A network diagram consisting of various sized light blue circles connected by thin white lines, set against a solid blue background. The circles vary in size and are scattered across the page, with some larger circles acting as hubs.

KWR 2021.032 | Juni 2021

## **De Bruuk**

### **Data-analyse t.b.v. Natura 2000 beheerplan**



# De Bruuk

## Data-analyse t.b.v. Natura 2000 Beheerplan

**KWR 2021.032 | Juni 2021**

### Opdrachtnummer

403539

### Projectmanager

Dr. Edu Dorland

### Opdrachtgever

Provincie Gelderland

### Auteur

Drs. Mark Jalink

### Kwaliteitsborger

Dr. Edu Dorland, gedelegeerd door Dr.Ir. Ruud Bartholomeus

### Verzonden naar

Provincie Gelderland

### Keywords

Rapporteren, monitoring, effecten maatregelen, grondwater, bodemchemie, vegetatie

Jaar van publicatie  
2021

Meer informatie  
Dr. Edu Dorland  
T 030 6069532  
E [edu.dorland@kwrwater.nl](mailto:edu.dorland@kwrwater.nl)

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511  
F +31 (0)30 60 61 165  
E [info@kwrwater.nl](mailto:info@kwrwater.nl)  
I [www.kwrwater.nl](http://www.kwrwater.nl)

**KWR**

Juni 2021 ©

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



# Inhoud

## Inhoud4

<b>1</b>	<b>Aanleiding en overzicht gebruikte informatie</b>	<b>6</b>
1.1	Aanleiding en doel	6
1.2	Samengebrachte gegevens	6
1.3	Leeswijzer	8
<b>2</b>	<b>Beknopte systeemanalyse en knelpunten</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Geohydrochemie op bovenlokaal schaalniveau</b>	<b>10</b>
3.1	Samenvatting	10
3.2	Gelaagdheid en kalkrijkdom op bovenlokaal schaalniveau	10
3.3	Grondwaterkwaliteit op bovenlokaal schaalniveau	11
<b>4</b>	<b>Geohydrochemie op lokaal schaalniveau</b>	<b>15</b>
4.1	Analyse van een zevental bodemboringen en waterkwaliteitsanalyses	15
4.2	Analyse op lokaal schaalniveau van de gelaagdheid van het moedermateriaal en de fysisch-chemische kwaliteit in een tweetal west-oost georiënteerde transecten	16
4.3	Analyse op lokaal schaalniveau van de gelaagdheid in fysisch-chemische kwaliteit van het grondwater (2009) in een drietal transecten	21
<b>5</b>	<b>Indicatie veranderingen op basis van Iteratio-analyses vegetatiekarteringen</b>	<b>24</b>
5.1	Aanpak	24
5.2	Analyse karteringen 1989, 1997 en 2007	24
5.2.1	Voorjaarsgrondwaterstanden	24
5.2.2	Zomergrondwaterstanden	24
5.2.3	Voedselrijkdom/trofie	26
5.2.4	pH	27
5.3	Analyse karteringen 2007 en 2019	28
5.3.1	GVG	28
5.3.2	pH	29
5.3.3	Kwel-indicatie	30
5.4	Conclusie	32
<b>6</b>	<b>Analyse transecten PQ's vegetatie PAS-monitoring 2019</b>	<b>34</b>
6.1	Gegevens en aanpak	34
6.2	Vegetatie PQ's	34

<b>7</b>	<b>Aanzet overzicht maatregelen</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Nul-situatie 2009 en ontwikkeling water- en bodemchemie 2009-2019</b>	<b>46</b>
8.1	Vergelijking analyses 2009 en 2019/2020	46
8.2	Conclusies en aanbevelingen	47
<b>9</b>	<b>Bronnen en datasets</b>	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>Bijlagen</b>	<b>50</b>
I	ICW-onderzoek 1987: ligging transect	50
II	Details maatregelen	51

# 1 Aanleiding en overzicht gebruikte informatie

## 1.1 Aanleiding en doel

In het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) zijn voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden knelpunten en maatregelen beschreven in een gebiedsanalyse. De maatregelen zijn opgenomen in het Beheerplan Natura 2000 69 - Bruuk. In de Provincie Gelderland zijn vanaf 1 juli 2015 herstelmaatregelen uitgewerkt en voor een deel al uitgevoerd. Om te kunnen beoordelen of uitgevoerde herstelmaatregelen tot de gewenste effecten leiden en om eventueel tijdig te kunnen bij sturen, is monitoring essentieel. In 2017 zijn voor alle Gelderse Natura 2000 gebieden met stikstofgevoelige habitattypen meetplannen voor monitoring van procesindicatoren opgesteld. Deze procesindicatoren zijn variabelen die op relatief korte termijn veranderingen kunnen indiceren. Voor een groot deel gaat het hierbij om abiotische variabelen zoals bijvoorbeeld grondwaterkwaliteit en –kwantiteit en bodemchemie, maar ook om een aantal indicatieve plantensoorten. Dit met het idee dat op deze manier de effecten van herstelmaatregelen in beeld kunnen worden gebracht, nog voor verbeteringen van de Natura 2000-habitattypen zelf zichtbaar zijn.

In het rapport Jalink et al (2021) is een evaluatie uitgevoerd van de monitoring van de procesindicatoren van De Bruuk. Uit deze evaluatie is gebleken dat voor een gebied als De Bruuk, waar decennialang maatregelen en ingrepen hebben plaatsgevonden en externe factoren belangrijk zijn voor een (goed) functioneren van het systeem, een evaluatie van monitoringsgegevens sinds de eerste beheerplanperiode te beperkt is. In overleg met provincie Gelderland is toen besloten om ook historische gegevens van De Bruuk te gebruiken om veranderingen in het gebied te kunnen duiden. Tevens is het doel om deze historische informatie te ontsluiten, en beschikbaar te maken voor toekomstige rapportages en beheerplannen over De Bruuk. In voorliggend rapport zijn deze bevindingen beschreven en de interne notities en databestanden als bijlagen opgenomen.

## 1.2 Samengebrachte gegevens

In de periode 2009-2012 heeft Mark Jalink in detachering bij Staatsbosbeheer (SBB) een bijdrage geleverd aan de inhoudelijke onderbouwing van het Natura 2000 beheerplan De Bruuk. Daarna is hij in opdracht van de toenmalige Dienst Landelijke Gebied (DLG) betrokken geweest bij het opstellen van de PAS-gebiedsanalyse. De werkzaamheden betroffen de ecohydrologische systeemanalyse en de analyse van knelpunten en oplossingen. Vanwege zijn expertise lag daarbij de nadruk op het uitwerken en interpreteren van bodemchemische en waterchemische informatie en de integratie van deze informatie in de systeemanalyse en knelpuntenanalyse. De uitwerkingen zijn destijds verwerkt in interne notities bij SBB. De verkregen inzichten zijn wel in het Natura 2000-beheerplan verwerkt, maar achterliggende documenten met gegevens en uitwerkingen zijn daarin niet opgenomen of vermeld en mede daardoor niet toegankelijk. Het overgrote deel ervan is nog wel aanwezig in de persoonlijke archieven van Mark Jalink.

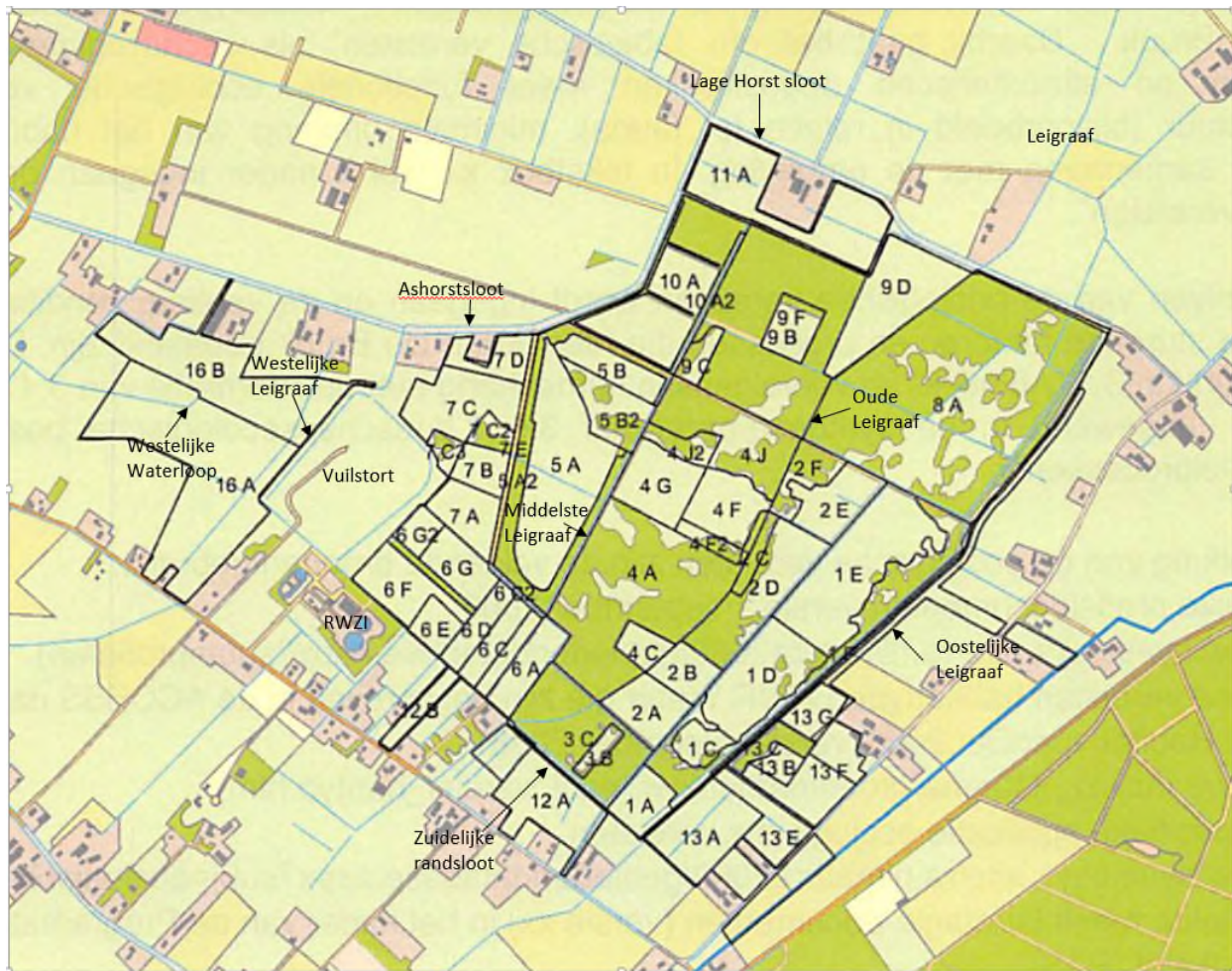
Bovendien kent Mark Jalink De Bruuk van veldbezoeken sinds eind jaren '1970 en heeft de nodige veranderingen in en om het gebied waargenomen. Bij de evaluatie van de PAS-monitoring (Jalink et al., 2021) kon dan ook worden vastgesteld dat de procesmonitoregegevens niet goed te interpreteren zijn zonder informatie over historische ingrepen die mogelijk nog doorwerken in de beschouwde eerste beheerplanperiode. Deze informatie zit voor een belangrijk deel in de hoofden van SBB-medewerkers, of is alleen vanwege hun dossierkennis toegankelijk in archieven.

