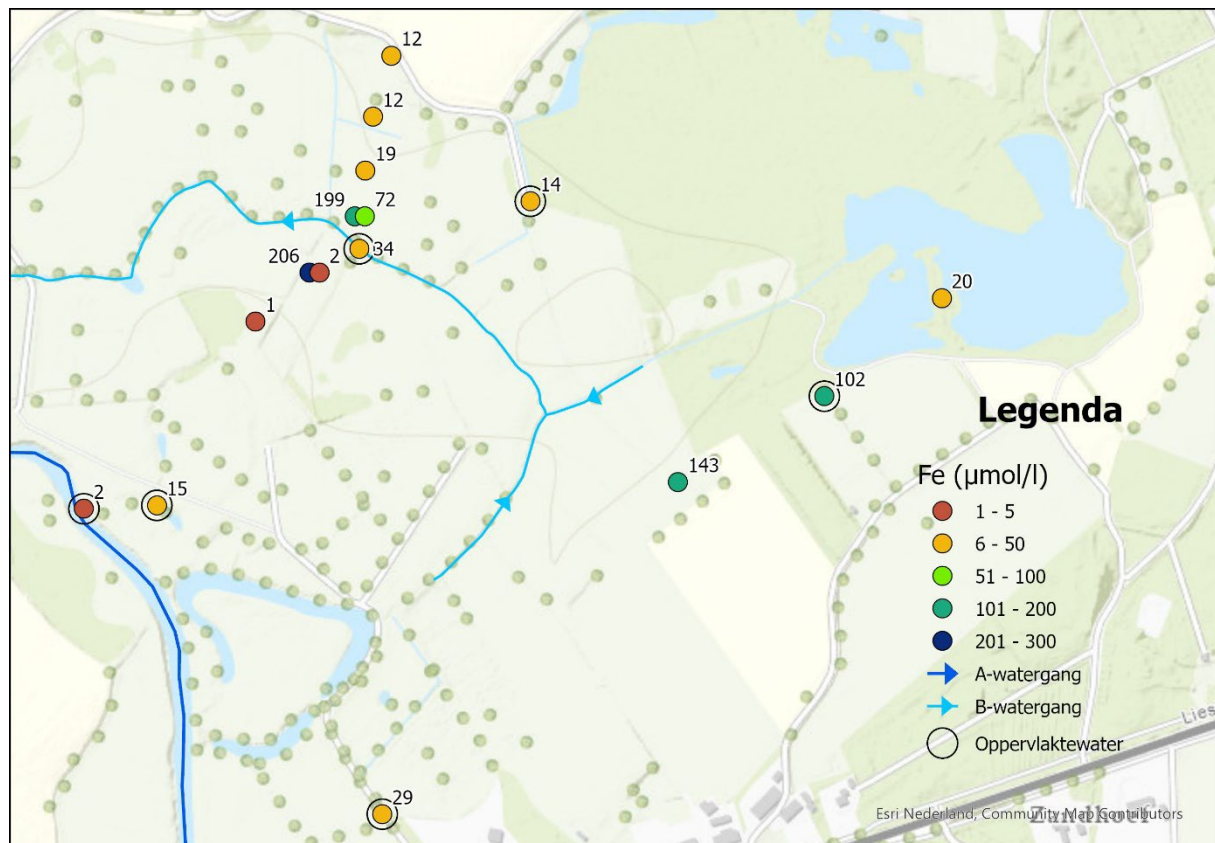
Figuur 4.137: Buffering van HCO₃⁻ en Ca²⁺ in mEq/l.

De bicarbonaat- en calciumconcentraties tonen verschillende watertypen. Bij DB2 en DB13 gaat het om bicarbonaat- en calciumarm oppervlaktewater. Het overige oppervlaktewater, inclusief dat in de Beemsloot en de Dommel, is matig bicarbonaat- en calciumrijk. Het bemonsterde grondwater is nagenoeg overal iets bicarbonaat- en calciumrijker dan het oppervlaktewater. Met name in de hooilanden in de bemonsterde raai door de Dommelbeemden zijn de gehalten hoog. Hier bevindt zich bicarbonaat- en zeer calciumrijkwater. Bicarbonaat- en calciumgehalten zijn hierbij soms niet in balans. Zuidelijk van de Beemdsloot is het diepere grondwater (DB5) echter veel minder bicarbonaatrijk- dan het oppervlakkige (DB4). Noordelijk van de Beemdsloot (DB6 en DB7) ontbreekt zo'n gelaagde waterkwaliteit.

De pH(water) van het grond- en oppervlaktewater in het gebied lag tijdens de bemonstering overal tussen de 6 en 6,4 met een lagere waarde bij DB13 (pH 5,6). Dommelwater kent de hoogste waarde (pH 6,6).

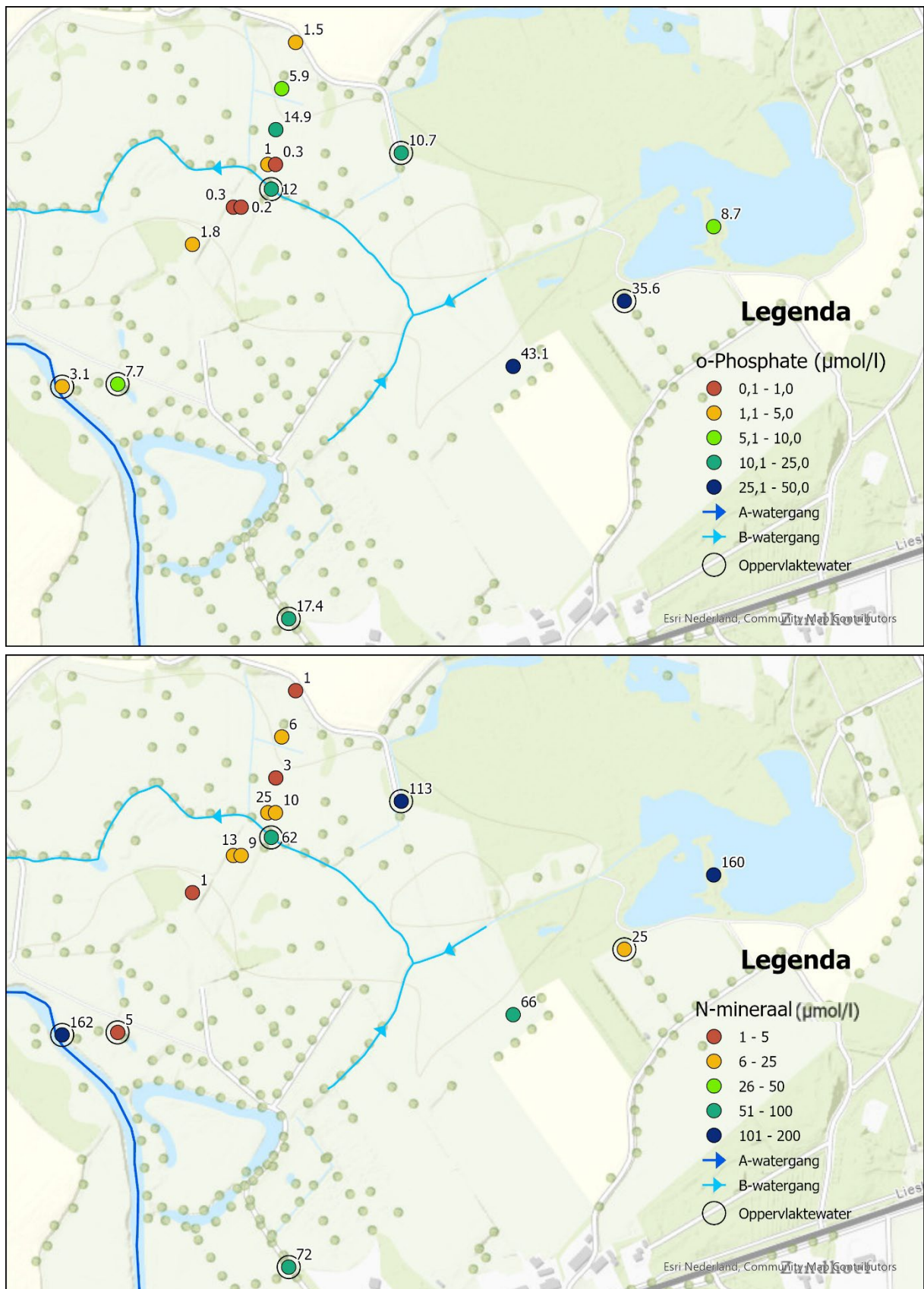
IJzer

Het grootste deel van het bemonsterde water is vrij ijzerarm (<50 $\mu\text{mol/l}$). Het diepere grondwater tussen Beemdsloot en Dommel is zelfs uitgesproken ijzerarm (1-2 $\mu\text{mol/l}$ in DB3 en DB5). Dit terwijl rond de Beemdsloot in de wortelzone hoge ijzerconcentraties worden gemeten in het grondwater (ca. 200 $\mu\text{mol/l}$ bij DB4 en DB6). Het aan de zuidoostflank bemonsterde grond- en oppervlaktewater is ook rijker aan ijzer (100-150 $\mu\text{mol/l}$).



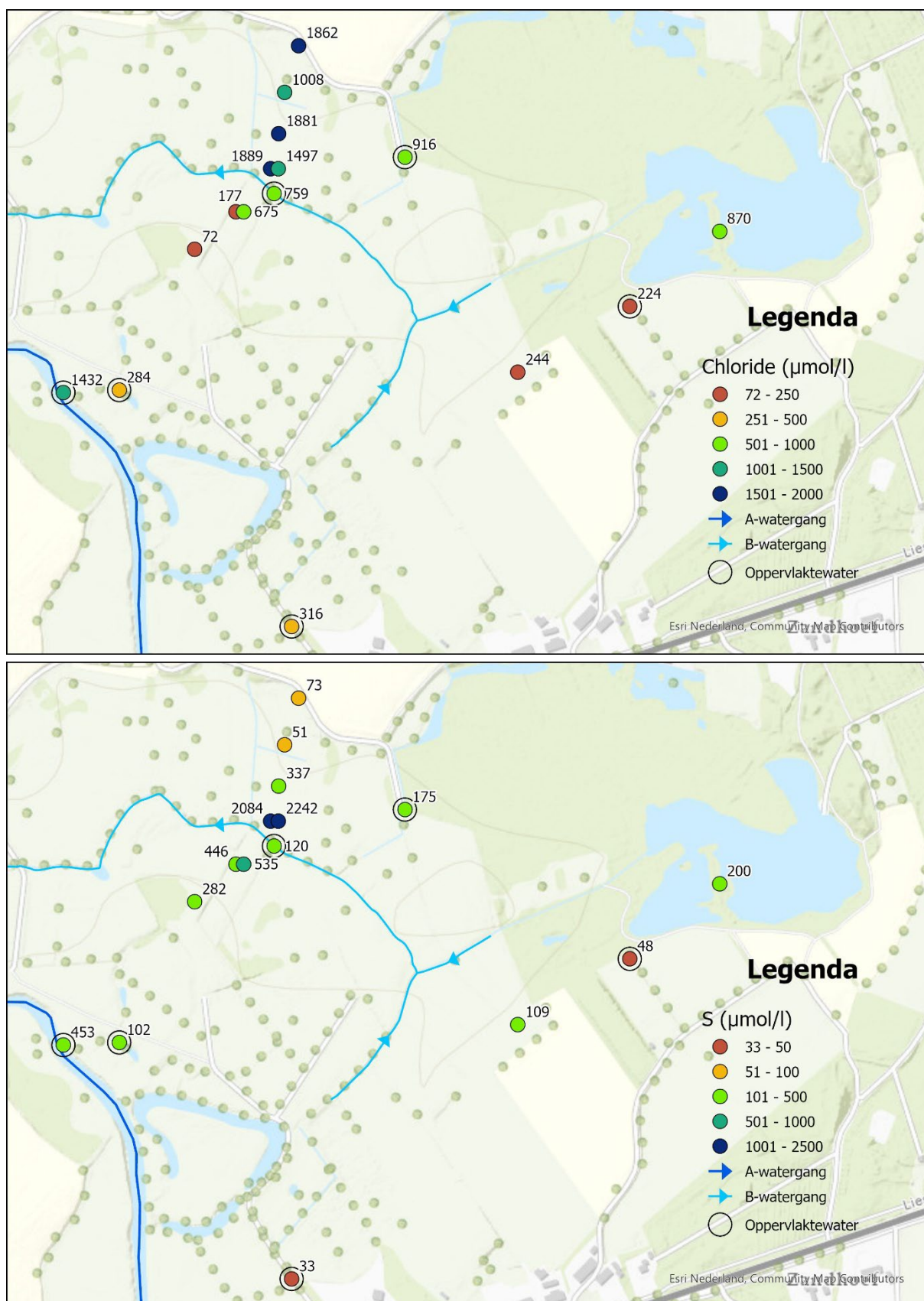
Figuur 4.139: IJzerconcentraties.

Nutriënten



Figuur 4.140: Nutriëntenconcentraties aan de hand van Ortho-fosfaat en minerale stikstof.

De concentraties aan ortho-fosfaat en mineraal stikstof geven een verschillend beeld. De fosfaatconcentraties zijn sterk verhoogd aan de zuidoostflank ($>30 \mu\text{mol/l}$). Verder zijn ze verhoogd in het oppervlaktewater dat naar en in de Beemdsloot stroomt ($>10 \mu\text{mol/l}$). Het grondwater in de bemonsterde raai bevat doorgaans lage concentraties fosfaat ($<10 \mu\text{mol/l}$), met uitzondering van DB9. Stikstofconcentraties zijn het meest verhoogd in het oppervlaktewater dat vanuit de Moerkuilen naar de Beemdsloot stroomt ($>100 \mu\text{mol/l}$) en in de Dommel. In het water in de Moerkuilen en de Beemdsloot is nagenoeg alle stikstof aanwezig als ammonium d.w.z. in gereduceerde vorm. In de Dommel is stikstof daarentegen vooral als nitraat aanwezig. Verder is het grondwater dat in de zuidoostflank uittreedt en via de Beemdsloot afstroomt licht verrijkt met stikstof ($>50 \mu\text{mol/l}$). Het grondwater in de raai is stikstofarm en is enkel in de diepere monsters nabij de Beemdsloot heel licht verrijkt.



Figuur 4.141: Vervuiling indicators chloride en sulfaat.

Vervuiling

Op veel plekken in het gebied is het grondwater licht tot vrij sterk vervuild met sulfaat en/of chloride. Het bemonsterde oppervlaktewater aan de zuidoostzijde en het grondwater aan de noordkant van de raai zijn vrij sulfaatarm ($<100 \mu\text{mol/l}$). Het overige water is doorgaans matig vervuild met sulfaat ($100\text{-}300 \mu\text{mol/l}$). Het grondwater nabij de Beemdsloot en in de Dommel is sterker vervuild met sulfaat ($>300 \mu\text{mol/l}$), met enorme uitschieters net noordelijk van de Beemdsloot ($>2000 \mu\text{mol/l}$). De chlorideconcentraties zijn meestal niet ($<500 \mu\text{mol/l}$) tot licht ($<1000 \mu\text{mol/l}$) verhoogd. In de raai noordelijk van de Beemdsloot zijn de concentraties duidelijk hoger, net als in de Dommel ($1500\text{-}1800 \mu\text{mol/l}$).