In dit rapport is gegevens zoveel mogelijk samengebracht. Het gaat hierbij om de volgende gegevens:

- Analyse van de gelaagdheid en kalkrijkdom van de ondergrond op bovenlokaal schaalniveau (Jalink, 2011a)
- Analyse van een zevental bodemboringen en waterkwaliteitsbepalingen uitgevoerd ten behoeve van het huidige beheerplan (Jalink, 2011b)
- Analyse van de gelaagdheid van het moedermateriaal en de fysisch-chemische kwaliteit van de bodem in een tweetal raaien (Jalink, 2011c)
- Analyse van de grondwaterkwaliteit op bovenlokaal schaalniveau in relatie met de ondergrond (Jalink, 2012a)
- Analyse van de gelaagdheid in fysisch-chemische kwaliteit van grondwater en bodemvocht op lokaal niveau in een drietal raaien (Jalink, 2012a)
- Analyse van de verandering in grondwaterkwaliteit tot in 2009 (Jalink, 2012a)
- Beschrijving en interpretatie van enkele Iteratio-analyses die door Jan Holtland (SBB) zijn uitgevoerd op de gegevens van de vegetatiekarteringen 1997, 1986 en 2007 en 2019.
- Beschrijving en interpretatie PQ-opnamen van drie van de vier transecten in het kader van de PAS-monitoring (nieuw)
- Aanzet tot overzicht van de ingrepen die in de afgelopen decennia zijn uitgevoerd in en rond De Bruuk (nieuw)

Om locaties te duiden is gebruik gemaakt van een beheervakkenkaart van Staatsbosbeheer (2010; figuur 1.1). Daarop zijn ook namen voor de watergangen aangegeven.





Figuur 1.1: Nummers beheervakken (bron: OGIS Staatsbosbeheer, 2010) en gebruikte namen watergangen

### 1.3 Leeswijzer

In dit rapport wordt gestart met een korte systeemanalyse van De Bruuk en een schets van de knelpunten (hoofdstuk 2). Vervolgens wordt ingegaan op de geohydrochemie op bovenlokaal schaalniveau (hoofdstuk 3) en lokaal schaalniveau (hoofdstuk 4) waarbij wordt ingegaan op de ontwikkelingen sinds 2009. In hoofdstuk 5 worden op basis van Iteratio analyses van vegetatiekarteringen uit meerdere jaren veranderingen beschreven in kwel, pH, GVG en voedselrijkdom. Hoofdstuk 6 beschrijft de toestand van de vegetatie op basis van een recente monitoring uit 2019. Vervolgens wordt in hoofdstuk 7 een overzicht gegeven van, ons bekende, maatregelen die in het gebied zijn genomen. Hoofdstuk 8 gaat in op de nulsituatie t.a.v. bodem- en waterchemie op basis van analysegegevens uit 2009 en de ontwikkelingen sinds die tijd. Hoofdstuk 9, tenslotte, geeft een overzicht van de gebruikte bronnen en datasets.

## 2 Beknopte systeemanalyse en knelpunten

Voor het behoud van basenminnende vegetatie is De Bruuk afhankelijk van kwel tot in de wortelzone. Dat zorgt voor langdurig hoge grondwaterstanden en voorkomt het uitloggen van de bovenste decimeters bodem. Het uit de stuwwallen afkomstige kwelwater is betrekkelijk schoon en meer of minder basenrijk. Hoge gehalten aan calcium en bicarbonaat ontstaan vooral bij het opkwellen door de kalkhoudende lösslagen. Voor het behoud op langere termijn is kwel tot aan maaiveld/wortelzone essentieel.

Dit hoeft geen knelpunt te zijn, gezien de stijghoogten in wvp 1 en 2 die in de omliggende hogere gronden ontstaan. De stijghoogten in deze pakketten worden sterk bepaald door het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping) en de afvoer van neerslagwater én kwelwater via sloten en drainagebuizen. WVP 3 speelt een zeer beperkte rol in de waterbalans van De Bruuk. Dit pakket sluit aan op de rivierdalen en staat daarmee in min-of-meer open verbinding. De stijghoogten in dit pakket zijn 5-10 m lager dan die in de pakketten boven de Drenthe-klei. De stijghoogte in dit pakket is daarmee hooguit van invloed op de wegzijging vanuit bovenliggende pakketten naar de diepere ondergrond. Voor optimalisatie van het systeem van De Bruuk zijn daardoor m.n. de factoren die grondwaterstand en stijghoogte in wvp1 en 2 bepalen sturend: grondwateraanvulling, verdamping en afvoer (via drains en sloten).

Ook al ligt De Bruuk in –regionaal gezien- kwelgebied, ontwatering in en rond het gebied kan ertoe leiden, dat geen kwel naar maaiveld optreedt, maar vorming van regenwaterlenzen en wegzijging naar sloten. Dit probleem blijkt overduidelijk uit de gegevens over bodem- en hydrochemische gelaagdheid. Plaggen van de verzuurde toplaag –en daarmee blootleggen van de nog kalkhoudende pleistocene leemlaag- leidt tot het creëren van basenrijke standplaatsen, waarop vegetaties van kalkmoeras en basenrijk Blauwgrasland –meestal slechts tijdelijk- floreren. Tijdelijk, doordat de drainage nog steeds zodanig is, dat ook op afgegraven gronden wegzijging optreedt en vorming van neerslaglenzen, waardoor per saldo basen worden afgevoerd naar de omliggende drainagesystemen en de blootgelegde bovengrond uitloogt en verzuurt. Deze oplossing is eindig, aangezien de kalkhoudende lösslaag op de meeste plekken slechts een tot enkele decimeters dik is en bij (herhaald) plaggen deze bron van basen dus verdwijnt.

Voor behoud en herstel op langere termijn is het dus noodzakelijk de hydrologie zodanig te herstellen, dat er op standplaatsniveau per saldo kwel naar maaiveld optreedt en geen uitloging door wegzijging naar watergangen. Het stoppen van het afvangen van kwelwater door diepe –door de leemlaag heen gegraven- sloten in en rond het gebied is noodzakelijk en effectief. Gezien het reliëf en de hydrologische gradiënt in en rond De Bruuk is zo'n situatie technisch haalbaar zonder extreme vernatting rondom De Bruuk.

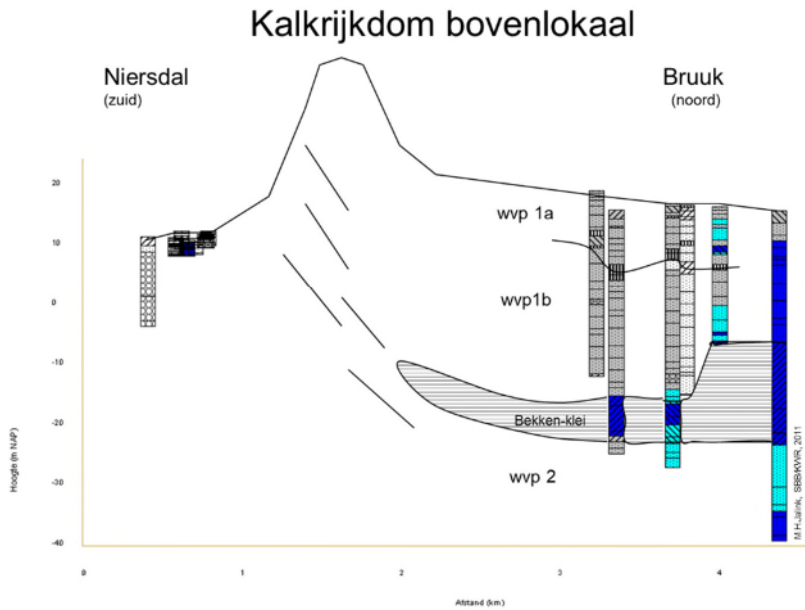
## 3 Geohydrochemie op bovenlokaal schaalniveau

### 3.1 Samenvatting

De Bruuk is vanouds bekend vanwege het voorkomen van basenminnende vormen van het Blauwgrasland en Kalkmoeras. Regionaal gezien ligt De Bruuk ver boven het drainageniveau van de Waal, Niers en Maas. Dat leidt ertoe, dat kwel vanuit regionale grondwatervoerende pakketten niet van invloed is. De bron van de basenrijkdom moet dan uit (boven)lokale pakketten komen. De Bruuk ligt in het Bekken van Groesbeek, tussen de stuwwallen van Nijmegen-Groesbeek en het Reichswald. Deze stuwwallen zijn gevormd in het Saliën, (voorlaatste ijstijd). Hoewel de pakketten deels uit verstuwde (vaak kalkhoudende) rivierafzettingen bestaan, zijn ze gedurende tienduizenden jaren doorspoeling overwegend uitgeloofd en vormen ze geen bron meer voor zeer basenrijk grondwater (Jalink, 2010). Voor het begrip van het regionaal systeem is het verder van belang te weten, dat de basis van het grondwatersysteem onder De Bruuk bestaat uit de bekkenklei (Formatie van Drenthe). Deze klei is afgezet als bezinking vanuit de meren (kaarmeren) die ontstonden door smeltende gletsjers aan het einde van het Saliën. Vanwege het terugtrekken van de gletsjer, dalen van het waterpeil in het kaarmeer en overspoeling met afstromend hellingmateriaal vanaf de omliggende stuwwallen varieert de dikte en de hoogte van de bovenkant van deze laag. De bekkenbezinkingen zijn dikker in de delen, die langer onder invloed stonden van smeltend ijs en dus dunner aan de randen van het Bekken van Groesbeek (zuid, zuidoost en zuidwest van De Bruuk). Dit blijkt uit de boorprofielen en is eerder beschreven door Van de Hulst en Hoeks (1987). Door dit proces is aan de noordrand van De Bruuk een opwelling van de Bekkenklei aanwezig. Deze drempel dwingt het grondwater als het ware naar boven. Juist in deze zone zijn de afzettingen (nog) kalkhoudend, waardoor het opkwellende grondwater ook basenrijk is (par. 2.1). Echter, ook ver bovenstrooms, tot aan de zuidrand van De Bruuk komen kalk-minnende vegetaties en bodems voor. Een verklaring hiervan is de aanwezigheid van löss, een windafzetting van sterk lemig, extreem fijn, kalkhoudend zand in de luwe (en vaak natte) delen van het Bekken van Groesbeek. Uit nadere analyse (Jalink, 2012) bleek dat de kalkrijkdom van standplaatsen in De Bruuk in belangrijke mate worden bepaald door aanrijking van grondwater dat door kalkhoudende laag opkwelt en daarin wordt aangerijkt met basen. Het is de kalkrijkdom van de löss en deels moeraskalkvorming door kwel van basenrijk grondwater, die zorgt voor de benodigde zeer basenrijke standplaatsen. In onderstaande tekst wordt dit verder onderbouwd, door gebruikmaking van boorstaten en grondwaterkwaliteitsgegevens.

### 3.2 Gelaagdheid en kalkrijkdom op bovenlokaal schaalniveau

Om te begrijpen wat de sturende processen zijn achter de basenrijkdom van delen van De Bruuk zijn boorstaten en literatuur geraadpleegd. Figuur 3.1 geeft de gelaagdheid en kalkrijkdom onder De Bruuk en omgeving weer. Een vergelijkbare figuur in west-oostelijke richting leverde weinig informatie op, doordat kalkbepalingen ontbraken en doordat geen informatie vanuit Duits grondgebied beschikbaar was.



Figuur 3.1: Gelaagdheid en kalkrijkdom in een transect van Niersdal tot aan noordzijde Bruuk. De boorprofielen en kalkrijkdom zijn ontleend aan Dinoloket. Achtergrondkleur in de boorprofielen: donkerblauw: 'kalkrijk' (>1 à 2% kalk); lichtblauw: 'kalkarm' (0,5-1 à 2% kalk); grijs: 'kalkloos' (<0,5% kalk); wit: geen kalkbepaling uitgevoerd. Opvallend is de circa 10 meter hogere ligging van de bovenkant van de Bekken-klei in het noorden, die zal leiden tot opwaartse stroming van grondwater. In het zuidelijk deel zijn de profielen in watervoerend pakket 1a en 1b kalkarm, waarschijnlijk door ontkalking door millennia doorstroming sinds hun afzetting. Uit een aantal ondiepe metingen blijkt, dat de ondiep gelegen lösslaag ook in het zuidelijk deel van De Bruuk nog wel kalkhoudend is. Dit past bij de ontkalking 'langs de stroombaan' waarbij de grens tussen ontkalkt en kalkhoudend materiaal geleidelijk opschuift naar de kwelgebieden. In het noordelijk deel komen in de watervoerende pakketten nog wel kalkhoudende afzettingen voor tot op geringe diepte, wat in combinatie met de 'gedwongen' opwaartse stroming kan leiden tot kwel van zeer baserijk grondwater.