Interpretatie waterkwaliteit

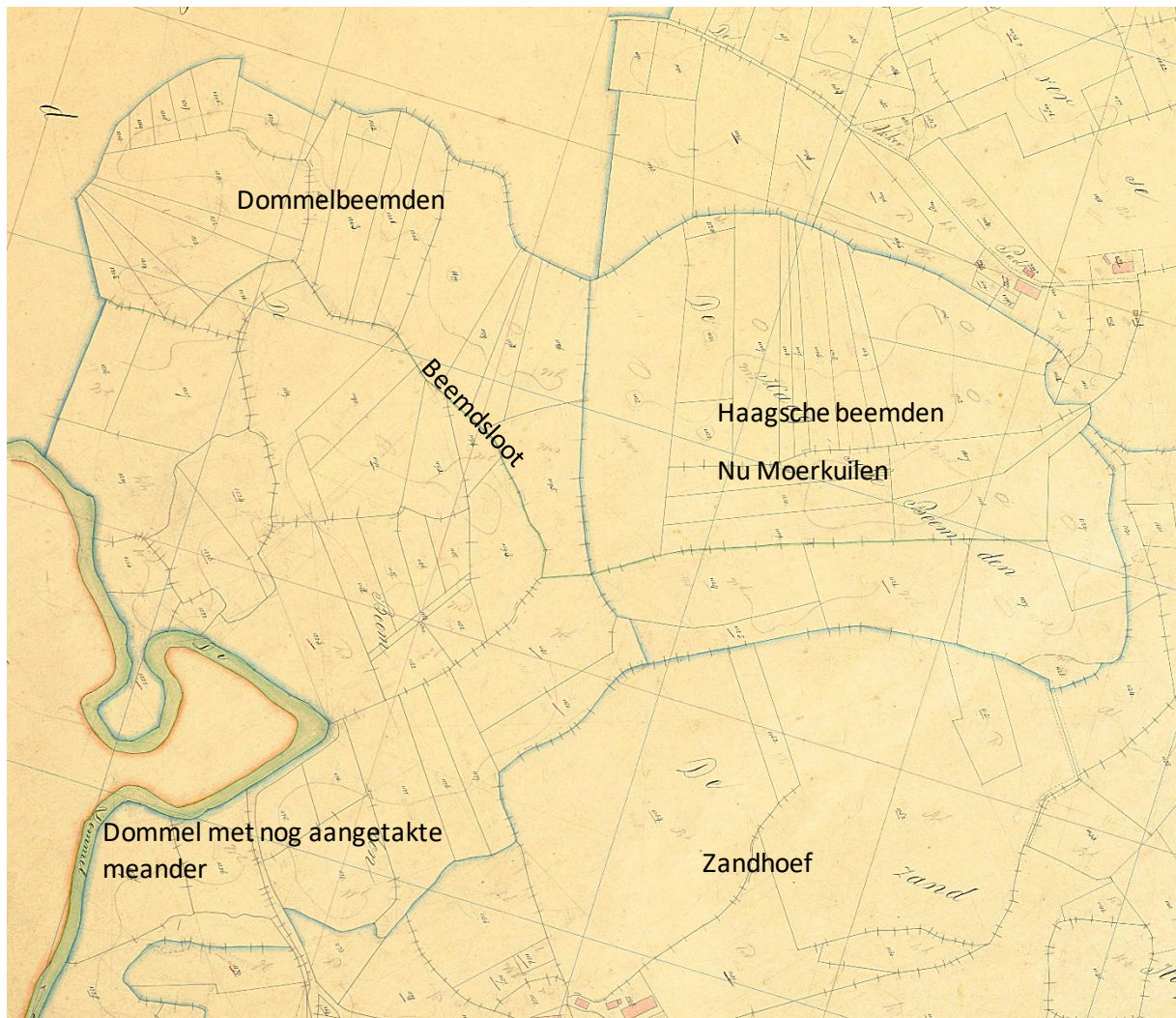
De drie grondwatersystemen die in het verleden zijn gescheiden op basis van chloridegehaltes in de bemonstering van 2024 lastig te herkennen, chloride is op alle plaatsen met een duidelijke invloed van grondwater (vrij) sterk verhoogd. Enkel op plaatsen waar op basis van het voorkomen van andere ionen regenwater of lokaal grondwater bemonsterd is, zijn chloride concentraties laag.

Er zijn wel patronen aanwezig in calcium- en bicarbonaatgehaltes. Deze zijn laag tot matig hoog in het grondwater in alle randen van het gebied en in het oppervlaktewater (tot ca $1\text{-}1,5 \text{ mEq/l}$). Dit is lokaal grondwater of oppervlaktewater met een hoog neersлагаaandeel. Enkel in de raai door de Dommelbeemden zijn de concentraties (zeer) hoog. In het noorden van de raai zijn bicarbonaatconcentraties hoger dan de calciumconcentraties, wat erop kan duiden dat hier door de overstroming voor bemonstering door o.a. denitrificatie en ijzerreductie extra bicarbonaat is gevormd. In het zuiden van de raai liggen juist de calciumconcentraties hoger, mogelijk doordat calcium zich hier geaccumuleerd heeft door het bezinken en infiltreren van overstromingswater.

Verder is de waterkwaliteit rondom de Beemdsloot gelaagd. Met name bicarbonaat- en ijzergehaltes zijn net onder maaiveld hoger dan op 1 meter diepte. Dit komt door de ontwatering van de Beemdsloot. De ontwaterde toestand zorgt enerzijds voor dat door de infiltratie van zuur regenwater opgehoopte kalk in de bodem oplost tot bicarbonaat. Anderzijds zorgt het ervoor dat ijzer uit het grondwater door de ontwatering kan neerslaan als ijzeroxiden in de toplaag van de bodem.

Ten slotte is de invloed van de landbouw door het gebied heen terug te meten. In de zuid(oost)flank zijn de concentraties van fosfaat (sterk) verhoogd en dit is ook in het vanuit daar afstromende oppervlaktewater terug te meten. Op meerdere plaatsen zijn stikstofconcentraties in het oppervlaktewater verhoogd. In de raai door de Dommelbeemden is het juist chloride, en dicht bij de beemdsloot ook sulfaat, die onnatuurlijk hoge waardes laten zien.

4.5.4 Een blik op het verleden



Figuur 4.142: Kaart bij de Minuutplannen uit 1832 (BHIC.nl)

Zoals het toponiem beemden reeds doet vermoeden lagen hier in het verleden natte graslanden langs de Dommel. De Dommelbeemden worden op de eerste kadastrale kaarten (Figuur 4.142) als hooiland aangegeven in de 4^e (lage) belastingklasse (BHIC.nl), wat waarschijnlijk verband houdt met de erg natte en schrale omstandigheden, waardoor ze laagproductief waren. De Vries (1980) beschrijft dat ze vóór de sloop van de watermolen in de winter langdurig geïnundeerd werden en in de zomer enkel als de waterstand het toeliet werden gemaaid. De begreppeling zorgde voor enige waterafvoer, maar door de hoge peilen in Dommel en Beemdsloot was deze gering. Buiten maaien werd het gebied bijna jaarlijks gebrand om houtige opslag tegen te gaan.

De Moerputten werden in die tijd (begin 19^e eeuw) nog als 'De Haagsche Beemden' beschreven, genoemd naar het oostelijk gelegen gehucht Haag. Ze waren verkaveld en werden belast als 'moeras'. Wel vielen deze moerassen in het hoogste belastingtarief, wat ongebruikelijk is voor zulke laagproductieve gronden. Dit duidt erop dat er via de turfbereiding wel degelijk geld werd verdient met deze gronden. Rondom het beekdal was nagenoeg alle grond in gebruik als bouwland, dat direct oostelijk van de Moerkuilen overging in heideterrein.

De loop van de Dommel is in de afgelopen twee eeuwen nauwelijks gewijzigd. De meander die in het hoger gelegen gedeelte van de Dommelbeemden ligt, is eind 19^e eeuw via een doorgraving

afgesneden. Het tracé van de Beemdsloot is ongewijzigd gebleven. De Everse Waterloop (niet op kaart weergegeven) liep indertijd verder naar het westen om bij Sint-Oedenrode in de Dommel uit te monden; in de jaren '60 is het huidige tracé aangelegd. De Moerkuilen zijn in de 19^e eeuw verder uitgeveend waardoor er een plas is ontstaan omgeven door elzenbroekbos. Verder is het landschap rondom de Dommelbeemden weinig veranderd, de hooilandpercelen hebben nog min of meer dezelfde begrenzingen en de vroegere akkers zijn nog altijd als akker in gebruik. De bebouwing direct rondom het gebied is nauwelijks toegenomen. In tegenstelling tot andere delen van het Dommeldal is de oppervlakte bos ook nauwelijks toegenomen in het beekdal. Dit hangt wellicht samen met feit dat het gebied al in 1955 in eigendom van Staatsbosbeheer is gekomen en daarna beheerd is om de floristisch rijke beemden te behouden.

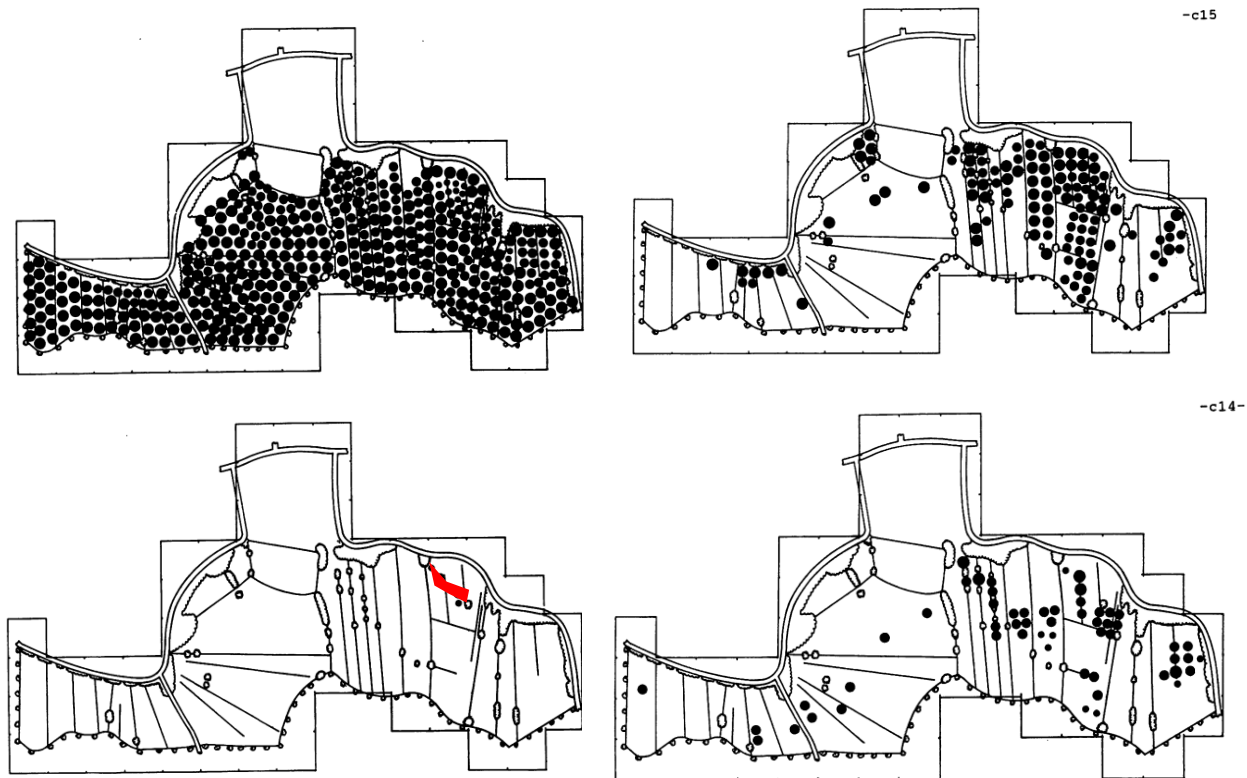
4.5.5 Historische en actuele vegetatie

Kartering 1961

In De Vries (1980) zijn vegetatiekarteringen opgenomen uit 1961 (Van Leeuwen) en 1980 (Engbers/De Vries). Voor deze karteringen zie bijlage 3. Op de kaart uit 1961 zijn de Dommelbeemden noordelijk van de Beemdsloot geheel als 'Magnocaricion' (grotezeggemoeras) gekarteerd. Voor dit type wordt vermeld dat Hennegras overal dominant voorkomt. Nabij de steilrand én in de westelijke hoek komt dit grotezeggemoeras samen met *Calthion x Caricion Nigrae* (vermoedelijk het huidige *Ranunculo-Senecionetum aquaticae* subass. *caricetosum nigrae*; het type met stagnant regenwater) voor. Helemaal tegen de steilrand aan wordt *Nardo-Galion* (Heischraal grasland) gekarteerd, afgewisseld met het *Juncetum Acutifoli* (de Veldrus associatie, hier waarschijnlijk ook deels aanwezig als zuur kleinezeggemoeras).

Kartering 1980

In 1980 is met meer detail gekarteerd. Orchideeën ontbreken dan geheel en Moeraskartelblad en Kleine valeriaan zijn niet meer gevonden. De soortensamenstelling heeft als gemeenschappelijke deler het gezamenlijke voorkomen van Gestreepte witbol, Hennegras, Grote wederik, Lidrus en Scherpe zegge. In de voorheen door Hennegras gedomineerde veldrusschraallanden/kleinezeggemoerassen/heischrale graslanden langs de voet van de steilrand vinden we dan ruigere graslanden met Engels raaigras en Grote vossenstaart, afgewisseld met graslanden waarin ook soorten als Vogelwikke, Grote ratelaar en Moerasbeemdgras staan. Enkele lemigere delen worden gedomineerd door Lidrus en Fioringras. Het geeft een beeld van verdroging, vermessing en verruiging. In de in 1961 door Hennegras gedomineerde grotezeggemoerassen in het centrale deel van de Dommelbeemden is de vegetatie naar het oosten toe sterker verzuurd. Westelijk van het pad richting de 'IVN uitkijktoren' vinden we dan sterk verruigde hooilanden met veel Liesgras, Riet en Mannagrass. Van deze delen wordt aangegeven dat zij vaker overstroomd worden met het in die tijd sterk verontreinigde en geëutrofiëerde Dommelwater. Oostelijk van het pad vinden we plaatselijk ook dit type vegetatie, maar hier wordt het afgewisseld met dotterbloemhooilanden waarin Pinksterbloem, Dotterbloem, Koekoeksbloem en Gele lis staan. In de hooilanden noordelijk van de Beemdsloot en oostelijk van het pad naar de uitkijktoren bestaat een vrij grote oppervlakte uit betrekkelijk zure blauwgraslanden met Spaanse ruiter, Waterdrieblad, Veelbloemige veldbies, Moerasstruisgras en Waternavel. In het oostelijk deel hiervan bevindt zich een kleinschalige mozaïek van zure delen met veel soorten van de zure kleinezeggemoerassen (veenmos, Melkeppe, Blauwe zegge, Moerasviooltje, Wateraardbei, Waterdrieblad, Moerasstruisgras en Spaanse ruiter) en delen met soorten die eutrofe en tegelijkertijd langdurig met basenarm water overstroomde omstandigheden aanduiden (Lidrus, Mannagrass, Riet, Fioringras).