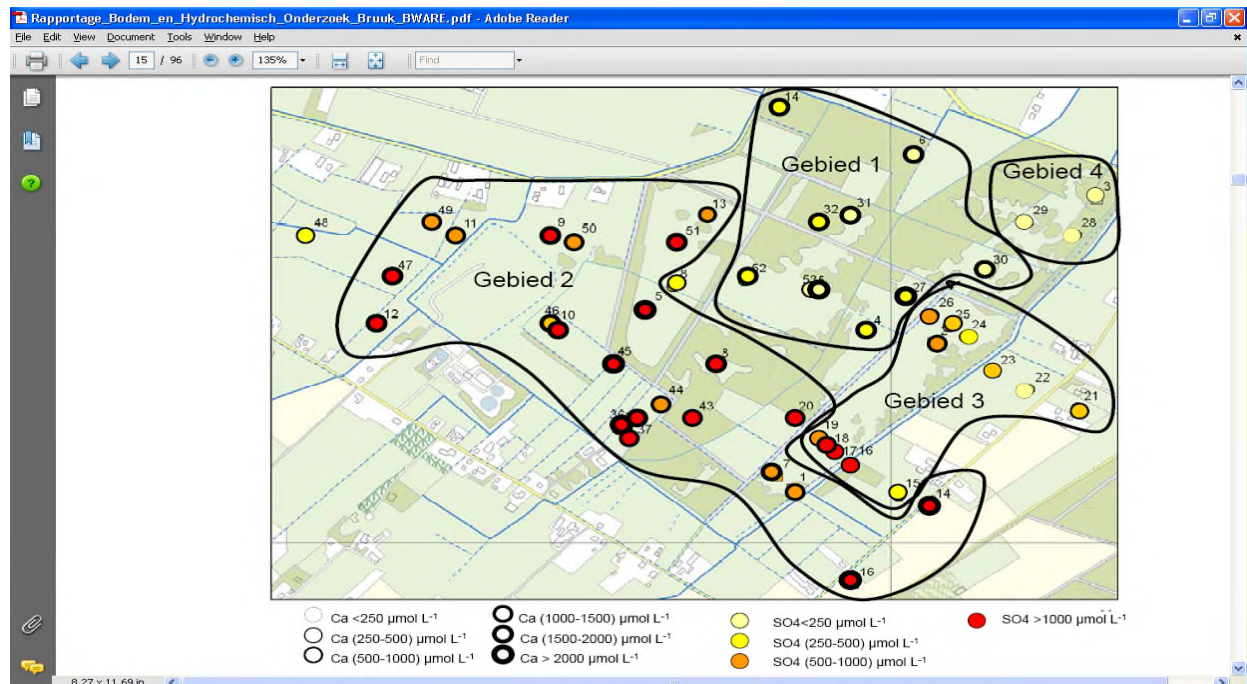
Ook vanuit de zijdelingse randen van het Bekken van Groesbeek zorgt de opwelling van de Bekkenklei voor een opwaartse grondwaterstroming, en kwel naar maaiveld. Dat zorgde voor wateroverlast en leidde tot versnelde afwatering om die overlast te voorkomen. De kwel wordt afgevangen door diepe watergangen (oostelijke, oude leigraaf, Ashorst-sloot e.a.). Daardoor is de kwel naar maaiveld in De Bruuk afgenomen of verdwenen.

Op basis van de getoonde opbouw ligt het voor de hand, dat –vooral- in het noorden van De Bruuk een opwaartse stroming van baserijk grondwater optreedt. Lokale analyse moet uitwijzen of en waar die kwel van invloed is.

### 3.3 Grondwaterkwaliteit op bovenlokaal schaalniveau

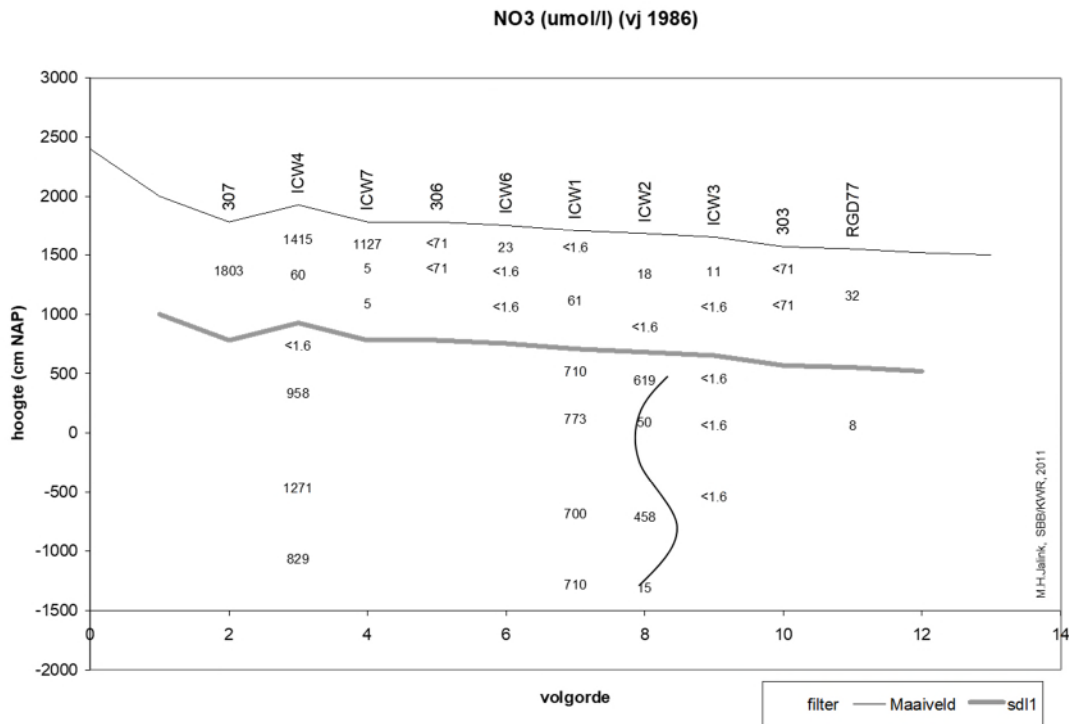
Figuur 3.2 (B-ware, 2009) laat zien, dat net onder de leemlaag al grote verschillen zijn in calcium en sulfaatgehalte. In het westelijk dal, rond de vuilstort en in het zuiden (gebied 2) zijn sulfaat en calcium beide zeer hoog. Naar alle waarschijnlijkheid is dit het gevolg van oxidatie van organische stof en ijzersulfiden door nitraatreductie ('denitrificatie'), waardoor (zwavel)zuur wordt geproduceerd, dat leidt tot oplossing van kalk en veldspaten (hoge hardheid). In deelgebied 1 (noorden) is het calciumgehalte hoog, maar het sulfaatgehalte relatief laag. In dit deelgebied kan dit ermee samenhangen dat bij de hoge kalkrijkdom van het watervoerend pakket ook zonder sterke belasting met (zwavel)zuur een hoge hardheid kan voorkomen. In het uiterste noordoosten (deelgebied 4)

zijn zowel calcium- als sulfaatgehalte laag. In dit deelgebied blijkt de toplaag kalkarm en ligt het intrekgebied in het Reichswald, waardoor de belasting met (sterk) zuur gering is. Het meest oostelijke schraalland en aangrenzende dalflank is door B-ware (2009) als apart deelgebied 3 omgrensd. Het zuidelijk deel hiervan sluit vanwege hoge sulfaatgehalten en (matig) hoge calcium gehalten aan bij gebied 2. Het noordwestelijk deel van gebied 3 sluit vanwege matig hoge calciumgehalten deels aan bij het noordwestelijke deelgebied 1. Het oostelijk deel van gebied 3 sluit vanwege lage gehalten van zowel calcium als sulfaat aan bij het noordoostelijke deelgebied 4.

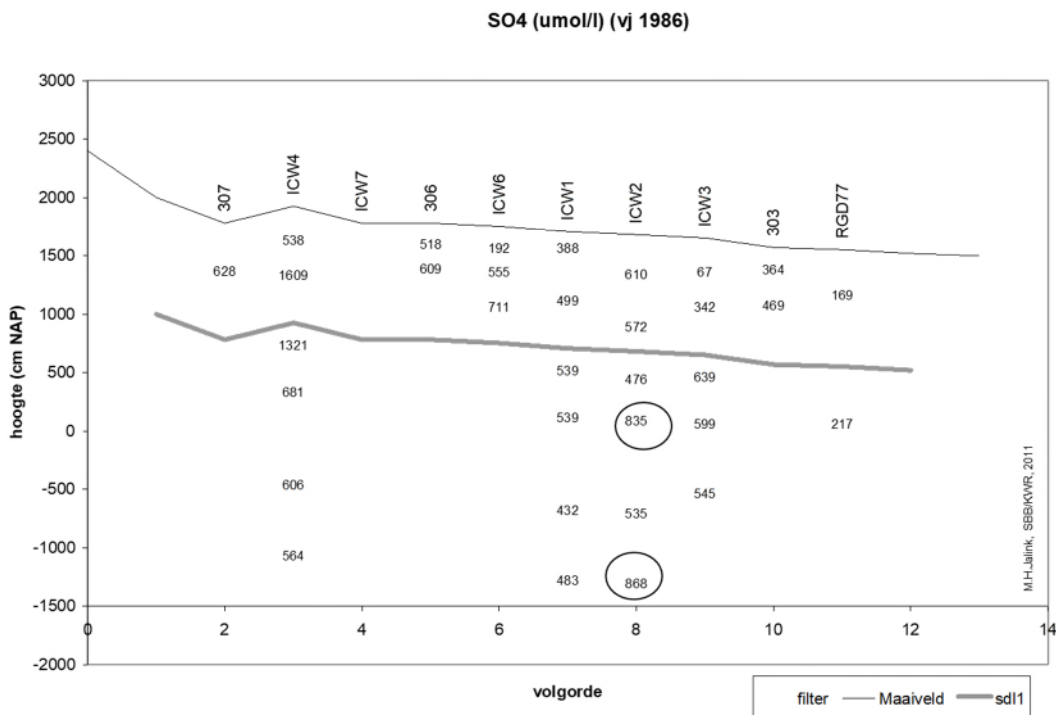


Figuur 3.2: Calcium- en sulfaatgehalten in het bodemvocht (Smolders et al., 2009) De locatienummers zijn gebruikt in enkele doorsneden (figuur 4.6-4.10).

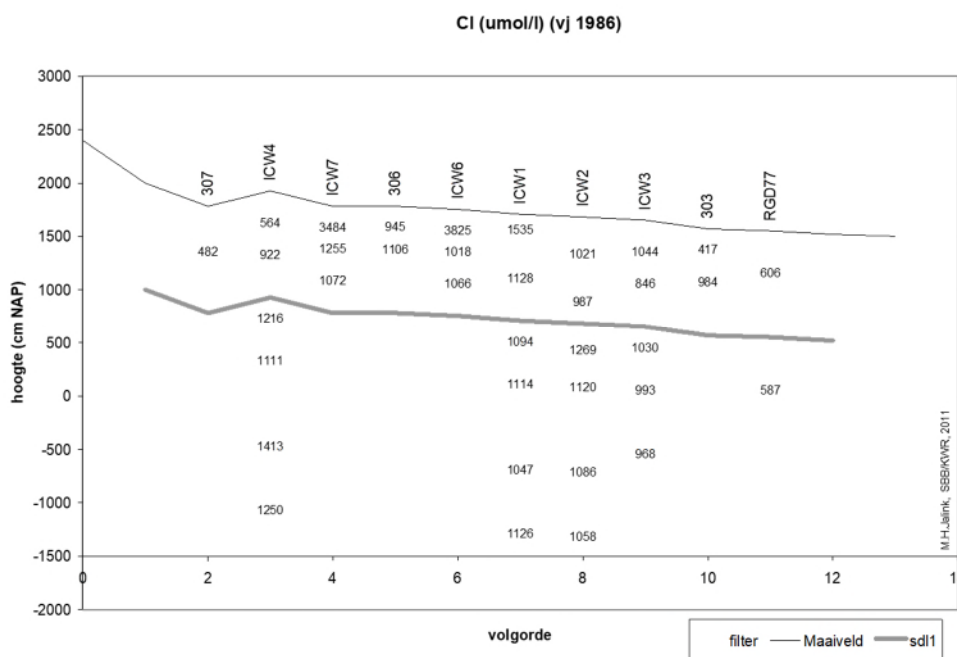
De analyse van de verspreiding van vervuiling-indicatoren op bovenlokaal schaalniveau is gevisualiseerd aan de hand van de waterkwaliteitsanalyses van peilbuizen uit 1987 en omliggende jaren (locaties, zie bijlage 1). Deze dataset geeft een duidelijk beeld van de geohydrochemische processen die optreden onder en rond De Bruuk. In latere jaren zijn in diverse peilbuizen nog wel analyses uitgevoerd, maar met name rondom het gebied ontbreken data om de processen inzichtelijk te maken.



Figuur 3.3: Nitraatgehalte in het grondwater in een zuid-noord-transect op basis van grondwaterkwaliteitsmetingen in 1987 (Jalink, 2011 o.b.v. gegevens Van der Hulst en Hoeks, 1987; voor ligging transect, zie bijlage 1). (Zeer) hoge nitraatgehalten zijn aangetroffen aan bovenstroomse zijde in het ondiepe systeem en tot halverwege De Bruuk in het middeldiepe systeem. In het ondiepe systeem en in het stroomafwaartse deel van het middeldiepe systeem overwegen lage nitraatgehalten.



Figuur 3.4: Sulfaatgehalte in het grondwater in een zuid-noord-transect op basis van grondwaterkwaliteitsmetingen in 1987 (Jalink, 2011 o.b.v. gegevens Van der Hulst en Hoeks, 1987). (Zeer) hoge sulfaatgehalten zijn vooral aangetroffen in het zuidelijk (bovenstroomse) deel van het ondiepe systeem en het middeldiepe systeem. De grens in hoge en lage nitraat- en sulfaatgehalten in het middeldiepe systeem lijkt samen te vallen. Dit wordt verklaard, doordat in het middeldiepe systeem nitraatreductie optreedt (door organische stof en ijzersulfiden), waarbij nitraat verdwijnt en sulfaat (zwavelzuur) ontstaat. Het hoge sulfaatgehalte (als maat voor de belasting met sterk zuur) verklaart ook het hoge calciumgehalte (door oplossing van calciëten geadsorbeerd calcium) in dit deel van het gebied. Het hoge calcium- en sulfaatgehalte in het grondwater is voor een groot deel antropogeen, als gevolg van de hoge nitraatbelasting van het grondwatersysteem in bovenstrooms gelegen intrekgebied. De weer lagere sulfaatgehalten in het stroomafwaartse deel van het middeldiep pakket kunnen worden verklaard doordat ofwel weer sulfaatreductie optreedt, ofwel dit deel van het systeem nog niet zo sterk is beïnvloed.



Figuur 3.5: Chloridegehalten in het grondwater in een zuid-noord-transect op basis van grondwaterkwaliteitsmetingen in 1987 (Jalink, 2011 o.b.v. gegevens Van der Hulst en Hoeks, 1987). Hoge chloridegehalten wijzen op invloed van bemesting (Jalink en Van Beek, 2001). In het middeldiepe systeem zijn de chloridegehalten aan bovenstroomse zijde duidelijk hoger dan aan stroomafwaartse zijde. Dit wijst erop, dat de invloed in het stroomafwaartse deel (nog) geringer was.

## 4 Geohydrochemie op lokaal schaalniveau

### 4.1 Analyse van een zevental bodemboringen en waterkwaliteitsanalyses

In 2011 is op een viertal locaties een bodembeschrijving en analyse van de kwaliteit van het grondwater in het boorgat uitgevoerd (Jalink, 2011). In 2010 waren op drie locaties ook zulke beschrijvingen gemaakt (Smeenge en Klaver; concept 2010). De gegevens zijn opgenomen in de bijlagen in Jalink, 2011. De locaties in 2011 waren het veenmosrijke blauwgrasland/heischraal grasland in het Gagelperceel (7B), het recent geplagde noordwestelijk (10A/11A) perceel bij de Ashorst en twee geplagde plekken in het zijdal westelijk van de vuilstort (16), in 2010 twee geplagde plekken met kalkmoerasvegetatie ten zuiden van de vuilstort (16A) en een plek met Dotterbloemhooiland in het centrale deel van De Bruuk (4F).

Van de 7 beschreven profielen waren er 5 'afgetopt' door plaggen. In 6 boringen was een leemlaag aanwezig, variërend van enkele decimeters tot 9 decimeter dik. In de boring waarin geen leem werd aangetroffen (2010-1) was wel een 3,5 dm dikke laag sterk lemig zand aanwezig. De pH in het profiel was over het algemeen neutraal ( $\geq 6,5$ ) of zwak zuur (6,0-6,5). Alleen bovenin het profiel zijn bij enkele boringen zuurdere omstandigheden aangetroffen: pH 4,5 in de moslaag van het schraalland met Gagel, pH 4,5-5,0 in de bovenste decimeters van het geplagde noordwestelijke perceel bij de Ashorst en pH 5,5 in de bovenste centimeters aan de (relatief hoge) noordelijke rand van het zijdal westelijk van de vuilstort. In de 4 profielen uit 2011 is de kalkrijkdom in een aantal horizonten getest met een bruistest met 10% zoutzuur. In 3 profielen bleek een kalkgehalte van 0,5-1,0% voor te komen. In het Gagelperceel kon geen kalk worden aangetoond (0,0-0,5% kalk). In de boringen uit 2010 is geen kalktest uitgevoerd, maar gezien de hoge pH-waarden en de kalkmoerasvegetatie op twee van de drie locaties is aanwezigheid van kalk in de bodem aannemelijk.

Op alle zeven locaties is het boorgatwater bemonsterd en geanalyseerd op EGV, Cl, Ca, HCO<sub>3</sub> en (op twee locaties in 2010 na) pH. De gemeten pH lag tussen 6,0 en 7,0. Het Ca-gehalte lag tussen 1,1 en 2,3 mmol/l, het HCO<sub>3</sub>-gehalte tussen 0,8 en 6,2 mmol/l. Het boorgatwater wijst dus op aanwezigheid van gebufferd ondiep grondwater. Het quotiënt HCO<sub>3</sub>/Ca geeft een indicatie voor processen tijdens of na het oplossen van kalk (Jalink en Van Beek, 2000). Lost kalk op door CO<sub>2</sub> in het grondwater, dan zal het quotiënt rond 2,0 liggen. Spelen sterke zuren (b.v. zwavelzuur als gevolg van pyriet-oxidatie) een rol, dan ligt het quotiënt veel lager. Onder reducerende omstandigheden kan HCO<sub>3</sub> gevormd worden en kan het quotiënt veel hoger worden dan 2,0. Dit laatste is het geval in het centraal in De Bruuk gelegen Dotterbloemhooiland. In het Gagelperceel ligt het quotiënt op 1,9 en lijkt geen invloed van sterk zuur aanwezig. Op de overige locaties is het quotiënt aanzienlijk lager, wat mogelijk veroorzaakt wordt door de vorming van sterk zuur in de bodem.

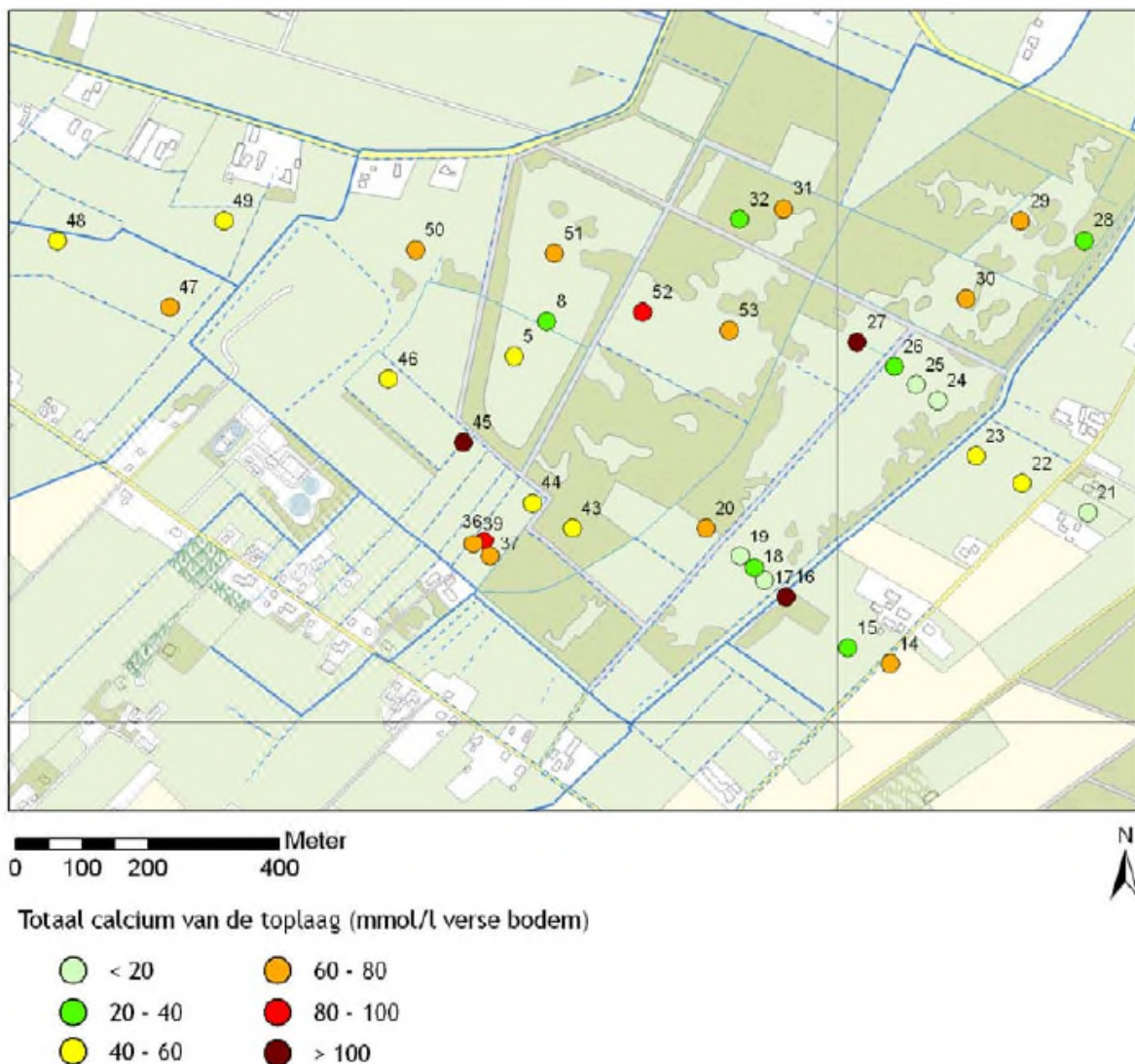
Zoals de door veenmos gedomineerde vegetatie en de scherpe pH-gradiënt in het Gagelperceel laten zien, is de aanwezigheid van goed gebufferd grondwater in het boorgat geen garantie voor een hoge pH aan maaiveld. Op deze locatie stagneert regenwater op de tot net onder maaiveld gelegen leemlaag. De aanwezigheid van kalk in de ondiepe ondergrond maakt het op veel plekken mogelijk dat bij een lichte kweldruk al basenrijk grondwater aan maaiveld komt. Het verklaart ook het voorkomen van kalkminnende soorten op veel recent geplagde percelen in De Bruuk.