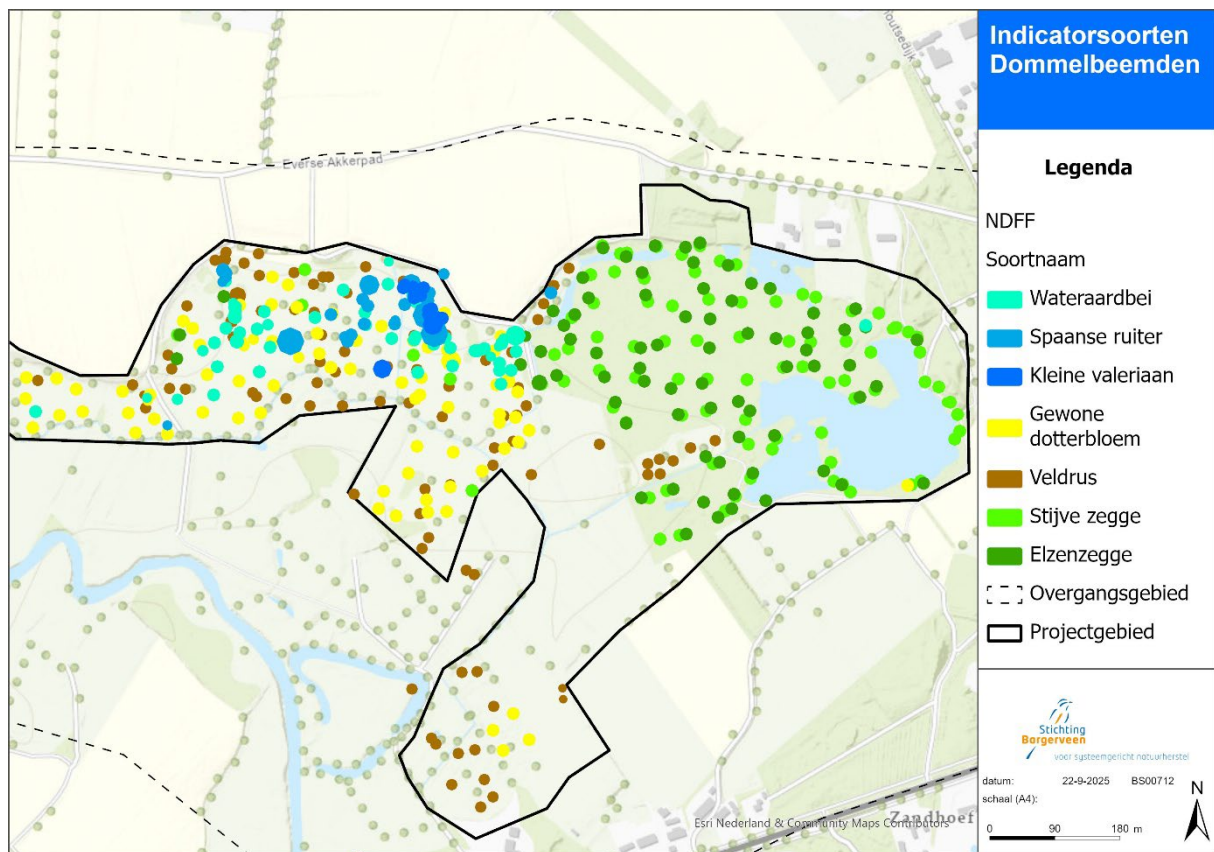


Figuur 4.143: Enkele indicatorsoorten gekarteerd in de zomer van '86 door J. Cools en E. van Zadelhoff (Garritsen, 1988). Linksboven Scherpe Zegge, rechtsboven Veldrus, linksonder Kleine valeriaan, rechtsonder Watersaadbei. Voor Kleine valeriaan is met rood de verspreiding benadrukt.

In 1986 zijn door Cools & van Zadelhoff indicatorsoorten gekarteerd in de Dommelbeemden (Figuur 4.143). Hieruit blijkt dat Scherpe zegge destijds nog wijdverbreid was. In het oosten en tegen de randen staat Veldrus, die in het centrale westelijke deel ontbreekt. De zone met Veldrus valt samen met de zone waarin plaatselijk Stijve zegge, Tweerijge zegge, Veenpluis en Spaanse ruiter voorkomen. In deze zone groeit ook Kleine valeriaan. Deze soort van basenrijke omstandigheden was ook destijds zeer schaars en stond op dezelfde locatie als waar ze nu ook nog groeit. Watersaadbei groeit in de overgangszone waar Veldrusschraalland overgaat in Dotterbloemhooiland, in deze zone werden ook Blauwe zegge en Moeraskartelblad aangetroffen.

Kartering 2003 en 2013 en recente ontwikkelingen

In 2003 en 2013 zijn de percelen opnieuw gekarteerd door respectievelijk Buro Bakker en Ecologica (De Haas, 2019). Over het algemeen is te constateren dat Holpijp en Veldrus sinds 1986 zijn afgenomen en dat struwelen en ruigtes zijn toegenomen. Verder wordt duidelijk dat de meest westelijke graslanden, die in 1981 sterk verruigd waren, in 2003 uit de associatie van Boterbloem en Waterkruid met de subassociatie Draadrus bestonden. In 2013 zijn deze delen weer ruiger geworden en hebben Scherpe zegge en Riet een groter aandeel, samen met andere eutrafente soorten als Gestreepte witbol en Kale jonker. In het centrale deel met de zuurdere blauwgraslanden is tussen 2003 en 2013 vis tussen de greppels Veldrus grotendeels sterk afgenomen ten koste van een soortenarme begroeiing van Pijpenstrootje met Moerasviooltje. De blauwgraslanden lijken verder verzuurd te zijn, waarbij waterdriblad als kritischere soort afhankelijk van stabiele



Figuur 4.144: Enkele indicatorsoorten (NDFF, 2025).

grondwaterstanden sterk is afgenomen. In het oostelijk deel is, midden in de blauwgraslanden, vooral de uitbreiding van ruigere, grotezeggevegetaties met Scherpe zegge opvallend, die ten koste is gegaan van de in 2003 nog algemenere kleinezeggevegetaties. Ook deze kleinezeggevegetaties zijn veranderd: soorten van zuurdere (en langdurige stagnante) en deels ook voedselrijkere milieus als Kruipe boterbloem, Gewoon reukgras, Wateraardbei en Moeraswalstro zijn sterk toegenomen.

Recent is een florakartering uit beschikbaar gekomen 2020 (Dekker & van der Goes, 2020). Deze geeft aan dat er geen noemenswaardige veranderingen in het voorkomen van plantensoorten hebben plaatsgevonden in vergelijking met 2013/2014.

In de NDFF staan de meest recente gegevens. In Figuur 4.144 is aan de hand van de verspreiding van Veldrus en Gewone Dotterbloem de verspreiding van de bloemrijkere grondwater gevoede hooilanden te zien. Zeldzame blauwgraslandsoorten als Kleine valeriaan, Spaanse ruiter en Blauwe knoop zijn beperkt tot enkele randzones. Moerasvooltje en Wateraardbei komen voor in een groter gebied en tonen de verspreiding van de zuurdere natte schraallanden. Scherpe zegge als kensoort van de grotezeggemooresen komt nauwelijks voor. De elzenbroekbossen kennen overal een ondergroei van Stijve zegge en Elzenzegge, wat een indicatie geeft van relatief stabiele waterstanden, waarbij Stijve zegge staat in de meest langdurig met (regen)water overstromde delen. Ook in de hooilanden komt Stijve zegge verspreid voor.

Interpretatie vegetatieontwikkeling

De samenstelling van de vegetatie is de afgelopen ca. 80 jaar sterk veranderd. Het voormalige grotezeggemoores dat moet hebben bestaan ten tijde van de langdurige inundaties onder invloed van de hoge stuwpeilen van de Borgmolen was begin jaren '60 al aan het verzuren, wat blijkt uit het veelvuldig voorkomen van Hennegrass. De lagere delen overstromden nog relatief vaak tot in ieder

geval de jaren '80 en werden gekarakteriseerd door Scherpe zegge, Hennegras en Gewone dotterbloem en Gele lis. De iets hoger gelegen delen overstromden af en toe, wat de basenvoorraad in de bodem op peil hield. De drainage samen met de onderliggende slecht doorlatende leemlagen zorgden waarschijnlijk ook toen voor een beperkte invloed van basenrijk grondwater in grote delen van de beemden. In deze voormalige overstromingszone bevond zich later het optimum voor ietwat zuurdere blauwgraslandsoorten als Blauwe zegge, Spaanse ruiter en Blauwe knoop. Deze blauwgraslanden waren nat en betrekkelijk zuur getuige het veelvuldig voorkomen van soorten van zure kleinezeggenmoerassen. De hoogste delen overstromden ook toen nauwelijks en kenden door een grote invloed van lokaal afstromend en stagnerend neerslagwater een begroeiing van zure kleinezeggenmoerassen met Veldrus, Moerasviooltje, Veenmos en Veenpluis. Op enkele plekken was de invloed van basenrijker (bicarbonaat- en calciumrijk) grondwater duidelijker. Daar groeiden soorten van basenrijke, grondwatergevoede omstandigheden, zoals Kleine valeriaan. Mogelijk kwamen deze soorten vroeger op meer plekken in de kleinezeggenmoerassen aan de randen van het dal voor, maar deze plekken waren in de jaren '80 al volledig verruigd onder invloed van bemesting van de hoger gelegen akkers.

De genoemde soorten komen nog altijd voor en de beschreven patronen zijn ook tegenwoordig nog deels herkenbaar. De overstromingsinvloed is verder verminderd, waardoor soorten van grotezeggenmoerassen sterk zijn afgenomen in vergelijking met de jaren '80. De vermessing door de aanliggende akkers is waarschijnlijk afgenomen, maar de nutriëntenvoorraad is nog steeds groot. Het veraarden van het veen draagt daaraan bij. Deze grote nutriëntenvoorraad zorgt ervoor dat de verminderde bemesting in het infiltratiegebied nog niet herkenbaar is in de vegetatie. De recente, extreem droge zomers leiden, mede door de grote hoeveelheid drainage, tot sterk wisselende waterstanden, waardoor meer kritische soorten als Spaanse Ruiter de laatste jaren sterk achteruitgaan. Samen met Pijpenstrootje, Blauwe zegge en Blauwe knoop is dit de laatste van de kensoorten van het vegetatieverbond waartoe het blauwgrasland behoort. Dat blauwgrasland is dan ook over aanzienlijke oppervlakten heel zwak ontwikkeld. Zijn voortbestaan staat onder druk.

4.5.6 Synthese

4.5.6.1 Historische ontwikkeling

De basis voor het gebied werd gelegd aan het einde van de laatste ijstijd. De paleovallei van de Dommel werd toen in zijn huidige vorm uitgesleten, waarna het dal zich voornamelijk met zand en leem heeft opgevuld. Toen de Dommel in zijn huidige bedding aan de westzijde van het dal ging stromen kon zich in de rest van het dal veen gaan vormen, te beginnen in de paleogeulen.

Aan de randen van het gebied zal jaarrond veel grondwater zijn uitgetreden door het relatief grote hoogteverschil. Dit grondwater zal door en over het veen heen richting de Dommel zijn gestroomd. Aan de randen lag daarom vermoedelijk een band met een complex van kwel- en doorstroomvenen. Richting de Dommel, waar de omstandigheden dynamischer waren, konden meer leem en zand in het veen worden gesedimenteerd en zullen vooral overstromingsvenen hebben gelegen. Dat de Moerkuilen zijn uitgeveend duidt erop dat er zich daar veen met een hoog aandeel veenmossen en vrijwel geen slib bevond, anders was het niet geschikt als turf. Dit veen overstroomde dus niet en werd door zuur(der) water gevoed. Dit betekent dat het hoger lag en tot een hoogveen was uitgegroeid.

De bouw van de Borgmolen in de 14^e eeuw en de begreppeling van het veen om het te kunnen hooien zullen de eerste menselijke ingrepen zijn geweest. Waarschijnlijk is in de middeleeuwen ook voor het eerst de oeverwal doorgraven, waardoor sterkere drainage van het gebied in het zomerhalfjaar mogelijk werd. Door drainage en inklinking en een zich daardoor verder uitstrekkende

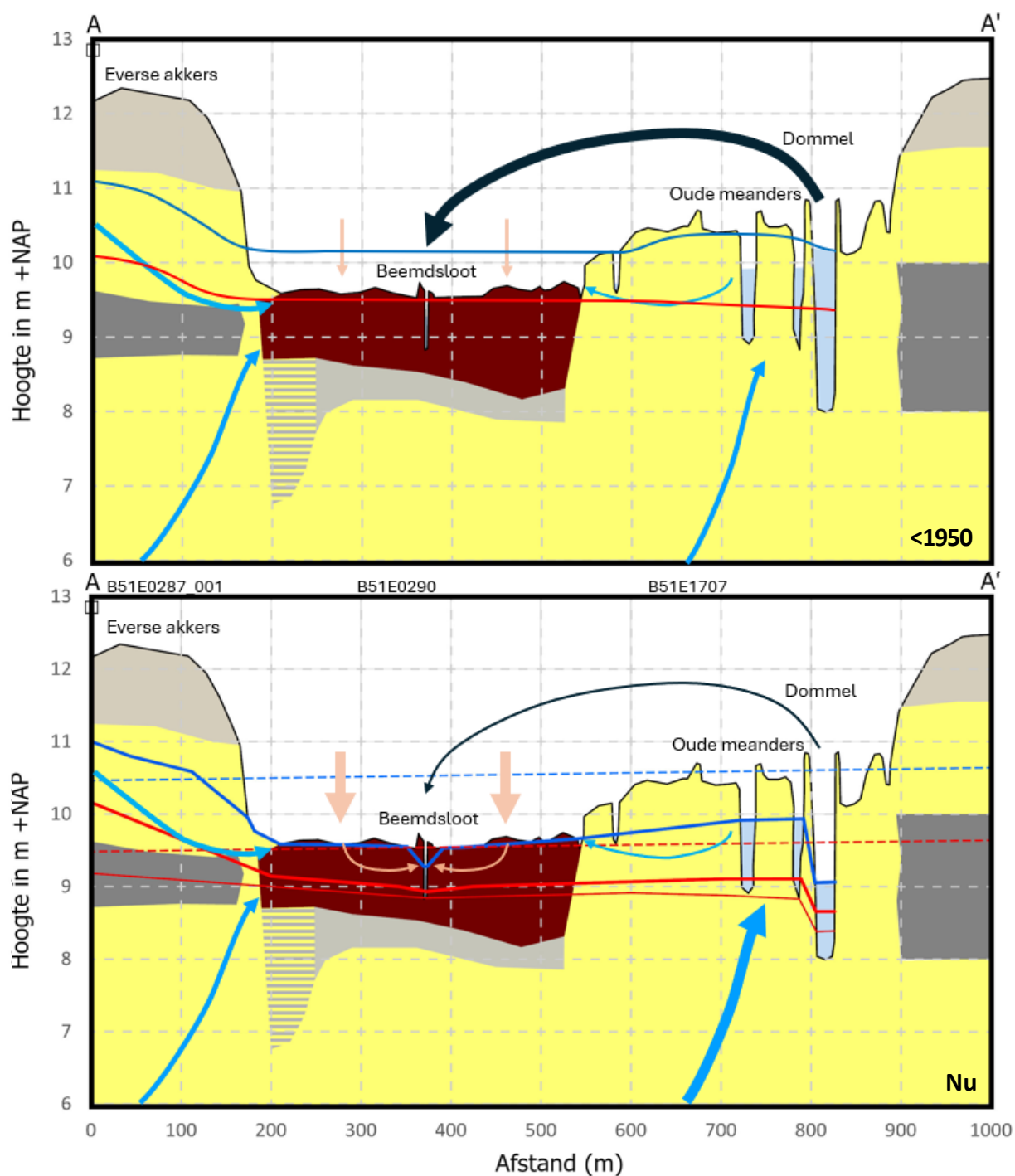
invloed van overstromingswater kwam de veenvorming tot een einde en werd de invloed van de beek veel groter. Het systeemfunctioneren in deze situatie is weergegeven in Figuur 4.145, bovenste figuur.

Na het slopen van de Borgmolen in de Tweede Wereldoorlog is het karakter van het gebied opnieuw veranderd. Deze situatie staat in Figuur 4.145, onderste figuur. De overstromingsfrequentie en –duur namen sterk af en het Dommelpeil zakte in de zomer verder weg. De eerste beschrijvingen van het gebied uit begin jaren '60 laten deze verdrogingsinvloed al zien. De mineralisatie van het veen en de invloed van neerslagwater namen sindsdien verder toe, wat leidde tot eutrofiëring en oppervlakkige verzuring. Dit is terug te zien in de toename van Hennegras, Grote wederik en Gestreepte witbol in de jaren '80. De overstromingen met het toen zeer voedselrijk beekwater en de toestroming van vervuild grondwater zorgden voor verruiging van de vegetatie.

Door de jaarlijkse langdurige inundaties met slibhoudend Dommelwater zullen de Dommelbeemden de afgelopen eeuwen grotendeels uit grotezeggemoerassen bestaan hebben. De eerste vegetatiekartering uit begin jaren '60 laat dit nog zien, maar het veelvuldig voorkomen van Hennegras in deze moerassen is al een eerste teken van verdroging en verzuring. Door het uitblijven van frequente overstromingen met slibrijk beekwater kenden de Dommelbeemden plaatselijk en tijdelijk een opbloei van een floristisch rijker mozaïek van dotterbloemhooilanden, blauwgraslanden en kleinezeggemoerassen. Het kationencomplex in het slib raakte echter bij gebrek aan overstromings- en grondwaterinvloed geleidelijk uitgeput, waardoor de verzuring van de vegetatie voortschreed en zich steeds duidelijker toonde. Sinds de jaren 1960 zijn de botanische waarden dan ook continu verminderd.

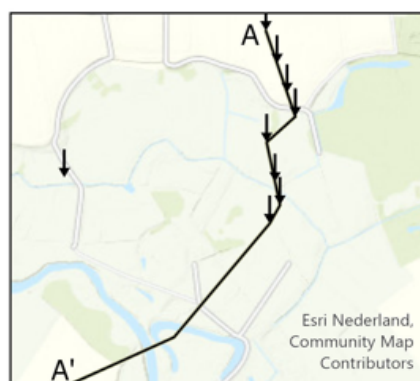
Door extensivering van de omliggende landbouwgronden en het verbeteren van de waterkwaliteit van de Dommel is de toevoer van voedingsstoffen via het water verminderd. De nog steeds aanwezige drainage leidt echter tot sterk schommelende grondwaterstanden waardoor de mineralisatie van het veen doorgaat en de combinatie van sterk beperkte grondwaterinvloed met langdurige stagnatie van regenwater op maaiveld nog altijd voor verzuring en verruiging van de vegetatie zorgen.

4.5.6.2 Huidig systeemfunctioneren



Legenda

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| Brabantse leem | GHG |
| Leem | GLG normaal |
| Zandige en lemige lagen | GLG 1976 |
| Veen | Stijghoogte 1e WVP hoog |
| Esdek | Stijghoogte 1e WVP laag |
| Hoofdzakelijk zand | |
| Water | |

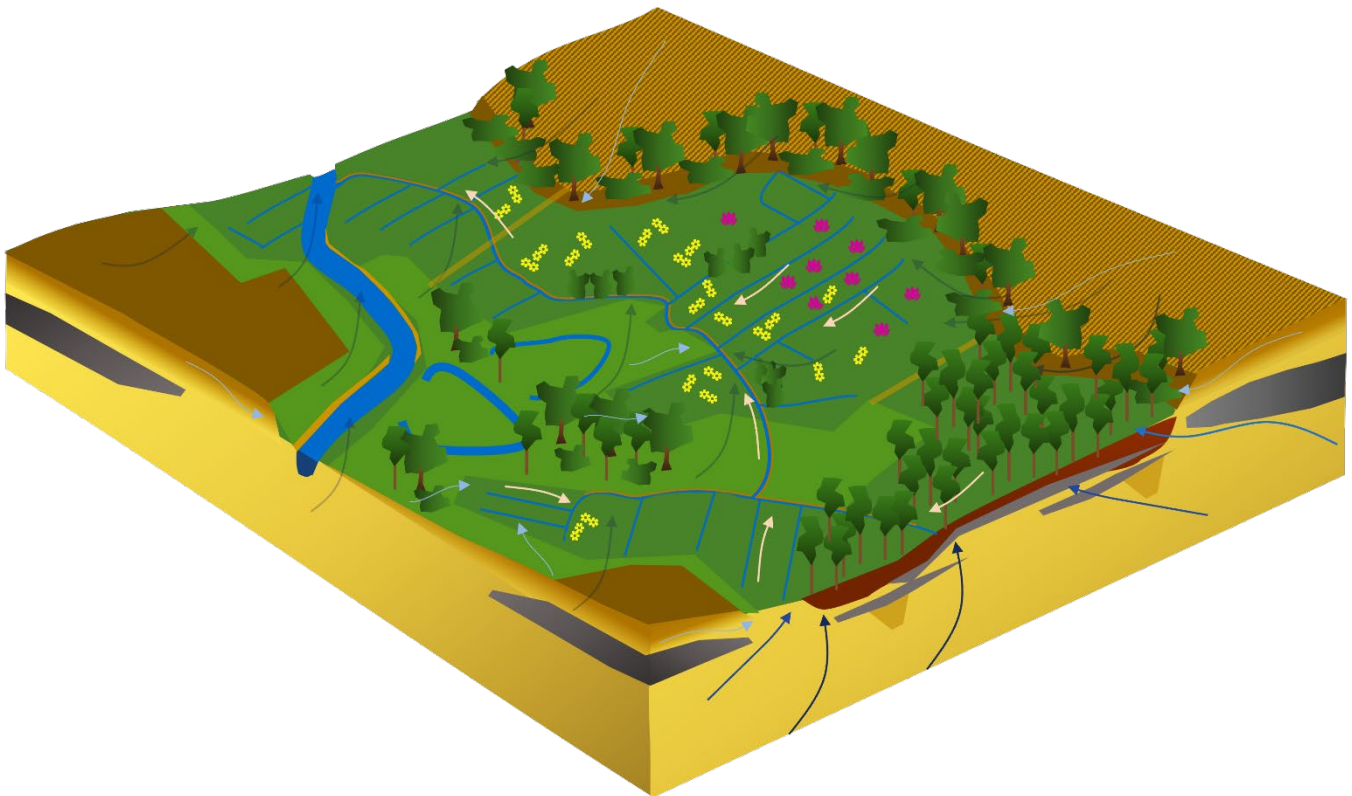


Figuur 4.145 (vorige pagina): Schematische weergave van het historisch systeemfunctioneren ten tijde van de Borgmolen (boven) en het huidige systeemfunctioneren (onder). Met bovenin de onderste figuur de peilbuisnummers waarop het verloop van de grondwaterstanden is gebaseerd, verloop van de stijghoogte in het 1^e WVP volgens isohypsenberekeningen (grondwatertools.nl). Beekpeilen volgens gegevens Waterschap de Dommel (2025) en Beckers (1927). Bodemopbouw volgens Geotop v1.6 (dinoloket.nl), eigen boringen en onderzoek Wageningen Universiteit. Gekleurde pijlen geven de grond-, regen- en oppervlaktewaterstromen weer, hun dikte is indicatief voor hun invloed.

Het huidige systeemfunctioneren staan in een doorsnede (Figuur 4.145) en een schematische visualisatie (Figuur 4.146). Het gebied wordt tegenwoordig gevoed door een mengsel van regen- en grondwater en slechts bij uitzondering door overstromingswater vanuit de Dommel.

De grondwaterstanden in de flank, boven de Brabantse Leem, worden al sinds 1955 gemonitord en zijn stabiel. Ook de stijghoogte in WVP1 is sinds 1970 stabiel. Beide bevinden zich jaarrond aan of boven het maaiveld van de Dommelbeemden (Figuur 4.145). Toch wordt er een zeer geringe kwelflux onder de beemden gemeten. De compacte veen- en leemlagen onder het gebied zijn dus grotendeels slecht doorlatend. Het grondwater treedt daardoor vooral aan de randen uit, in de smalle zone waar Brabantse Leem en verspoelde leem ontbreken. Het uittredende grondwater is lokaal en regionaal van aard. Het lokale grondwater is in contact geweest met de Brabantse Leem en heeft daaruit basen opgenomen, waardoor ook lokale grondwaterstromen basenrijk (kunnen) zijn.

In het centraal gelegen zandige deel waarin de oude meanders liggen, ontbreken aaneengesloten slecht doorlatende lagen, waardoor ook daar een opwaartse grondwaterbeweging mogelijk is. De Dommel draineert door zijn lage peil echter intensief het regionale grondwater, alsook de lokale grondwatersystemen in het centraal gelegen zandige deel. Daarom ontbreken er goed ontwikkelde vegetatiegradiënten.



Figuur 4.146: Schematische visualisatie landschapsecologisch functioneren Dommelbeemden. lichtblauw-zwarte pijlen indiceren respectievelijk lokaal-regionaal water. Beige peilen indiceren oppervlaktewaterstroming. Roze bloemen symboliseren standplaatsen gedegradeerde kleine zeggemoerassen/blauwgraslanden. Gele bloemen indiceren standplaatsen gedegradeerde dotterbloemhooilanden/grote zeggemoerassen.

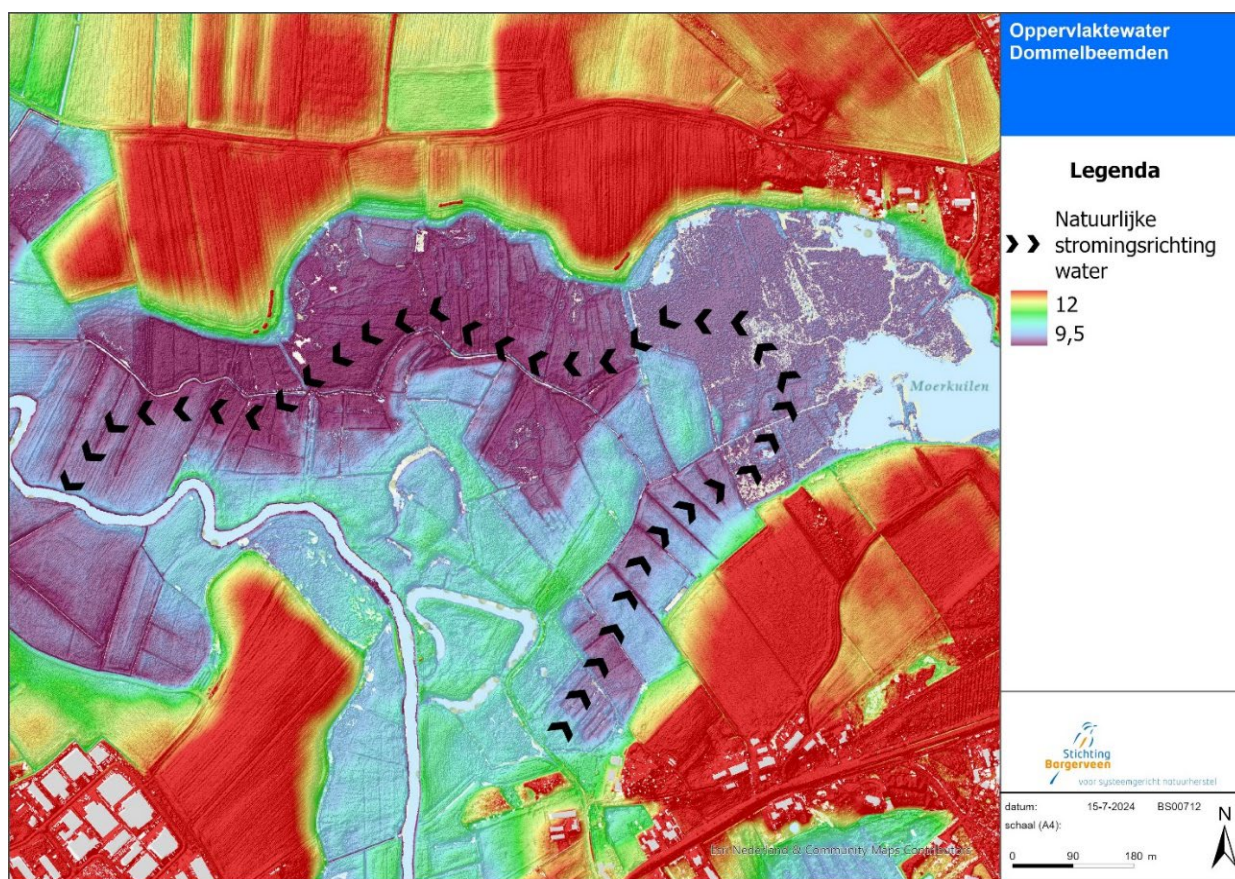
De Dommel overstroomt tegenwoordig nog slechts incidenteel. Beekoverstromingswater is daarom nauwelijks nog van invloed op de vegetatiesamenstelling – en zonering. Overstromingen brengen bufferstoffen in de toplaag van het systeem en gaan aldus verzuring tegen. De laagste delen overstroomen iets vaker en daar neigt de vegetatie naar het voedselrijkere, basenminnende dotterbloemhooiland, terwijl de hogere delen zich ontwikkeld hebben tot zwakontwikkelde laagproductieve en zure vormen van het blauwgrasland.

De ontwatering van de Dommelbeemden wordt verzorgd door de Beemdsloot en de Everse Waterloop, die beide vrij op de Dommel kunnen afwateren. De Beemdsloot is de voornaamste diepe watergang die – ook via aantakende greppels – een groot deel van het gebied ontwaterd. Basenrijk grondwater bereikt daarom nauwelijks en op een beperkt oppervlak het maaiveld. De vele greppels zorgen voeren verder het voornamelijk lateraal stromende water versneld af naar de Beemdsloot. Doordat dit vanaf de randen toestromende grondwater snel gedraineerd wordt, is regenwater in de kern van het gebied bepalend voor de chemische samenstelling van het grondwater in de wortelzone van de vegetatie.

De interne drainage in het veengebied zorgt waarschijnlijk in belangrijke mate voor het 's zomers dalen van het grondwaterpeil tot 70 cm onder maaiveld. Hierdoor komt het aanwezige veenpakket deels droog te liggen, wat tot mineralisatie van de bovenzijde van het veenpakket leidt. Hierbij komen in het veen opgeslagen nutriënten, wat zorgt voor verzuuring van de vegetatie. Ook neemt door de mineralisatie van het veen het poriënvolume af, waardoor het minder water kan bergen. Daardoor kan er langdurige waterstagnatie plaatsvinden, terwijl in droge periodes het bovenste veen sneller uitdroogt. De grondwaterstandsdynamiek is daardoor verder toegenomen.