Daarbij dient vermeld, dat afplaggen tot in kalkhoudende lagen op korte termijn wel leidt tot goed gebufferde standplaatsen, maar dat deze door stagnatie van regenwater ook weer kunnen uitloggen en verzuren. Om de basenrijkdom te behouden is kwel van basenhoudend grondwater naar de wortelzone nodig.



## 4.2 Analyse op lokaal schaalniveau van de gelaagdheid van het moedermateriaal en de fysisch-chemische kwaliteit in een tweetal west-oost georiënteerde transecten

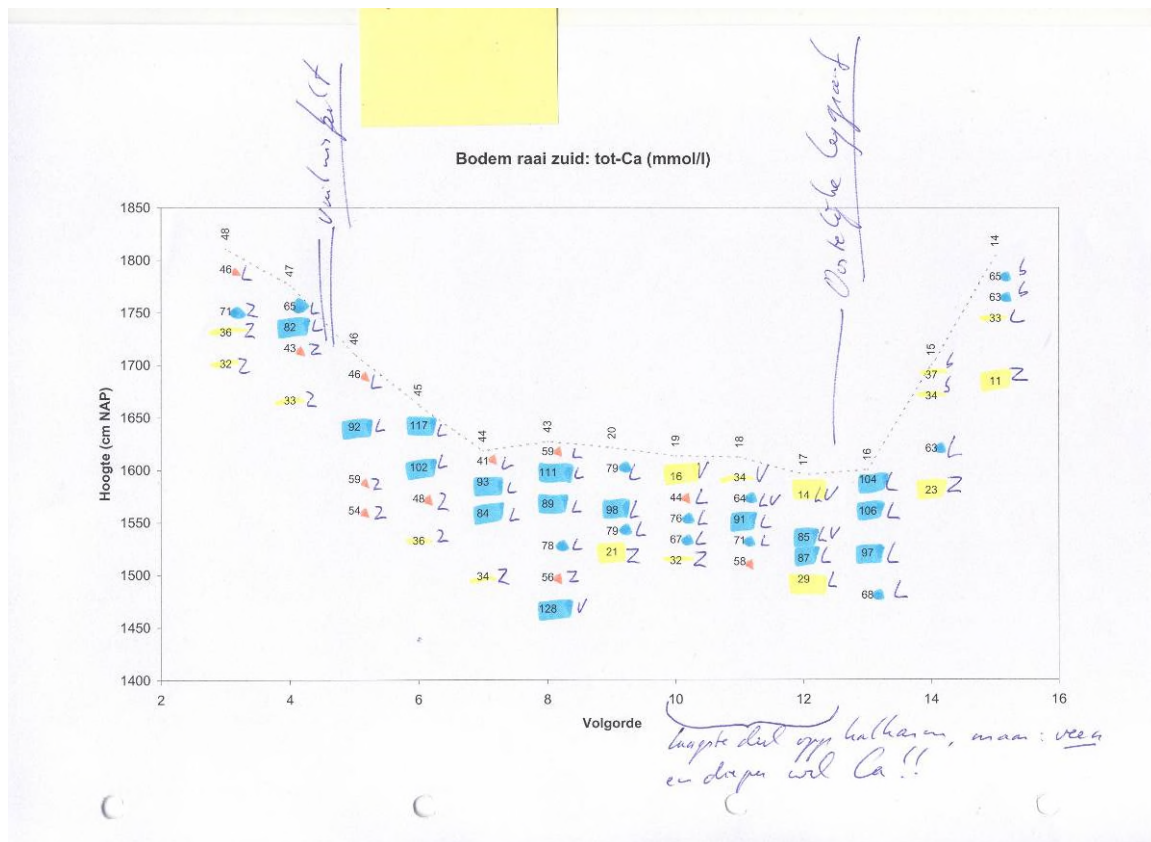
In 2009 zijn in De Bruuk langs enkele transecten bodemmonsters genomen op diepten van 5 tot 60 cm diepte (Smolders et al., 2009). Op basis van de stippenkaart met Ca-rijkdome van de toplaag (figuur 4.1, uit Smolders et al., 2009) ontstaat de indruk dat het oostelijk deel van De Bruuk integraal verzuurd/ontkalkt is. Dit past ook bij de vegetatieontwikkeling in dit deel van het gebied. Voor de hand liggende verklaring is, dat in dit oostelijk deel de kwel wordt afgevangen door de Oostelijke Leijgraaf en dat op het oostelijk schraalland regenwater stagneert en wegzijgt naar deze watergang. Figuur 4.1 toont echter alleen de Ca-rijkdome van het bovenste bodemmonster (meestal 0-15 à 20 cm onder maaiveld). Vraag is of diepere bodemlagen nog Ca-rijker zijn en aan buffering van het bodemvocht kunnen bijdragen.



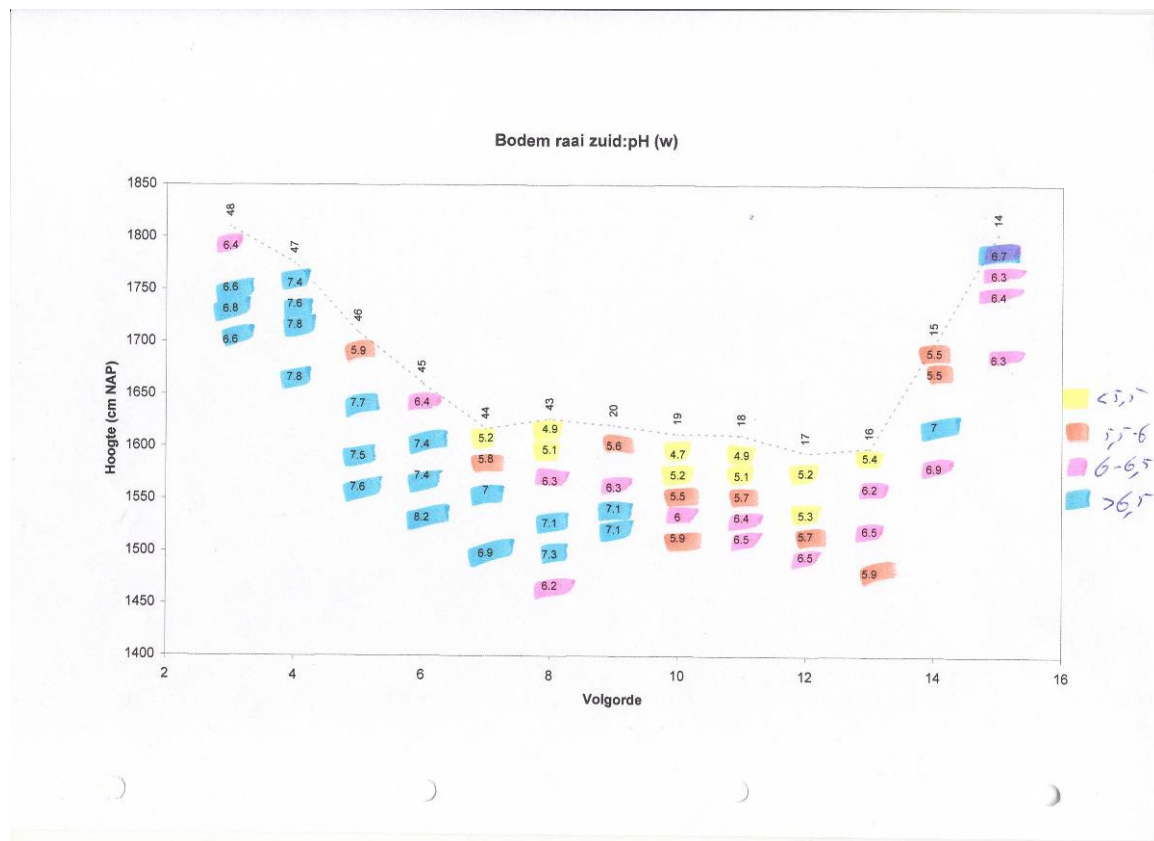
Figuur 4.1: Totaal calciumgehalte (gemeten middels destructie) van de bovenste 15-20 cm van de bodem (Smolders et al., 2009).

Om inzicht te krijgen in de relatie tussen positie in de gradiënt, bodemopbouw en bodemchemie zijn deze gegevens uitgewerkt in een tweetal profielen over De Bruuk, namelijk van punt 48 naar punt 14 en van punt 49 naar punt 21

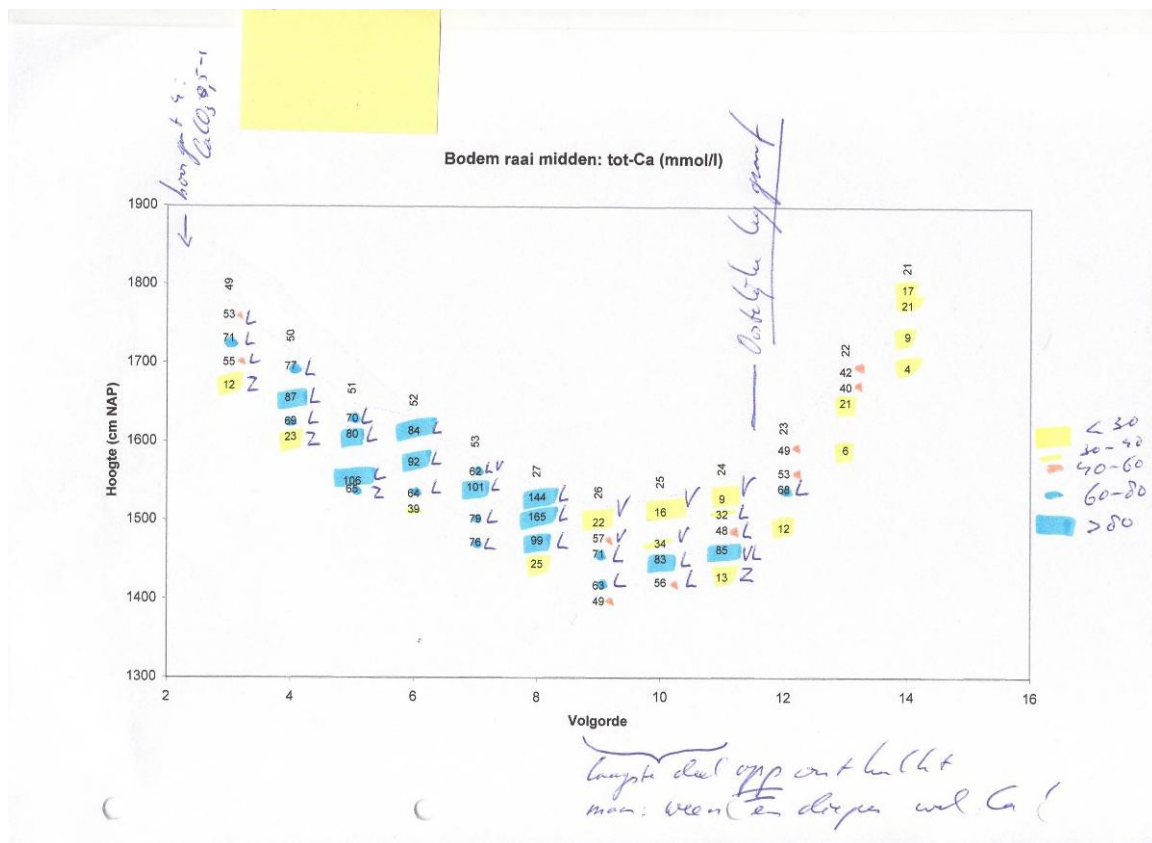
(Jalink, 2011a). De hoogteligging van de monsterlocaties is afgeleid uit het AHN. Figuur 4.2 en 4.3 tonen het transect over het zuidelijk deel van De Bruuk, figuur 4.4 en 4.5 over het noordelijk deel van de schraallanden.