Figuur 4.147: Februari '24, stroming van water uit het elzenbroekbos in de Moerkuilen naar de Dommelbeemden vanwege een verstopte duiker in de Beemdsloot.





Figuur 4.148: Indicatie van natuurlijk stromingspatroon van het oppervlaktewater.

In afwezigheid van de Beemdsloot en greppels zou het oppervlaktewater een ander traject volgen (Figuur 4.148). Het oppervlaktewater zou beginnen binnen te stromen bij de veldrusrijke graslanden in het zuiden om oostwaarts naar de Moerkuilen te lopen. Vandaaruit (Figuur 4.147) vloeit het dan verder over de Dommelbeemden, om daar in de laagste delen te stagneren en uiteindelijk over laagten in de oeverwal weer in de Dommel te stromen.

4.5.7 Kansen- en knelpuntenanalyse

De vraag die ten grondslag ligt aan dit onderzoek is of er grondwater gevoede beekdalvenen hersteld kunnen worden in de Dommelbeemden. In dat licht is op basis van onze landschapsecologische systeemanalyse een kansen- en knelpuntenanalyse uitgevoerd.

4.5.7.1 Kansen

- *Voldoende overdruk vanuit lokaal en regionaal hydrologisch systeem*
De stijghoogtes van het lokale en regionale grondwater liggen nagenoeg jaarrond boven het maaiveld van de venige delen. Er is dus voldoende druk op het grondwater om het gebied bij afwezigheid van ontwatering voldoende nat te houden.
- *Hoog gelegen randen beekdal*
Bij hydrologisch herstel zijn de invloeden op de omgeving nihil vanwege de veel hogere ligging van de omliggende terreinen. Er is dus nauwelijks een uitstraling buiten het beekdal.
- *Beperkte inspoeling omliggende landbouwgebieden*
Veel van de omliggende landbouwgronden zijn inmiddels in bezit van Staatsbosbeheer. Er vindt geen intensieve landbouw meer plaats en nutriëntenbelasting vanuit het lokale grondwater is naar verwachting beperkt.
- *Geen instroom gebiedsvreemd oppervlaktewater*

In het gebied stroomt, met uitzondering van inundaties door de Dommel, geen oppervlaktewater uit landbouwgebieden binnen. Enkel in het westen stroomt de Everse waterloop het gebied in, maar buiten de huidige natuurkern.

4.5.7.2 Knelpunten

- *Interne drainage*
De Beemsloot en Everse Waterloop, die vrij afwateren op de Dommel – met veelal lage peilen – en waarop veel greppels in het gebied aantakken, zorgen voor een sterke verdroging van het gebied. De Dommel zelf draineert ook door zijn lage peil, met name in (droge) zomers wanneer de opbolling van de grondwaterstanden in het centrale zandige deel wegvalt.
- *Externe drainage*
De diepe drainage van ‘Het Spank’ voert lokaal en regionaal grondwater af, waardoor de opbolling onder de Zandhoef en daarmee de toestroom vanuit het zuiden mogelijk beperkt wordt.
- *Eigendomssituatie in het beekdal*
Er liggen nog enkele particuliere percelen in het dal, die met het dempen van interne ontwatering waarschijnlijk zo nat worden dat regulier landbouwkundig gebruik er niet meer mogelijk is. Ze belemmeren hydrologisch herstel.
- *Beheer*
Bij hydrologisch herstel wordt het gebied dusdanig natter dat regulier hooien van veel percelen niet meer mogelijk zal zijn. Er zal op een andere wijze beheerd moeten worden.
- *Waardevolle flora*
Bij volledig hydrologisch herstel zullen delen van de botanisch waardevolle graslanden jaarlijks voor een langere periode onder water komen te staan waardoor de gedegradeerde blauwgraslandflora met o.a. Spaanse Ruiter op de huidige standplaats niet stand zal kunnen houden en plaats maakt voor een kleinezeggemoeras.
- *Instandhouding cultuurlandschap*
Het huidige beheer is gericht op het in stand houden van een verdroogd cultuurlandschap. Bij volledig hydrologisch herstel zal dit cultuurlandschap mogelijk veranderen door het aangepaste beheer.
- *Beperkte aanwezigheid hoogtegradiënt*
Langs de randen van het beekdal is de hoogtegradiënt kort en scherp, waardoor er bij vernatting van de kern van het beekdal beperkt ruimte is voor soorten om op te schuiven op de gradiënt. Hierdoor kunnen populaties van blauwgraslandsoorten afnemen. In het centrale zandige deel zijn de flanken wel flauwer en kunnen soorten zich wel opwaarts verplaatsen in de gradiënt.

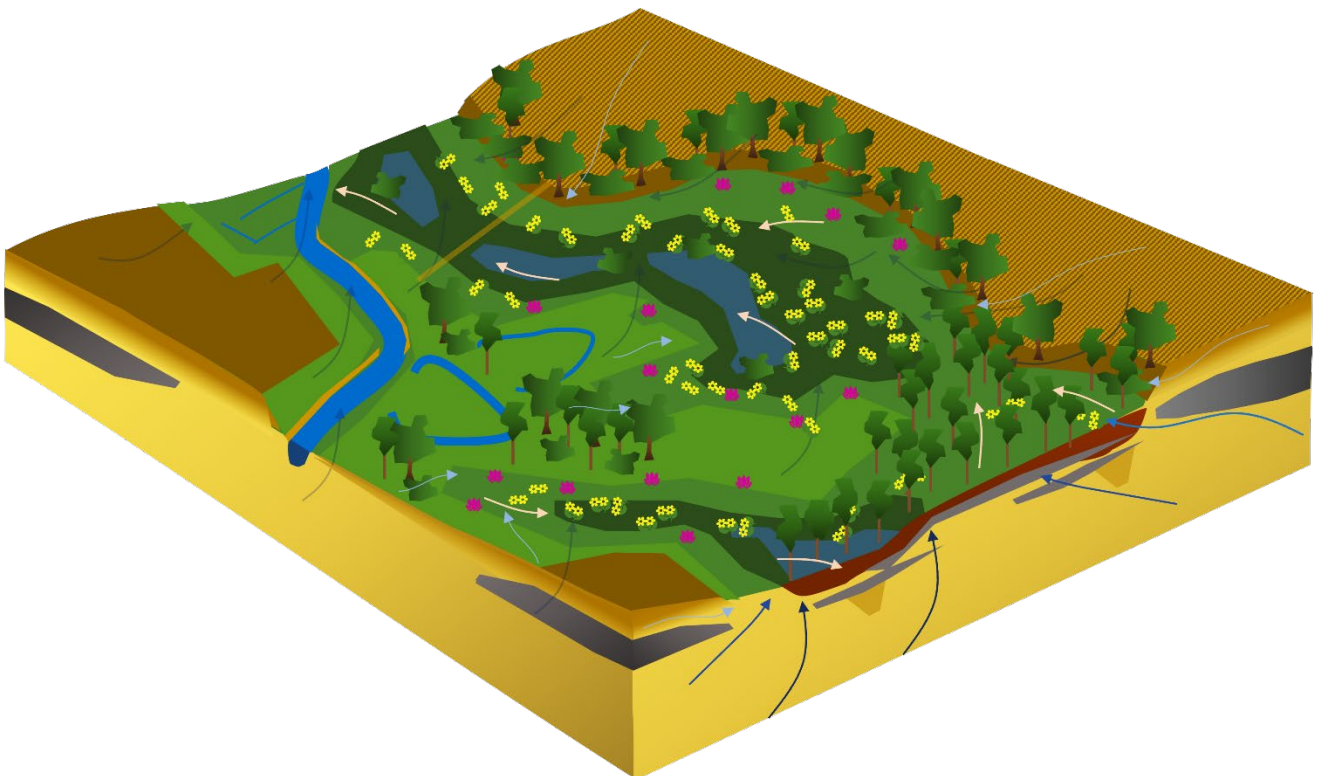
4.5.8 Herstelstrategie

Veenvorming treedt niet meer op sinds de komst van de watermolen en de aanleg van een (oppervlakkig) drainage- en afvoerstelsel. Het gebied is daarna eeuwenlang als hooiland in gebruik geweest, waarschijnlijk voor de winning van strooisel en niet zo zeer als hooi voor het vee. Na het verwijderen van de watermolen zijn de Dommelbeemden sterk gedraineerd geraakt. Door het wegvallen van de eerste frequente beekoverstromingen is een belangrijk mechanisme voor aanvulling met basen van het kationenadsorptiecomplex van de top van de bodem c.q. de wortelzone van de vegetatie weggevallen. Hierdoor hebben de grotezeggenmoerassen plaats gemaakt voor andere vegetatietypen, waaronder zwak ontwikkelde, zure vormen van blauwgraslanden. De randvoorwaarden voor hernieuwde veenvorming zijn echter nog aanwezig of kunnen betrekkelijk

eenvoudig hersteld worden. Lokaal en regionaal grondwater, in combinatie met incidentele overstromingen en stagnatie van regenwater, kunnen bij hydrologisch herstel tot een gradiëntrijk beekdal leiden waarin diverse vegetatietypen, waaronder veenvormende kleinezeggenmoerassen een plaats zullen vinden.

De herstelstrategie voor de Dommelbeemden is gericht op het herstellen van een gradiënt van bijzondere grondwaterafhankelijke plantengemeenschappen, waarbij de nadruk ligt op het herstel van een grote, hydrologisch stabiele kern, waarin plaatselijk opnieuw veenvorming kan plaatsvinden, zoals is weergegeven in Figuur 4.149.

Het herstel richt zich in de eerste plaats op het verhogen en stabiliseren van de grondwaterstanden. De Dommel zal de drainagebasis blijven met een peil beneden het veenoppervlak. Belangrijk voor stabiele standen is naast het verhogen van het Dommelpeil het zoveel mogelijk vertragen van de afvoer van grond-, neerslag- en oppervlaktewater. De stijghoogtes van lokaal (ondiepere) en regionaal (dieper) grondwater zijn voldoende hoog om bij het beperken c.q. vertragen van de waterafvoer de standen doorgaans stabiel op een hoog niveau te houden. Alleen in zeer droge



Figuur 4.149: Schematische visualisatie Dommelbeemden na hydrologisch herstel. lichtblauw-zwarte pijlen indiceren respectievelijk lokaal-regionaal water. Beige peilen indiceren oppervlaktewaterstroming. Roze bloemen symboliseren standplaatsen kleine zeggemoerassen/blauwgraslanden. Gele bloemen indiceren standplaatsen dotterbloemhooilanden/grote zeggemoerassen.

zomers is het de vraag of bij het huidige Dommelpeil de toestrooming voldoende groot is om drainage door de Dommel te compenseren. Behalve bij inundatie door de Dommel stroomt er oppervlaktewater het gebied binnen en wordt de waterkwaliteit overwegend bepaald door het relatief schone regen- en grondwater. Wanneer de grondwaterstanden hoog zijn kan het voedselrijkere Dommelwater ook minder in de bodem infiltreren en voor verrijking zorgen. De extensivering (en eventuele aankoop) van landbouwgronden rondom het gebied borgt dat deze grondwaterkwaliteit niet achteruitgaat.

Om deze situatie te creëren dient alle ontwatering gedempt te worden opdat grondwater dat vanuit de flanken en vanuit de diepere ondergrond toestroomt niet langer kan worden gedraineerd en het

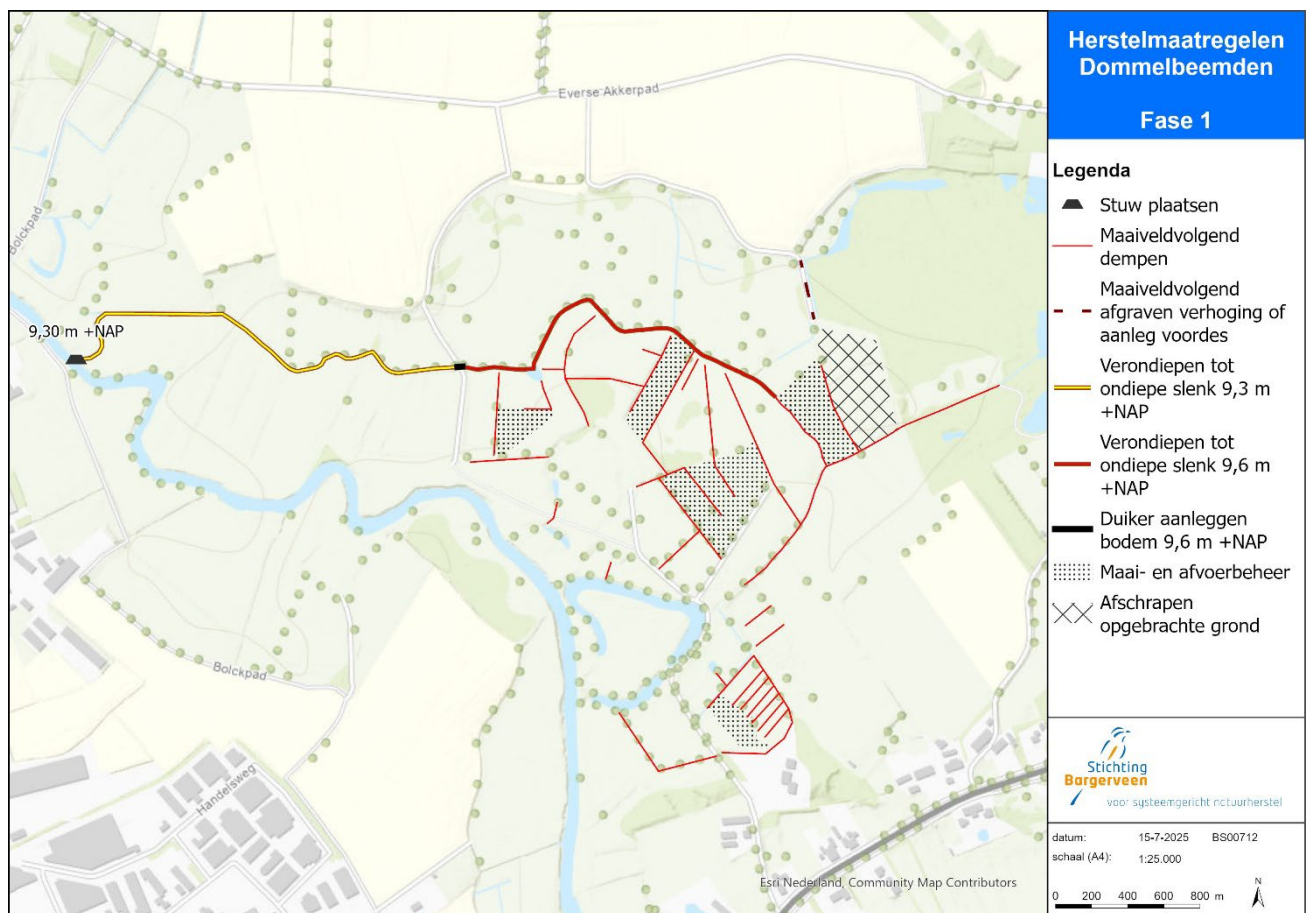
maaiveld kan bereiken. Volledig hydrologisch herstel kan leiden tot grootschalige inundaties vanwege de ingeklonken veenbodems. Daarom is het noodzakelijk om bij het dempen en opstuwten van de watergangen wel afvoer te behouden op een lager niveau dan de oeverwalhoogte. Om soorten van met name blauwgraslanden te behouden in het gebied, is het nodig de graslanden op de lage minerale flanken te verschrallen middels maai- en afvoerbeheer, zodat geschikte mesotrofe groeiplaatsen ontstaan. Ook tegen de steilrand aan kunnen met verschrallingsbeheer en het verwijderen van opslag geschikte condities gevormd worden voor deze bedreigde gemeenschap en/of voor goed ontwikkelde zure kleinezeggenmoerassen.

4.5.9 Herstelmaatregelen

De door ons voorgestelde maatregelen worden gefaseerd uitgevoerd. In fase I worden op kortetermijnmaatregelen genomen die binnen ADMIRE of door het Waterschap De Dommel al gepland zijn. Fase 2 bestaat uit maatregelen die daarna nog nodig zijn om tot (vrijwel) volledig hydrologisch herstel te komen.

Fase I

Hierin wordt ingezet op het volledig dempen van de aanwezige detailontwatering in het zandige deel tussen Dommel en Dommelbeemden/Moerkuilen. Zo kan de grondwaterstand hier maximaal opbollen en weerstand geven aan het water dat vanuit de Dommelbeemden naar de Dommel wil stromen. Deze maatregelen hebben een zeer beperkt uitstralingseffect en alle benodigde gronden zijn in eigendom. De ondergrond is zandig wat uitvoering vergemakkelijkt.



Figuur 4.150: Herstelmaatregelen Dommelbeemden Fase 1.

Verder staat het aanpakken van Beemdsloot op de agenda. Dit is de belangrijkste schakel voor hydrologisch herstel. Hiervoor wordt de Beemdsloot tot en met de doorsnijding van de zandrug volledig gedempt opdat het water haar natuurlijk tracé kan volgen door de Moerkuilen. Hiertoe dient het verhoogde pad aan de westzijde van het elzenbroek te worden verlaagd of doorlaatbaar te worden gemaakt omdat anders onnatuurlijke opstuwing van dit water zal optreden.

Benedenstrooms van de doorsnijding van de zandrug kan de Beemdsloot worden verondiept tot een zeer ondiepe slenk (9,6 m +NAP). Aanvullend is het wenselijk deze ter hoogte van het pad naar de IVN uitkijktoren te stuwen met een stuw of duiker op maaiveld, zodat er geen drainage meer plaatsvindt maar ook geen stagnatie tegen het pad. Bij de oeverwal blijft een doorgraving nodig vanwege de ingeklonken veenbodems in de Dommelbeemden. Het deel tussen het pad en de monding in de Dommel wordt eveneens tot een ondiepe slenk (9,3 m +NAP) omgevormd opdat waterberging en (oppervlakkige) afvoer mogelijk blijven. In de oeverwal dient een regelbare stuw te worden geplaatst die het water rond maaiveld van de laagste delen van de Dommelbeemden (westelijk van het pad) houdt.

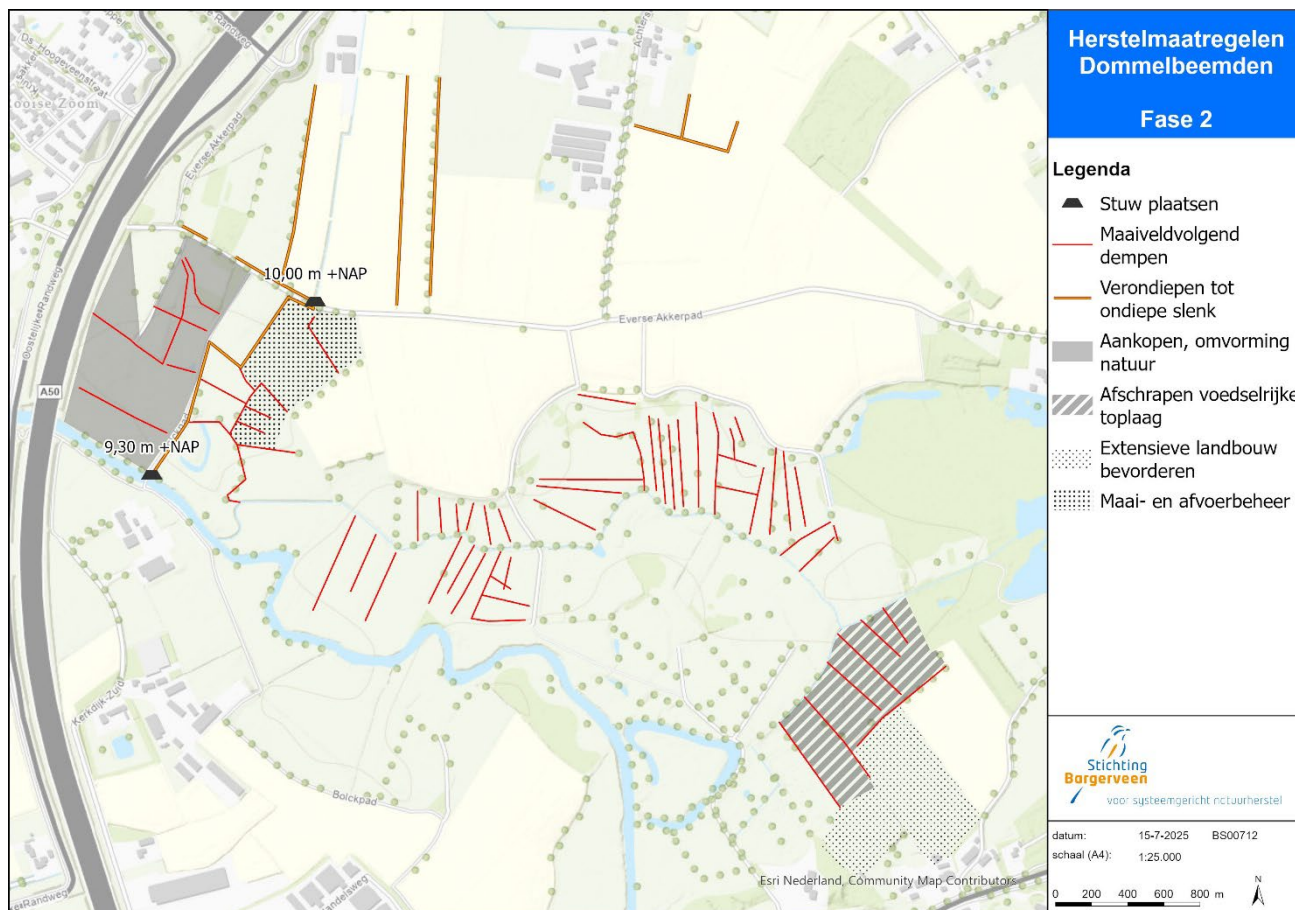
Fase II

In deze fase wordt alle detailontwatering in het veengebied gedempt met passend materiaal (vergelijkbare doorlatendheid als de naast gelegen veen/leemlagen). Ook westelijk, bij de Everse Waterloop wordt de detailontwatering gedempt en een stuw in de waterloop geplaatst waardoor vrije afvoer op de Dommel niet meer mogelijk is. Deze maatregelen zorgen ervoor dat zich in de venige gebieden een veel natuurlijker vegetatiemozaïek kan ontwikkelen dat niet vooral bepaald wordt door greppels en het daardoor bepaalde grondwaterregime, maar door het microreliëf en de stijghoogten van het grondwater.

Daarnaast zijn maatregelen nodig op percelen die niet in eigendom van Staatsbosbeheer zijn. Het gaat hier om het integraal herstellen van het watersysteem binnen en buiten het gebied. Hiertoe wordt alle resterende detailontwatering gedempt die nodig is om deze percelen te ontwateren.

Westelijk kan de natuurkern vergroot worden door richting de A50 meer percelen om te vormen naar natte natuur door middel van aankoop en hydrologisch herstel. De Everse Waterloop kan in het dal dan ook nagenoeg geheel gedempt worden en op de rand van het dal verder gestuwd. Verder liggen er nog sloten richting Everse die de opbolling onder de Everse akkers en graslanden beperken. Door deze te verondiepen kan de opbolling boven de Brabantse Leem verhoogd worden en langduriger functioneren.

Op de veel langere termijn kan uiteindelijk gekozen worden voor het stapsgewijs verder vernatten van het veengebied in de kern van Dommelbeemden om hier verdere veenvorming te bevorderen, waarbij afstromend water uiteindelijk enkel over de oeverwal van de Dommel het gebied verlaat. Hiervoor moet de grondwaterkwaliteit wel helemaal op orde zijn.



Figuur 4.151: Herstelmaatregelen Dommeldal Fase 2.

Literatuur

Aggenbach, C. J. S., van Diggelen, R., Grootjans, A. P., van Kleef, H. H., Lamers, L. P. M., & Smolders, A. J. P. (2011). *Pilotstudie herstel veenvormende zeggenbegroeiingen in beekdalen* (Rapport nr. 2011/OBN145-BE). Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

Arts, G. H. P. (2000). *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Deel 13: vennen* (Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'; Rapport nr. AS-13). EC-LNV Wageningen.

Atlas van de ondergrond. (n.d.). *Voorraad Drinkwater*. Geraadpleegd op eindhoven.nazca4u.nl

Baaijens, G. J., Brinckmann, E., Dauvellier, P. L., & van der Molen, P. C. (2011). *Stromend landschap: Vloeiweidenstelsels in Nederland* (pp. 48–51). KNNV Uitgeverij.

Bakker, H. de, & Schelling, J. (1989). *Systeem voor de bodemclassificatie voor Nederland, de hogere niveaus* (2e gew. druk bewerkt door J. Brus en C. van Wallenburg). Pudoc.

Besselink, D., Logemann, D., van de Werfhorst, H., Jansen, A. J. M., & Reeze, B. (2017). *Handboek ecohydrologische systeemanalyse beekdallandschappen* (STOWA-rapport 2017-05). STOWA.

Bisschops, J. H., Broertjes, J. P., & Dobma, W. (1985). *Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000*. Rijks Geologische Dienst.

Bongaerts, M. C. E. (1921). *Verbetering en afwatering van de rivieren de Dommel en de Aa: nader rapport omtrent de Dommel en de Aa, [aangeboden aan het College van Gedeputeerde Staten van Noordbrabant]*. Geraadpleegd op 17 mei 2023, van resolver.kb.nl

Buskens, R., van der Straaten, J., Braam, A., Oonk, M., Poelmans, W., & Voorn, P. (2011). *De Dommel, Stroom door tijd, natuur en landschap*. Picture Publishers.

Cools, J., van der Velde, Y., Runhaar, H., & Stuurman, R. (2006). *Herstel- en ontwikkelingsplan Schraallanden* (TNO/AEC/ Alterra rapport). Provincie Noord Brabant.

De Bruijn, O. (n.d.). *De vegetatie van het Vloewitje*. [Niet gepubliceerd document/Rapport]

De Haas, L. (2019). *De Dommelbeemden Bekennen Kleur* [Bachelor thesis, Hogeschool van Hall-Larenstein].

De Mars, H., Ghodrati, G., & Van der Weijden, B. (2019). *Watermolenlandschappen in Het Groene Woud I: Watermolenpaspooten Bestaande molens*. Royal Haskoning DHV.

De Vries, R. F. (1980). *Hydrologisch en vegetatiekundig onderzoek in het CRM reservaat 'De Dommelbeemden'*. ICW (Alterra-WUR).

Deckers, J. H. F. (1927). *De waterstaatstoestanden in Noord-Brabant binnen het stroomgebied der Maas - voorheen en thans - uit een economisch en landbouwkundig oogpunt beschouwd*. Geraadpleegd op 17 mei 2023, van resolver.kb.nl

Eco-archeologischen dateringsonderzoek aan veen uit het Holoceen in een afgesneden meander van de Dommel bij Eindhoven. (2012). *Biaxiaal*, (630). Biax consult.

Everts, F. H., Grootjans, A. P., Schipper, P., & Bakker, J. P. (2022). *35 jaar beheer. Drentsche Aa. Evaluatie natuurontwikkeling en aanbevelingen voor verbetering*. Provincie Drenthe.

Everts, F. H., & de Vries, N. P. J. (1991). *De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen*. Historische Uitgeverij Groningen.

Franke, H. J., Ramp, P., Scholma, H., Thijsen, H., & Uittenbogaard, M. (1976). *Oecologische verkenning Bokt*. Dienst gemeentewerken Eindhoven, afdeling plantsoenen.

- Garritsen, A. C. (1988). *Stromingsstelsels en waterkwaliteit in de Dommelbeemden*. Consulentenschap NMF Noord-Brabant.
- Grootjans, A. P., Everts, F. H., Eysink, A. T. W., Jansen, A. J. M., Smolders, A. J. P., & Takman, E. (2014). Beekdal landschap. In *Rapport Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats*. [Naam van de uitgever onbekend].
- Hemel, R. B. J., & Stuurman, R. J. (1999). Kalken kwel. Calciumrijke kwel en de verbreiding en genese van kalkrijke sedimenten in de Centrale Slenk. *Stromingen*, 5(1), 5–25.
- Huybrechts, W., & Verbruggen, C. (1994). Rivierlandschappen in Vlaanderen: geomorfologische ontwikkeling. *Landschap (Delft)*, 11(2), 3–13.
- Jalink, M. H. (2003). Kalkrijke leem en kanaalkwel: kansen voor de EHS In Noord-Brabant. *De Levende Natuur*, 104(6), 286–290.
- Jalink, M. H., & Loeb, R. (2005a). *Ecohydrologische systeemverkenning Urkhovense Zeggen; Basisverkenningen Noord-Brabantse natuur nr 23* (Kiwa-rapport KWR 04.001(-23)). Kiwa.
- Jalink, M. H., & Loeb, R. (2005b). *Ecohydrologische systeemverkenning Urkhovense Zegge, Basisverkenning Noord-Brabantse Natuur nr. 23* (Rapport KWR 04.001(-23)). KWR.
- Jalink, M. H., Grijpstra, J., & Zuidhoff, A. C. (2003). *Hydro-ecologische systeemtypen met natte schraallanden in Pleistoceen Nederland* (Rapport EC-LNV nr. 2003/225 O). Expertisecentrum LNV.
- Jansen, A. J. M., Grootjans, A. P., Kemmers, R. H., & van Wirdum, G. (2001). *Veenvormende plantengemeenschappen in de Drentse Aa mogelijk? Advies van het deskundigenteam Natte schraallanden* (Kiwa-rapport KOA 00.132). Kiwa.
- Kijm, N., Candel, J. H. J., Makaske, B., & Wallinga, J. (2018). *The Late Glacial and Holocene morphodynamic evolution of the lowland stream the Dommel, southern Netherlands* [Master thesis]. Wageningen University and Research.
- Meier-Uhlher, R. (2015). *Steckbriefe Moorsubstrate* (2. Auflage). Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. DOI: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-3724>.
- Nolte, A. (1996a). *Hydrogeochemie van de Centrale en Roerdal Slenk en het optreden van diepe kwel*. TNO Grondwater en Geo-Energie.
- Nolte, A. (1996b). *Hydrogeochemie van de Centrale- en Roerdal Slenken het optreden van diepe kwel*. TNO.
- Pieterse, N. M., Schot, P. P., & Verkroost, A. W. M. (1998). *Simulatie van de Regionale Hydrologie in het Stroomgebied van de Dommel*. Faculty of Geographical Sciences, Utrecht University.
- Possen, B. J. H. M., van der Burg, R., & Jansen, A. J. M. (2022). *Regionale landschapsecologische systeemanalyse van de Grootte Heide*. Stichting Bargerveen.
- Raemakers, I., & Faasen, R. F. (2016). *Vegetatiekartering Agglomeratie Eindhoven 2014*. Ecologica.
- Spronk, J., Bruinsma, J., & Lambert, F. (2005). *Atlas van de flora van Eindhoven, de ontwikkeling van de flora in de regio in de twintigste eeuw*. KNNV afdeling Eindhoven.
- Stuurman, R. J., & Griffioen, J. (2003). *Systeemgericht grondwaterbeheer, drie praktijkgevallen van problemen in grondwaterbeheer*. TNO-NITG.
- Stuurman, R. J., & van de Weg, S. (1994). *De hydrologie van de Urkhovense Zeggen bij Eindhoven* (TNO rapport os 92-1004). TNO.
- Stuurman, R. J., Peeters, J. E., & Reckman, J. W. (1997). Watermolen-afhankelijke standplaatsen in Noord-Brabant. *Stromingen*, 3(3), 11–30.