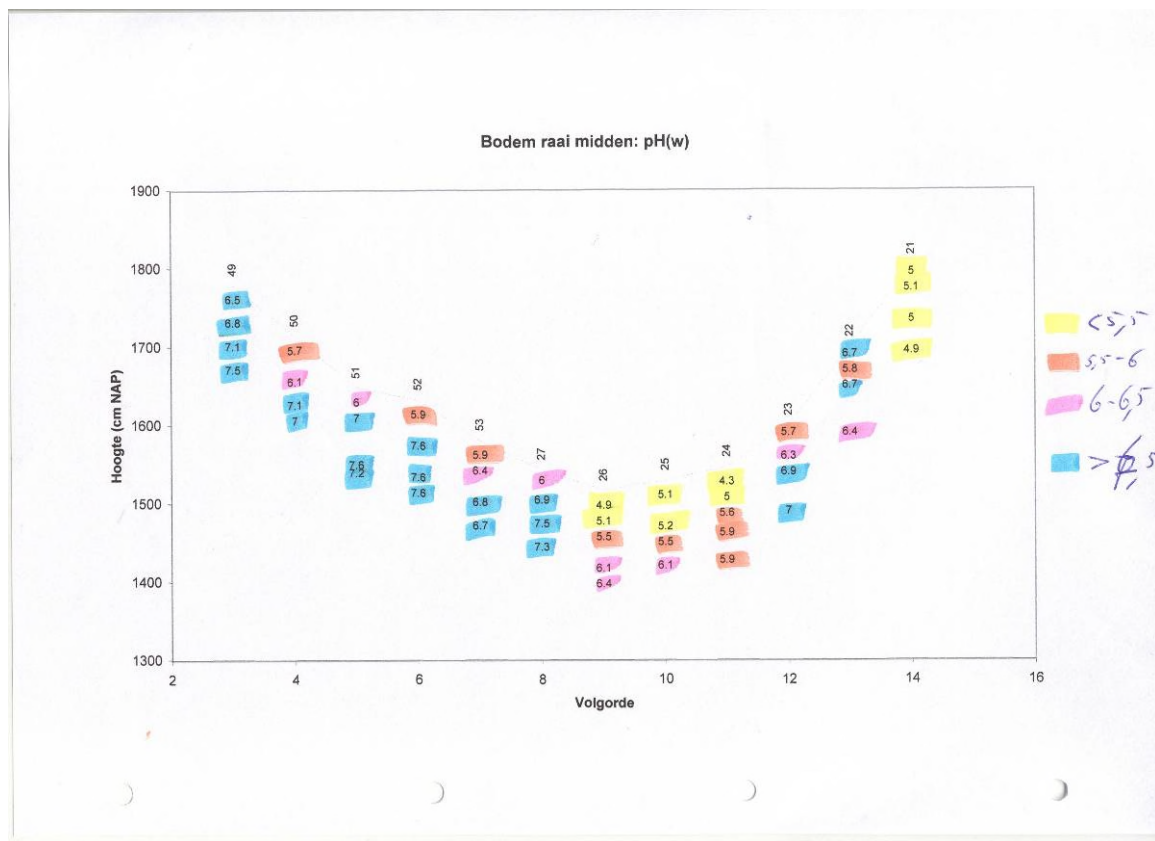
Figuur 4.2: Totaal-Calciumgehalte en moeder materiaal (Leem, Veen, Zand of bouwvoor) in een west-oost-transect over het zuidelijk deel van De Bruuk. De bovengrond bestaat vooral uit lemige gronden, lokaal moerige gronden. Men moet daarbij wel bedenken, dat door plaggen of afgraven en door oxidatie van moerige laagten t.g.v. lagere grondwaterstanden de organische laag op veel plekken is verdwenen en de minerale laag weer aan de oppervlakte ligt. De huidige situatie wijkt daardoor af van de bodemkaart van begin jaren '1980 (figuur 3.8 in het N2000-beheerplan versie 2016). De Ca-gehalten zijn met kleurcoderingen gemarkeerd van relatief laag (geel), midden (oranje) naar hoog (blauw).



Figuur 4.3: pH-H<sub>2</sub>O in een west-oost-transect over het zuidelijk deel van De Bruuk. Waarden beneden 4,5 vallen buiten het bereik van H6410 Blauwgrasland, tussen 4,5 en 5,0 in het lage aanvullend bereik en boven 5,0 in het kernbereik.



Figuur 4.4: Totaal-Calciumgehalte en moedermateriaal (Leem, Veen, Zand of bouwvoor) in een west-oost-transect over het midden (noordelijk deel van de schraallanden) van De Bruuk. De Ca-gehalten zijn met kleurcoderingen gemarkeerd van relatief laag (geel), midden (oranje) naar hoog (blauw).



Figuur 4.5: pH-H<sub>2</sub>O in een west-oost-transect over het midden (noordelijk deel van de schraallanden) van De Bruuk. Waarden beneden 4,5 vallen buiten het bereik van H6410 Blauwgrasland, tussen 4,5 en 5,0 in het lage aanvullend bereik en boven 5,0 in het kernbereik.

In beide transecten bestaat de bovengrond van de Bruuk overwegend uit leem. Alleen in het oostelijk deel (zuid: 17 en 18; midden: 24,25 en 26) bestaat de bovengrond uit veen. Er is een scherpe gelaagdheid in het Ca-gehalte van de bodem. De venige bovengrond is steeds Ca-arm. Op verschillende plekken is de leem aan de oppervlakte of net onder het veen Ca-arm, maar op de meeste plekken is de leemlaag daaronder Ca-rijk. Het zand onder de leem heeft over het algemeen wat lagere Ca-gehalten dan de leem.

pH(H<sub>2</sub>O) vertoont in de ondiepe monsters min of meer het zelfde patroon, met een relatief lage pH in de Ca-arme veenlaag en bovenste leemlaag. Wat dieper in de ondergrond vertoont pH een ander patroon. Ten westen van locatie 19 (zuidelijke raai) en locatie 26 (middenraai), dus ten westen van het pad door de oostelijke schraallanden, is de pH in de ondergrond ten minste 6,5. Oostelijk daarvan tot bij de Oostelijke Leijgraaf is de pH in de ondergrond lager (5,5-6,5). Bovenin het profiel komen lagere waarden voor, die deels in het lage aanvullend bereik (pH 4,5-5,0) liggen en deels ongeschikt zijn (pH<4,5).

Ten oosten van de Oostelijke Leijgraaf zijn hoge Ca-gehalten eveneens gebonden aan de leemlaag, maar is de pH variabel. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door de invloed op de pH van het agrarisch landgebruik in dit deel van het gebied.

De relatief hoge Ca-gehalten in de ondergrond wijzen erop, dat bij kwel door deze lagen tot aan maaiveld de verzuurde ondiepe lagen weer basenrijker kunnen worden. De ondiepe uitlogging speelt met name in het meest

oostelijke schraalland. Het ligt voor de hand dat het afvangen van kwel door de Oostelijke Leijgraaf en/of wegzijging van regenwater naar deze watergang hier heeft geleid tot afvoer van Ca.

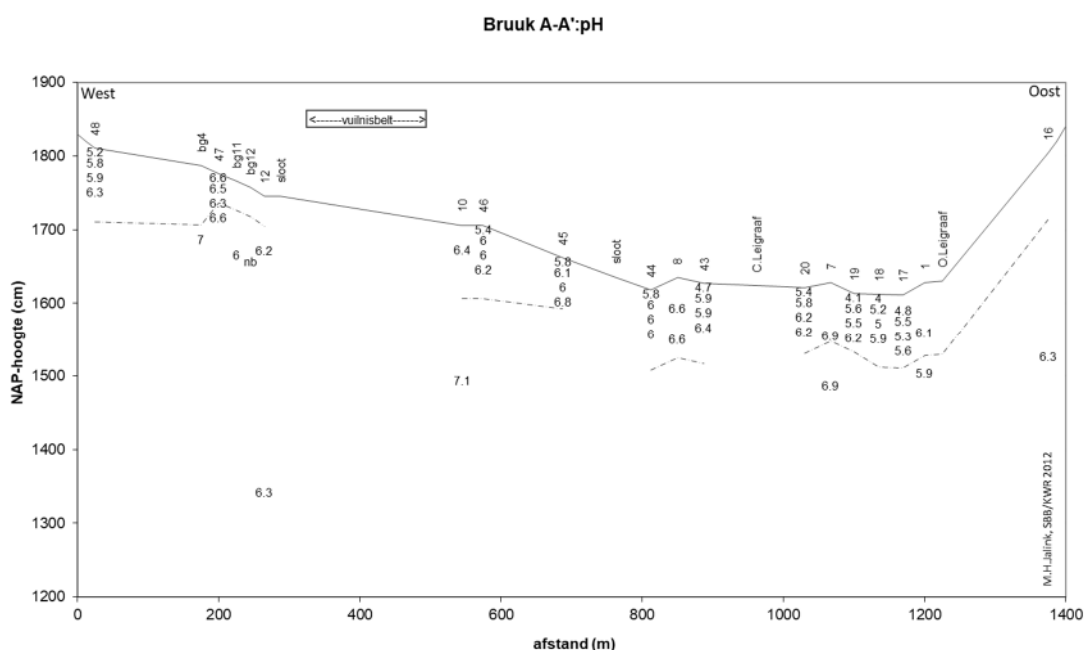
### 4.3 Analyse op lokaal schaalniveau van de gelaagdheid in fysisch-chemische kwaliteit van het grondwater (2009) in een drietal transecten

Uitwerking van de kwaliteit van grondwater en bodemvocht in het vroege voorjaar van 2009 laat een duidelijke gelaagdheid zien in de bovenste anderhalve meter (Jalink, 2012; figuur 4.6-4.10; voor locatienummers, zie figuur 3.2). Op de meeste locaties was de pH van het bodemvocht bovenin de bodem (op 5 cm diepte en regelmatig ook 20 cm diepte) duidelijk lager dan dieper in het profiel (40 en 60 cm diepte of dieper). In het oostelijk schraalland (tussen pad en Oostelijke Leijgraaf) zijn op verschillende locaties pH-waarden gemeten, die beneden het (aanvullend) bereik voor H6410 Blauwgrasland liggen (zuid 19 en 18, midden 24) of in het lage aanvullend bereik (midden 26). Deze locaties voldeden dus niet of minder voor dit habitattypen. De gelaagdheid in pH wijst op regenwaterlenzen.