- Stuurman, R. J., van der Meij, J. L., Bierheувel, A., & Pakes, U. (1990). *De grondwaterstromingsstelsels en de grondwatersamenstelling van de provincie Noord-Brabant*. TNOgg.
- Succow, M., & Joosten, H. (Eds.). (2001). *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- T. H. Meulendijks. (2007). *Historisch onderzoek naar huizen en veldnamen in Tongelre (gemeente Eindhoven), 1498 – 1832*. Bureau Archeologie gemeente Eindhoven.
- Ten Cate, J. A. M., van Holst, A. F., Kleijer, H., & Stolp, J. (1995). *Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel D: interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik* (Technisch document nr. 19-D). DLO-Staring Centrum.
- Van der Burg, R., De Kort, N., & Jansen, A. J. M. (2013). *Eco-hydrologisch onderzoek naar de kansen voor natuurherstel in de Boktse Beemden*. Bosgroep Zuid Nederland.
- Van der Burg, R. F., Jansen, A. J. M., & van Rosmalen, E. A. W. (2009). Casus Beekdalherstel in de Urkhovense Zeggen. *De Levende Natuur*, 110(3), 143–147.
- Van der Burg, R. M., Jansen, A. J. M., & van Rosmalen, E. (2009). Casus: Beekdalherstel in de Urkhovense Zeggen. *De Levende Natuur*, 110(3), 143–147.
- Van der Linden, M. (2010). *Kosmoslaan-Eindhoven: Rapportage van het paleoecologisch onderzoek* (BIAXiaal 468). BIA Consult.
- Van der Molen, P., Everts, H., Brinkhof, R., Baaijens, G. J., & Brinckmann, E. (2022). *Gijzenrooi Perspectieven voor natuurherstel*. Mooi Gijzenrooi.
- Van der Molen, P. C., Baaijens, G. J., Grootjans, A. P., & Jansen, A. J. M. (2010). *LESA: Landschapsecologische Systeemanalyse* (Brochure). [Naam van de uitgever onbekend].
- Van Loon, A. H., Schot, P. P., Griffioen, J., Bierkens, M. F. P., Batelaan, O., & Wassen, M. J. (2009). Throughflow as a determining factor for habitat contiguity in a near-natural fen. *Journal of Hydrology*, 379(1), 30–40.
- Verdonschot, P. F. M., Runhaar, H., Hendriks, D., & Verdonschot, R. C. M. (2017). *Integraal natuurherstel in beekdalen, Ontwikkeling van diffuse afvoersystemen, gedempte afvoerdynamiek en beekprofielherstel* (Rapport nr. 2017/215-BE). VBNE, Vereniging voor Bos- en Natuurterreineigenaren.
- Versluijs, R., ten Cate, B., & Jansen, A. J. M. (2020). *Hydrologisch vooronderzoek Dommeldal*. Stichting Bargerveen.
- Visscher, A., & van Mullekom, M. (2019). *Bodem- en hydrochemisch onderzoek Loovelden perceel 485 Eindhoven* (Rapportnummer: 18.198.19.10).
- Vos, P., & de Vries, S. (2013). *2e generatie palaeogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0)*. Deltares. Geraadpleegd op 20 augustus 2019, van <http://www.archeologieinnederland.nl>

Bijlagen

Bijlage 1: Von post schaal humificatiegraad

Humificatiegraad Von Post	omschrijving
H1	compleet onghumificeerd veen zonder bagger; wanneer het veen in de handpalm samengeknepen wordt, treedt alleen kleurloos, helder water uit
H2	bijna geheel onghumificeerd veen zonder bagger; het uitgeperste water is bijna helder maar geel-bruin van kleur
H3	nauwelijks gehumificeerd veen dat nauwelijks bagger bevat; het uitgeperste water is duidelijk troebel; er wordt geen vaste stof tussen de vingers door geperst; het residu is niet papperig
H4	licht gehumificeerd veen en veen dat enige bagger bevat; het uitgeperste water is zeer troebel; het residu is enigszins papperig
H5	matig gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; de plantdelen zijn herkenbaar maar niet duidelijk; Een deel van de vaste stof verdwijnt als dunne bagger tussen de vingers; het residu is sterk papperig
H6	matig gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; de plantenresten zijn niet duidelijk; het residu is sterk papperig, maar de plantenresten zijn duidelijker dan in het ongeknepen veen
H7	sterk gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; een groot deel van de plantenresten is nog herkenbaar; bij knijpen verdwijnt ongeveer de helft van het veen tussen de vingers door; als er water uittreedt is het papperig en erg donker van kleur
H8	sterk gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk baggergehalte; de plantenresten zijn niet herkenbaar; bij knijpen treedt ongeveer twee derde van het veen tussen de vingers uit; het residu bestaat voornamelijk uit resistente wortelvezels
H9	zeer sterk gehumificeerd veen en verslagen veen; er zijn nauwelijks plantdelen te herkennen; bijna al het veen verdwijnt bij het knijpen tussen de vingers door als homogene bagger
H10	compleet gehumificeerd veen en bagger; er zijn geen plantdelen te herkennen; bij knijpen verdwijnt alle veen tussen de vingers

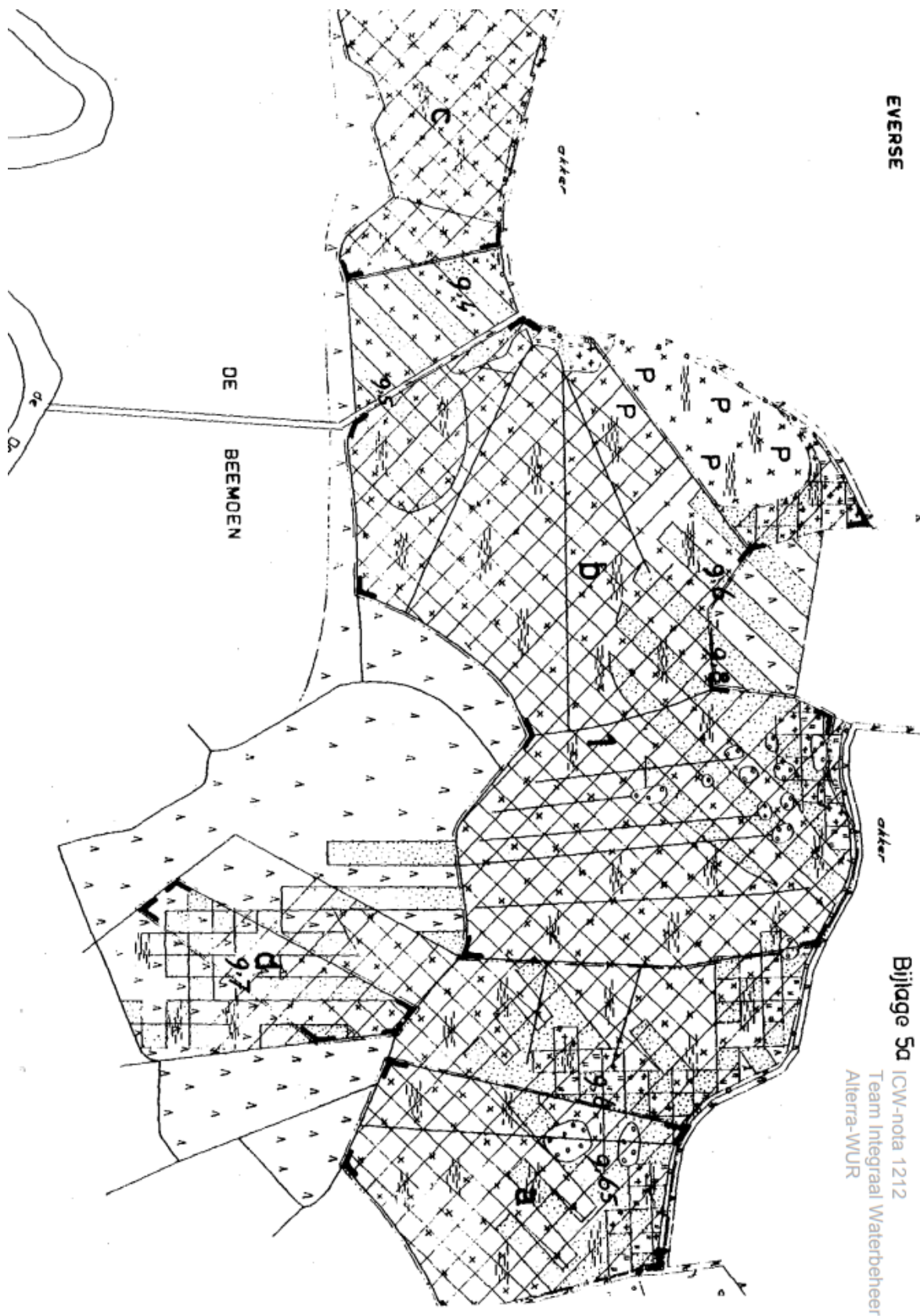
Bijlage 2: Bemonstering waterkwaliteit

monsternummer	x	y	pH water	Alkaline (mEq/L)	EGV (µS)	HCO3/CO2	CO2 (µmol/l)	HCO3 (µmol/l)	Nitrat (µmol/l)	Ammonium (µmol/l)	o-Phosphate (µmol/l)	Natrium (µmol/l)	Kalium (µmol/l)	Chloride (µmol/l)	Al (µmol/l)	Ca (µmol/l)	Fe (µmol/l)	K (µmol/l)	Mg (µmol/l)	Mn (µmol/l)	Na (µmol/l)	P (µmol/l)	S (µmol/l)	Si (µmol/l)	Zn (µmol/l)	
Bok1		163304,12	389321,84	5,06	0,38	420,00	0,05	5993,17	285,56	0,00	7,57	21,32	582,28	15,33	772,44	5,99	1969,81	835,63	24,46	217,53	16,96	570,25	27,78	64,55	490,92	3,21
Bok10		163766,48	389579,49	6,88	1,25	292,00	3,15	508,23	1599,97	36,47	15,59	5,37	911,42	207,55	912,33	4,42	712,82	22,24	240,10	216,05	2,08	920,40	7,34	347,99	149,06	1,78
Bok11		163271,34	389332,87	6,87	1,62	314,00	6,87	617,85	1900,78	171,55	9,12	6,67	765,53	345,23	689,48	4,50	897,21	14,18	370,59	236,01	3,14	755,98	8,40	327,41	191,99	1,49
Bok2		163304,12	389321,84	6,85	2,19	284,00	2,94	934,33	2745,04	0,00	5,21	6,65	649,42	12,25	601,86	0,36	1133,73	46,27	27,75	170,74	4,34	645,93	8,17	107,42	281,42	1,49
Bok3		163460,38	389337,19	6,88	13,14	627,00	3,15	3536,54	11133,37	0,00	41,44	0,64	298,45	11,64	124,83	4,51	4456,09	2386,75	26,62	465,84	185,65	280,56	1,77	110,41	360,27	3,21
Bok4		163460,38	389337,19	6,42	3,20	301,00	1,08	3019,81	3286,51	0,00	0,00	1,11	485,02	13,89	432,49	0,40	1357,04	7,41	29,67	147,16	5,67	476,73	2,34	26,29	238,06	2,03
Bok5		163548,33	389406,42	6,60	2,77	337,00	1,65	2232,85	3688,99	0,00	35,59	0,70	515,45	54,53	936,91	2,49	1553,89	722,29	73,48	106,34	39,28	507,61	2,25	44,15	295,76	2,82
Bok6		163548,33	389406,42	7,18	3,23	312,00	6,28	619,37	3953,27	0,00	18,05	0,31	501,29	16,39	501,92	0,18	1420,66	11,27	29,05	181,69	2,32	501,09	0,54	19,77	364,90	1,66
Bok7		163677,49	389451,08	6,58	3,97	358,00	1,58	2716,23	4285,63	0,00	18,52	0,85	554,31	7,96	472,25	0,96	1512,97	422,74	20,12	210,08	52,29	553,72	1,88	41,35	375,58	3,33
Bok8		163677,49	389451,08	9,30	2,58	257,00	828,03	5,01	4467,67	0,00	0,00	6,26	376,64	8,60	188,09	0,44	1135,73	97,73	24,87	176,34	4,12	363,51	8,90	17,88	399,79	1,41
Bok9		163708,78	389475,50	6,60	4,54	338,00	1,65	3704,15	4467,65	0,00	7,28	0,24	444,72	7,42	117,21	0,63	1626,25	412,35	20,93	228,35	14,93	433,36	0,24	25,82	453,54	2,31
D81		161908,45	389694,08	6,57	1,55		1,54	985,35	1519,28	144,11	17,98	3,05	1462,83	259,16	1431,56	1,79	862,90	2,02	289,82	237,07	2,43	1417,99	2,29	452,54	162,87	1,11
D810		162207,25	397354,52	6,11	3,32		0,53	6948,94	3715,07	0,00	0,74	1,48	851,03	570,20	1861,83	3,84	1004,76	12,72	605,78	635,41	0,50	827,37	1,15	73,09	145,46	0,96
D811		162175,79	397166,70	6,38	1,31		1,00	1288,10	1282,33	0,00	61,99	11,99	634,65	117,83	759,20	2,36	627,78	34,09	140,23	187,58	5,12	635,84	5,63	119,67	124,05	0,75
D812		162198,25	396617,31	6,28	1,05		0,79	907,51	711,63	0,00	71,94	17,37	346,88	239,26	315,55	1,70	336,25	28,71	263,12	163,10	4,63	363,17	9,15	33,23	25,31	1,59
D813		162627,63	397023,48	5,63	0,47		0,18	1380,21	244,34	0,00	24,67	35,59	336,87	128,93	224,48	32,97	198,48	102,43	143,23	96,03	22,36	325,75	40,03	48,07	125,42	5,25
D814		162741,61	397118,83	6,32	1,17		0,87	869,79	754,16	20,78	139,25	8,67	660,84	159,91	869,84	5,20	550,25	20,39	171,10	189,20	6,65	654,17	8,32	200,18	210,99	4,55
D815		162485,54	396940,10	5,96	1,90		0,38	3050,81	1154,68	0,00	65,80	43,07	360,58	60,06	244,16	16,47	664,69	143,49	71,24	243,48	24,59	346,77	36,86	109,25	121,99	2,33
D816		162341,99	397212,90	6,37	1,21		0,97	979,61	953,02	3,83	108,77	10,75	738,92	138,01	915,70	2,18	550,19	14,44	151,67	181,00	0,22	740,03	7,66	117,09	132,88	0,68
D82		161979,27	386617,39	6,17	0,59		0,61	907,46	557,03	0,00	5,08	7,65	399,19	132,07	284,17	3,62	273,52	15,44	148,95	104,53	0,13	380,64	7,54	101,60	170,86	1,44
D83		162075,17	397096,10	6,08	1,94		0,50	4021,32	2006,99	0,00	0,61	1,83	157,23	16,29	72,11	0,43	917,28	0,78	25,60	222,90	4,75	149,40	1,91	281,79	187,07	2,73
D84		162132,35	397143,70	6,24	3,36		0,72	4432,91	3196,96	0,00	13,25	0,27	229,76	14,11	176,81	2,35	1494,41	205,96	25,52	334,87	7,71	224,77	1,50	445,61	161,44	1,72
D85		162132,35	397143,70	6,28	1,22		0,79	1594,80	1261,11	8,59	0,00	0,24	394,03	18,71	674,99	0,15	1039,52	1,92	31,73	205,53	5,34	384,73	0,05	535,47	174,55	3,02
D86		162176,45	397198,20	6,08	2,04		0,50	4496,02	2243,24	0,00	24,74	1,01	1501,32	38,55	1888,55	2,51	2106,35	198,89	49,30	489,20	8,50	1481,15	1,22	2083,56	256,15	1,24
D87		162176,45	397198,20	6,21	2,13		0,67	3689,29	2483,08	0,00	9,90	0,26	1401,12	13,59	1497,17	0,28	2199,73	17,29	23,49	528,24	13,04	1373,20	0,27	2241,68	246,14	0,74
D88		162189,08	397294,99	6,15	2,90		0,59	3759,77	3388,12	0,00	5,99	5,90	1255,63	135,76	1007,70	1,75	229,17	12,27	31,74	77,42	0,63	245,72	1,37	50,65	67,54	0,74
D89		162181,84	397242,94	6,02	2,70		0,43	5951,91	2586,12	0,00	2,68	14,88	1234,91	82,99	1880,62	1,13	1281,15	18,65	99,62	422,77	2,67	1227,05	2,70	397,24	267,16	0,15

1	monsternummer	x	y	pH water	Alkaline (mEq/L)	EGV (µS)	HCO3/CO2	CO2 (µmol/l)	HCO3 (µmol/l)	Nitrat (µmol/l)	Ammonium (µmol/l)	o-Phosphate (µmol/l)	Natrium (µmol/l)	Kalium (µmol/l)	Chloride (µmol/l)	Al (µmol/l)	Ca (µmol/l)	Fe (µmol/l)	K (µmol/l)	Mg (µmol/l)	Mn (µmol/l)	Na (µmol/l)	P (µmol/l)	S (µmol/l)	Si (µmol/l)	Zn (µmol/l)
29	G21	164938	380850	5,61	0,6300	92,22	0,17	2846,76	481,28	0,61	2,40	0,22	59,91	12,34	93,30	3,82	370,34	25,78	19,69	31,52	2,41	58,13	1,38	29,46	188,88	7,04
30	G210	165445	380555	5,46	0,8600	167,80	0,12	4678,99	560,02	0,99	10,85	0,28	108,84	1,08	70,31	4,24	625,22	85,70	11,79	145,53	9,04	103,44	1,16	32,40	586,25	3,56
31	G211	165467	380528	6,64	2,8000	470,00	1,81	1502,46	2721,78	0,40	65,40	1,90	971,28	81,55	1249,37	6,56	1451,85	389,49	101,66	339,49	1,67	1004,96	31,67	327,64	183,30	78,55
32	G22	164771	380729	6,26	1,6900	234,00	0,76	1895,40	1431,36	0,61	35,02	2,01	485,72	51,47	316,22	7,78	845,82	186,23	68,60	226,94	4,92	497,64	10,74	72,28	295,37	0,28
33	G23	164760	380608	5,74	1,0200	148,80	0,23	3573,94	815,07	0,18	2,36	0,37	72,45	3,42	95,83	2,37	586,55	6,24	14,49	119,18	3,60	68,25	1,25	135,88	305,26	1,11
34	G24	165131	380445	5,67	0,9100	303,40	0,19	3603,40	699,46	0,18	1,58	3,81	362,33	34,06	929,70	8,65	975,45	8,75	56,02	208,45	21,11	420,61	8,60	392,68	210,86	8,24
35	G25	164820	380598	6,64	3,2000	281,60	1,81	1399,15	2534,62	0,68	23,24	0,67	219,98	3,33	105,50	1,60	1122,97	205,27	16,20	321,45	27,75	284,01	9,37	69,42	106,19	2,86
36	G26	165127	380506	6,23	3,5100	296,90	0,70	3011,59	2122,48	0,00	2,81	0,42	74,21	1,61	71,31	2,61	1150,03	39,84	15,23	341,12	4,36	77,86	2,27	174,01	275,46	3,25
37	G27	165159	380597	6,27	1,7600	297,10	0,77	2457,15	1898,81	0,16	2,90	0,19	432,65	6,30	427,33	2,81	1032,95	115,47	20,70	245,36	5,11	441,18	0,77	281,87	408,07	1,98
38	G28	165211	380589	6,23	0,6100	247,50	0,70	1002,41	706,47	12,33	13,31	1,28	898,71	87,46	1137,89	29,98	475,76	78,07	111,86	190,86	7,22	926,85	7,28	22,85	188,42	0,96
39	G29	165272	380598	6,20	1,4000	197,10	0,66	1800,43	1184,20	22,86	5,28	1,47	302,82	8,52	84,99	0,70	703,89	5,81	21,35	141,57	8,38	299,20	3,11	142,83	323,84	1,63
40	K81	165781	378914	5,57	0,5500	231,70	0,15	2590,99	399,50	0,16	0,00	0,27	113,13	13,55	731,06	1,14	752,50	39,54	26,51	240,84	7,21	100,55	3,21	355,88	168,29	1,63
41	K810	165144	378243	6,49	3,7500	584,70	1,28	2003,96	2570,03	1,99	73,60	16,70	847,57	178,93	1232,21	28,81	1281,71	209,65	2009,40	751,87	42,86	844,50	32,50	244,29	205,71	5,51
42	K811	166094	378292	5,67	0,5100	230,90	0,19	1965,85	381,20	0,13	17,17	1,01	232,31	37,83	733,65	5,47	654,38	278,40	32,81	149,89	16,06	230,66	35,40	398,74	297,32	2,97
43	K812	166074	378194	5,69	3,1700	356,60	0,20	6671,46	1356,03	0,23	118,33	0,86	370,12	45,68	146,10	29,25	1347,16	921,48	72,82	314,56	87,48	509,53	5,23	159,03	160,91	6,03
44	K813	166527	377742	5,38	0,6300	103,80	0,10	4086,42	406,81	0,06	19,51	0,37	100,12	25,97	128,10	50,12	121,48	487,91	46,49	51,05	5,85	118,27	2,99	28,45	131,50	44,14
45	K814	166618	377781	6,17	0,8700	151,80	0,61	905,77	555,99	2,77	218,79	18,08	144,85	263,39	179,48	55,28	294,88	110,29	387,10	161,82	14,94	198,68	36,80	45,78	78,33	0,32
46	K815	166474	377922	6,25	0,9300	135,30	0,74	763,00	563,08	17,14	117,15	10,21	155,24	192,48	164,42	68,98	279,81	236,72	244,08	143,86	19,23	175,30	31,03	38,41	79,22	0,25
47	K816	165617	379090	5,81	0,6100	124,40	0,27	1599,02	428,45	0,15	12,11	1,23	272,12	11,40	179,86	10,24	283,99	203,67	17,33	77,93	3,50	301,52	10,78	100,82	293,79	0,39
48	K817	166049	378212	6,34	1,9200	301,80	0,91	1838,08	1688,83	0,05	7,09	0,61	258,60	311,19	149,65	1,00	920,11	12,62	395,24	299,97	4,16	250,55	1,88	384,67	158,32	1,58
49	K818	166049	378212	6,44	1,3900	231,20	1,14	1186,66	1356,36	0,54	13,79	0,68	243,76	173,49	149,30	5,17	713,85	39,55	196,72	216,46	5,30	236,07	3,80	262,17	147,35	2,67
50	K82	165530	379075	5,78	1,2900	174,80	0,25	4216,36	1054,35	0,15	2,74	0,24	235,30	26,64	132,74	11,02	512,60	80,61	44,39	276,61	13,80	236,74	2,72	71,64	92,25	3,00
51	K83	165598	379115	5,80	0,4700	216,40	0,26	1452,12	380,23	3,68	5,89	0,35	485,04	18,57	370,41	4,03	582,35	12,90	32,49	191,33	3,04	495,65	1,59	547,22	247,32	1,92
52	K84	165722	379115	5,05	0,2100	331,40	0,05	3057,36	142,36	0,00	0,00	0,17	415,31	1,31	313,04	10,52	1096,76	50,68	12,67	192,15	4,65	440,29	3,09	1213,80	485,59	2,46
53	K85	165631	379021	5,71	0,3100	154,30	0,21	995,94	211,97	6,57	24,73	1,26	465,64	111,18	460,10	42,11	269,24	75,18	140,44	163,73	5,73	467,79	5,78	239,37	185,39	1,81
54	K86	165624	379026	6,21	1,0600	204,80	0,67	1275,08	858,20	34,35	1,75	1,62	390,44	59,97	278,78	8,56	552,77	30,37	78,57	242,14	3,39	388,75	6,68	204,53	208,77	0,37
55	K87	165823	378862	5,81	0,4600	146,80	0,27	1314,62	358,25	4,18	26,01	2,12	426,58	117,73	465,39	43,55	292,34	113,70	143,70	168,62	11,73	426,36	8,88	149,95	207,74	0,41
56	K88	165811	378862	4,88	0,2200	117,40	0,03	3886,32	122,35	0,00	0,53	0,30	226,56	3,34	328,32	26,86	266,85	164,53	9,39	52,75	1,26	224,82	3,47	200,72	520,70	8,12
57	K89	165695	378570	5,30	0,2100	183,30	0,08	902,18	74,70	9,63	9,58	0,72	463,42	103,33	449,14	56,60	268,34	104,91	130,17	181,59	4,92	478,79	4,76	323,06	172,62	1,63
58	U41	165433,05	383147,58	6,41	2,31	278,00	1,07	1772,49	1890,74	0,00	2,33	2,42	203,11	225,54	336,33	38,31	588,66	780,50	153,91	81,68	314,70	180,16	4,85	183,61	71,78	15,42
59	U410	165671,70	383240,64	6,52	2,10	317,00	1,37	2222,96	3054,78	0,00	26,55	3,07	872,81	508,20	1058,74	4,66	728,29	24,23	523,27	255,27	2,22	829,49	10,61	99,38	155,79	4,26
60	U411	165671,70	383240,64	6,25	0,98	222,00	0,74	1155,46	929,47	0,00	0,00	4,21	719,81	303,45	754,71	4,40	450,10	29,13	350,38	106,17	1,68	759,03	10,98	100,19	159,70	1,79
61	U412	165746,13	383232,30	5,80	0,56	149,70	0,26	3246,51	850,09	0,00	0,00	2,23	272,61	117,13	157,20	7,57	436,38	15,86	159,51	96,95	3,01	264,20	20,74	80,82	159,52	2,65
62	U413	165746,13	383232,30	6,90	1,20	258,00	3,30	553,18	1823,54	5,77	0,00	0,46	792,82	422,47	1205,32	2,69	727,54	6,92	184,78	192,55	1,35	822,97	4,17	282,95	113,39	2,34
63	U414	165858,32	383173,27	6,32	2,12	258,00	0,87	2139,08	1854,70	0,00	5,12	0,87	537,33	28,95	468,38	1,48	862,03	288,09	43,20	111,81	12,71	542,84	6,42	26,10	395,43	3,36
64	U415	165858,32	383173,27	6,81	2,50	298,00	2,68	1085,19	2907,74	0,00	0,00	0,48	511,23	33,49	476,55	0,57	1178,39	101,67	27,80	152,30	6,71	505,44	5,71	24,66	365,25	9,27
65	U416	165927,05	383187,35	7,87	1,27	276,00	30,76	58,53	1800,70	168,88	18,67	3,31	782,42	120,62	763,50	5,67	720,06	28,22	255,55	232,96	2,67	792,52	5,41	329,59	155,86	2,29
66	U417	165777,34	383227,02	6,84	1,26	261,00	2,67	446,90	1288,82	111,47	4,75	2,90	826,34	223,06	834,81	4,05	751,75	25,57	244,58	230,16	0,91	836,89	4,77	332,40	177,30	1,53
67	U42	165433,05	383147,58	5,66	0,45	99,00	0,19	1373,51	260,54	105,42	2,41	0,07	175,92	17,37	89,66	0,94	292,68	0,67	31,57	38,13	3,04	170,31	-0,01	58,57	114,81	2,90
68	U42	165433,05	383147,58	5,96	1,11	215,00	0,38	2083,39	789,29	0,00	0,00	2,38	657,44	26,67	1054,37	2,12	620,62	9,16	42,72	132,37	0,94	170,31	-0,01	58,57	114,81	2,90
69	U44	165466,79	383161,92	6,15	1,16	237,00	0,09	1751,23	1026,57	0,00	3,73	1,01	670,80	40,88	997,56	1,12	625,38	2,60	56,93	54,27	1,37	664,38	0,97	73,30	275,98	1,28
70	U45	165516,73	383170,09	4,92	0,40	190,80	0,03	2253,89	777,80	0,00	3,69	3,78	489,64	38,82	1123,68	101,41	474,78	176,35	54,30	86,89	1,81	483,85	2,53	61,55	110,65	14,35
71	U46	165574,40	383175,27	5,95	1,00	218,00	0,37	1883,25	878,33	0,00	4,47	0,97	634,02	15,63	1000,46	2,75	553,04	25,01	30,58	134,12	4,10	626,32	4,44	25,13	218,94	2,26
72	U47	165674,40	383210,76	6,39	1,76	250,00	1,02	1606,70	1638,76	0,00	4,00	0,00	3,59	731,09	262,16	7										

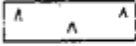
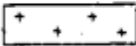
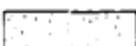
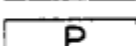
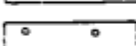
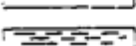
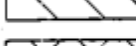
Bijlage 3: Historische vegetatiekarteringen Dommelbeemden uit De Vries (1980).

Kartering 1961 (C.G. van Leeuwen)



Gedeelte van de vegetatiekaart van Van Leeuwen 1961 schaal 1 : 2500
met hoogtecijfers in m + N.A.P.

LEGENDA

	AGROPYRO - RUMICION BEWEIDING, TRED, CONTACT NAT DROOG
	NARDO - GALION
	JUNCETUM ACUTIFLORI
	CALTHION x CARICION NIGRAE
	MAGNOCARICION
	DOMINANTIE VAN RIET
	BROEKBOS S.L.
	HAKHOUT
	DRASSIGE LAAGTE (SCHRAALLANDEN)
	FILIPENDULO - PETASITION
	DOMINANTIE VAN CALAMAGROSTIS CANESCENS