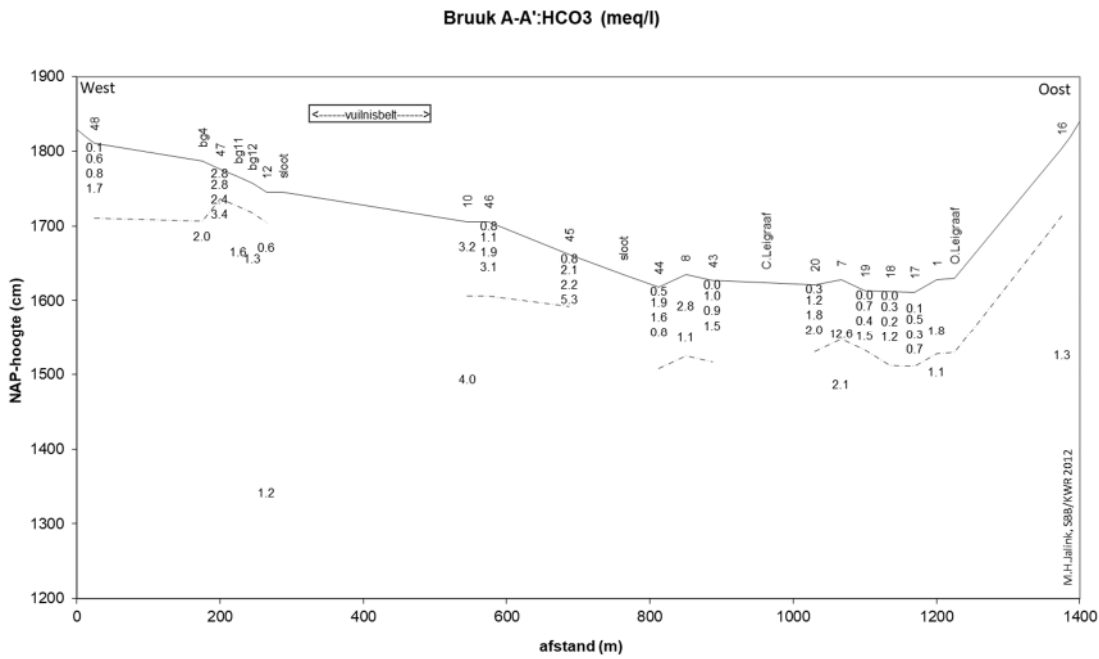
Enkele decimeters dieper in het profiel voldeed de pH (nog) wel. Wanneer op deze locaties de kwel naar maaiveld hersteld kan worden, zou dat al snel kunnen leiden tot een hogere pH in de bovenste bodemlaag.

De totale hardheid (Ca+Mg) vertoonde een zelfde gelaagdheid met vooral in het oostelijk deel van De Bruuk bovenin het profiel een lage hardheid maar al op 40-60 cm diepte een hardheid van meer dan 1 mmol/l. Het herstel van de kwel op deze locaties zou dus niet alleen leiden tot een hogere pH in de wortelzone, maar ook tot aanvoer van calciumrijk grondwater. Dit zou leiden tot verhoging van de basenverzadiging van het adsorptiecomplex, waarmee ook in drogere perioden de pH bovenin het profiel gebufferd zou worden.

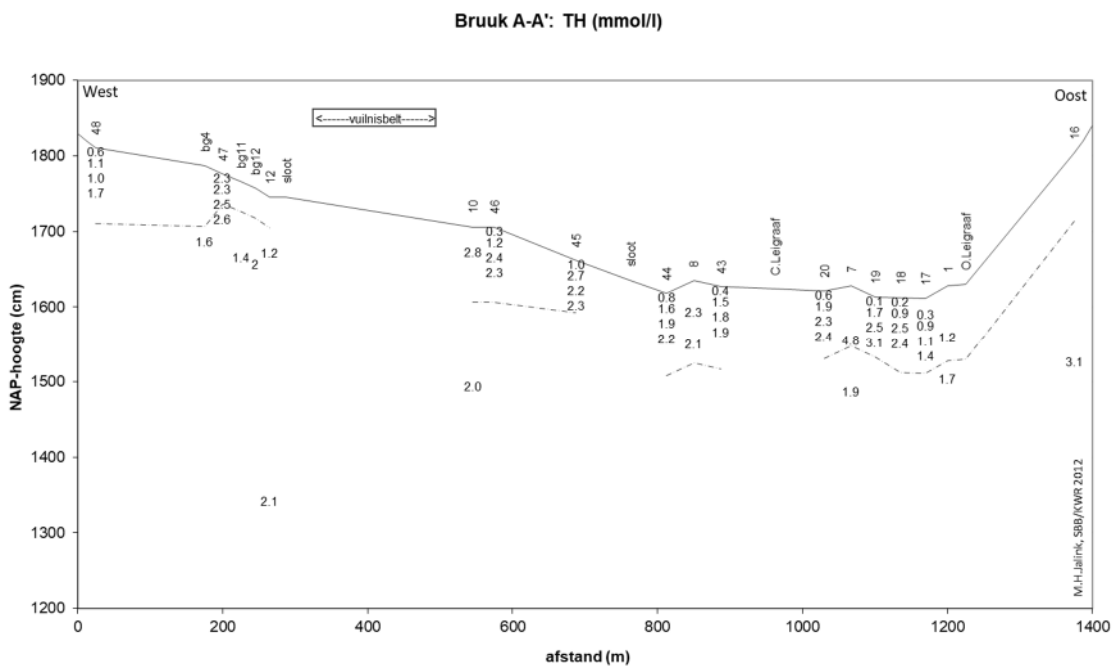
Uit de berekeningen van de kalkverzadigingsindex (Sikalk) blijkt verder dat een deel van het grondwater en bodemvocht zich in of net onder het kalkevenwicht bevond. Kwel van dit grondwater tot in de wortelzone kan leiden tot kalkafzetting en daarmee de standplaats geschikt maken voor de meest basenrijke vorm van H6410 Blauwgrasland (Subassociatie met Parnassia) of voor H7230 Kalkmoerassen. Deze gegevens wijzen erop, dat de verzuring van het bodemvocht in De Bruuk slechts de bovenste decimeter(s) betreft en met name in het oostelijk deel optreedt. Kwelherstel kan het ondiep in het profiel aanwezige goed gebufferde grondwater tot bovenin het profiel laten komen, zodat de pH en buffercapaciteit daar weer voldoende hoog worden.



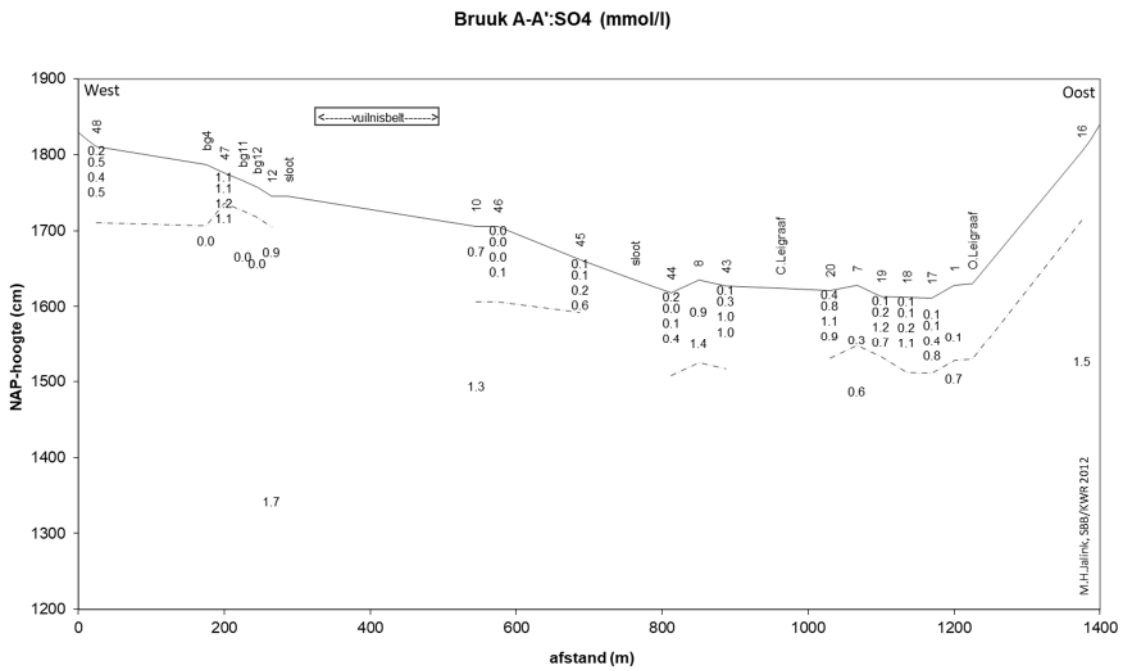
Figuur 4.6: West-oost transect: Gelaagdheid pH grondwater 2009



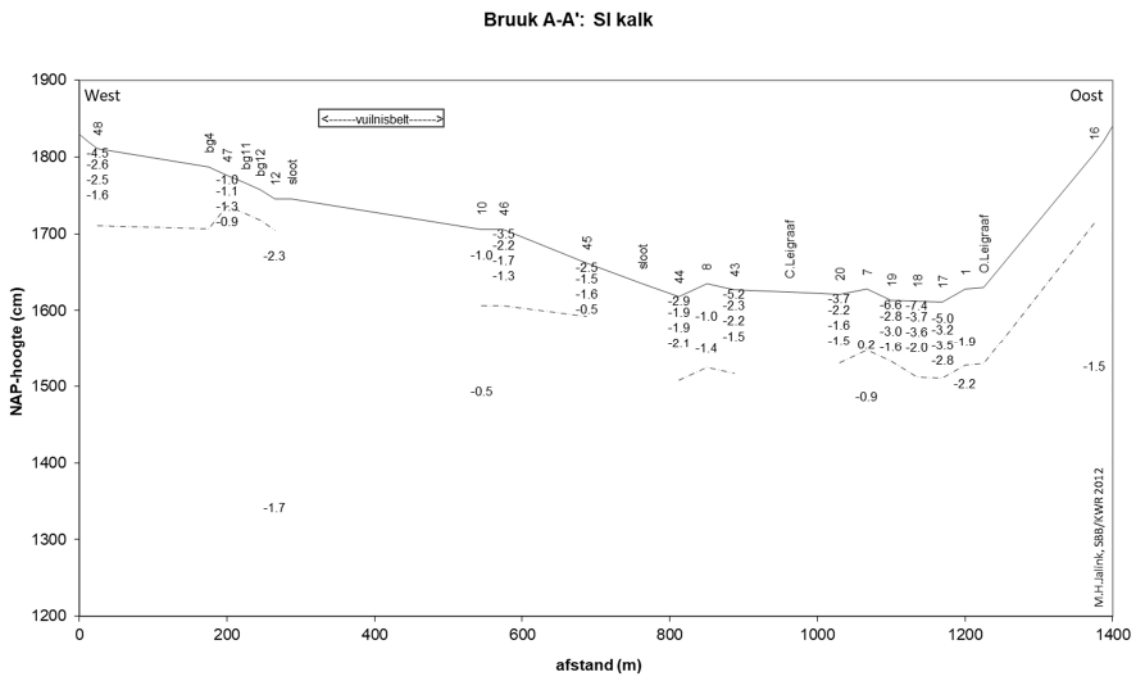
Figuur 4.7: West-oost transect: Gelaagdheid HCO3 grondwater 2009



Figuur 4.8: West-oost transect: Gelaagdheid totale hardheid (Ca+Mg) grondwater 2009



Figuur 4.9: West-oost transect: Gelaagdheid SO4 grondwater 2009



Figuur 4.10: West-oost transect: Gelaagdheid kalk-verzadigings-index grondwater 2009



## 5 Indicatie veranderingen op basis van Iteratio-analyses vegetatiekarteringen

### 5.1 Aanpak

Voor de Bruuk zijn pdf/jpg-bestanden beschikbaar met resultaten van Iteratio-analyse op basis van de vegetatiekarteringen 1984, 1997, 2007 en 2019. Bij het vergelijken van de indicatiebeelden over de verschillende karteringen moet bedacht worden dat het verschillend werken met complexen van vegetatietypen (die gewogen gemiddeld worden) dan wel afzonderlijk karteren van typen tot schijnbare verschillen kunnen leiden. Daarnaast geven de indicatiebeelden informatie over de toestand van de standplaats tijdens en voorafgaand aan de kartering. Veranderingen t.o.v. een eerdere kartering kunnen het gevolg zijn van verschillen in meteorologische omstandigheden of van ingrepen die van invloed zijn op waterstanden en waterkwaliteit. Of veranderingen in indicatiewaarden zijn veroorzaakt door structurele veranderingen in abiotiek dient te worden getoetst aan metingen van de abiotiek.

Hoewel in het Natura 2000 beheerplan (DLG, 2016) wel verwezen wordt naar de Iteratio-analyse (Staatsbosbeheer/Jan Holtland, 2007) zijn er geen kaarten van opgenomen in het beheerplan. Voor zover bekend is ook geen definitieve rapportage van de Iteratio-analyses beschikbaar. De hieronder gepresenteerde kaarten zijn afkomstig uit het archief van Mark Jalink, die in de periode maart 2008- januari 2012 bij Staatsbosbeheer (detachering) werkte aan Natura 2000 beheerplannen, en later nog in losse opdrachten voor de toenmalige DLG (thans Bij12).

De legenda's van de reeks 1989-2007 wijkt af van de legenda 2007-2009, doordat ze met verschillende versies van Iteratio zijn opgesteld (med. J. Holtland, 2021). Om hiermee om te gaan worden de ontwikkelingen in beide perioden apart beschreven en voortgaande dan wel kenterende ontwikkelingen benoemd.

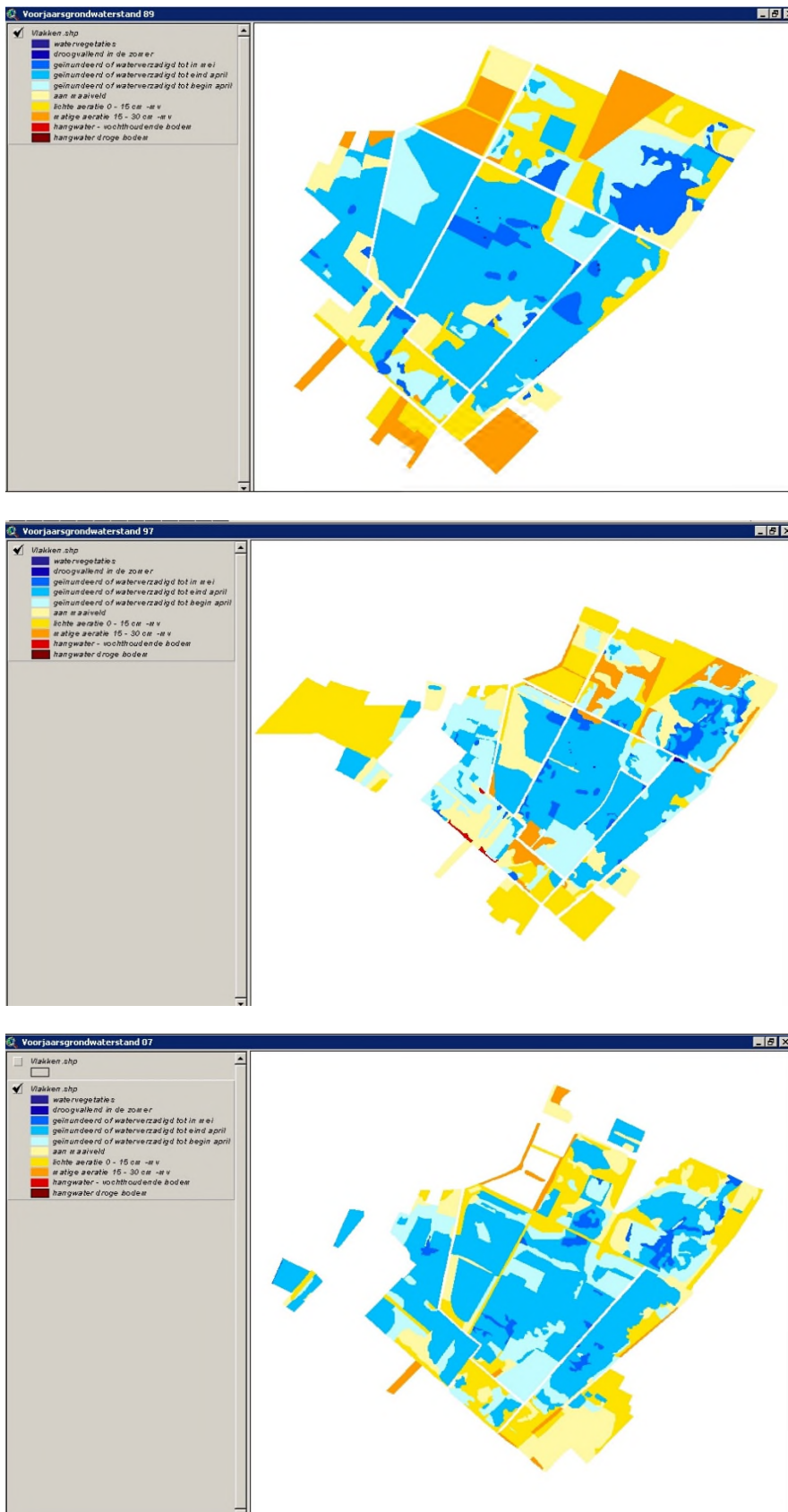
### 5.2 Analyse karteringen 1989, 1997 en 2007

#### 5.2.1 Voorjaarsgrondwaterstanden

Figuur 5.1 toont de GVG indicatie op basis van de karteringen 1989, 1997 en 2007 (op basis van Iteratio, Holtland, 2007). Holtland schrijft hierover: 'De plekken waar de afgelopen jaren is ingegrepen met als doel de waterstanden in het voorjaar weer aan maaiveld te krijgen, zijn over het algemeen geslaagd. Bij het vergelijken van de kaartjes moet bedacht worden dat 1997 een laatste jaar was van een serie droge jaren. Door de verbeterde hydrologische inrichting - hoge opstuwing en tegelijkertijd voldoende afwatering - hebben de natte jaren daarna niet geleid tot te hoge (langdurige-) waterstanden. Over grote arealen zijn goede voorjaarscondities bereikt voor soortenrijke natte schraalland vegetaties: waterverzadigd tot ca half april.' Ons oordeel is dat in deze periode gebiedsbreed geen duidelijke verandering in GVG is opgetreden. Van 1987 naar 1997 lijkt op verschillende plekken verdroging opgetreden (Holtland noemt 1997 ook als einde reeks droge jaren). 2007 lijkt weer natter, het noordelijk deel is wat natter geworden en het deel ten westen en noorden van de vuilstort. Voor een deel kan ook dit overigens ook een verschil in grenzen en typologie van de kartering betreffen.

#### 5.2.2 Zomergrondwaterstanden

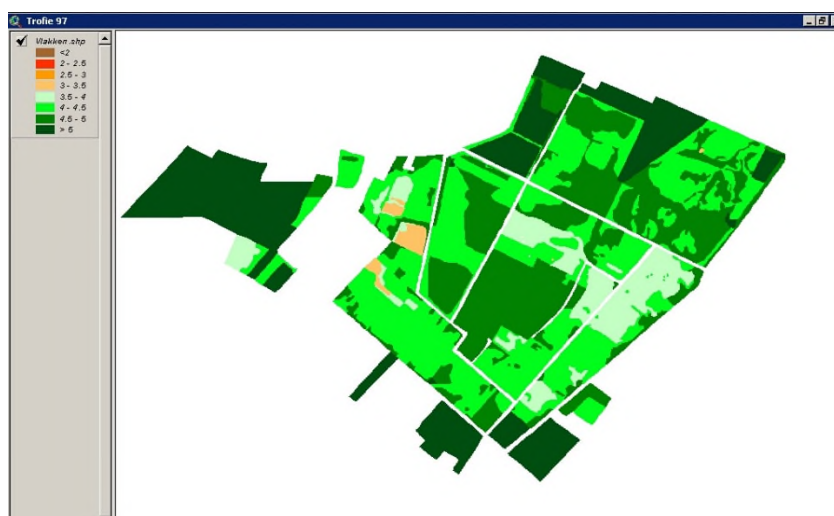
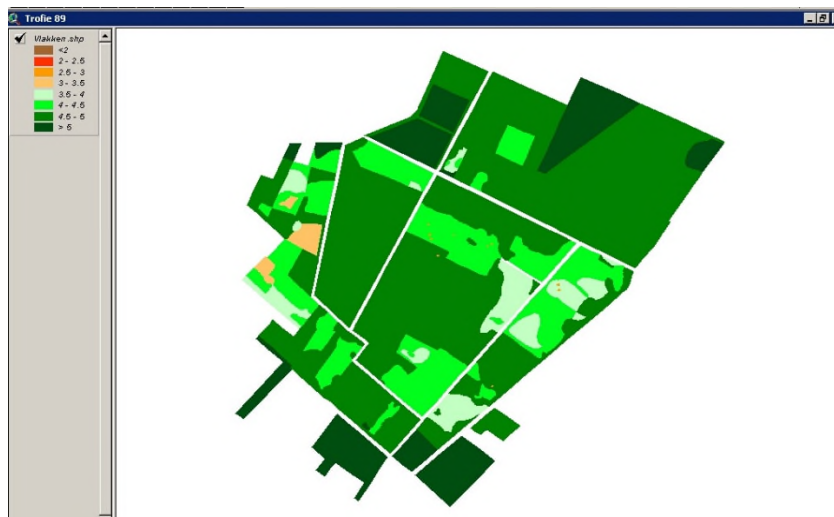
Holtland schrijft hierover: 'In het verleden was er met name in delen langs de zuid-oostrand sprake van langdurige inundatie met regenwater in het groeiseizoen. Dat leidde in de kartering van 1997 nog tot een flink areaal van zeer soortenarme zwarte zeggevegetaties. Een betere detailwaterbeheersing heeft dit sterk vermindert, dus ook in relatief natte zomerseizoenen voor 2007 (niet apart grafisch in beeld gebracht)'.



Figuur 5.1: Iteratio-analyse GVG 1984, 1997, 2007 (bron Holtland, 2007).

### 5.2.3 Voedselrijkdom/trofie

Figuur 5.2 toont de indicatie voor trofie-niveau op basis van de karteringen 1989, 1997 en 2007 (op basis van Iteratio, Holtland, 2007). Holtland schrijft hierover: 'Door de jaren heen zien we in de meeste delen een duidelijke afname van het trofieniveau: door vegetatiebeheer, het hoog in de wortelzone brengen van de waterstanden in samenhang met kwel, wat leidt tot het immobiliseren van fosfaat en tot het bevoordelen van de kenmerkende soorten van natte schraallandvegetaties. Gericht maaibeheer en lokaal nog wat hogere stuwpeilen kan het trofieniveau verder verbeteren in de richting van het optimale niveau van 3 tot 3,5 voor Blauwgrasland en 3 – 4 voor Veldrusschraalland (klassenindeling indicatorenreeks)' Ons beeld is, dat de kaarten wijzen op een –gemiddeld genomen- afname van de voedselrijkdom. Op een aantal locaties is de indicatie voor voedselrijkdom flink lager geworden. Dat geldt met name voor de oostelijke schraallanden (vak 1) maar ook het westelijk deel nabij de vuilstort (vak 6/7) en voormalig populierenbos (vak 5). Er zijn flinke verschillen tussen de jaren. Het is vooralsnog niet duidelijk of dat werkelijke verschillen zijn of toevallige verschillen vanuit de vegetatiekarteringen.





Figuur 5.2: Iteratio-analyse trofie 1987, 1997, 2007 (bron Holtland, 2007).

#### 5.2.4 pH

Figuur 5.3 toont de indicatie voor pH op basis van de karteringen 1987, 1997 en 2007 (op basis van Iteratio, Holtland, 2007). Holtland schrijft hierover: ‘Daling van het trofieniveau gaat vaak samen met een wat lagere pH. In die zin is enige lokale daling van de pH niet direct verontrustend, zeker wanneer tegelijkertijd de vegetatiekwaliteit stijgt. Voor goed ontwikkeld kalkmoeras is echter wel een wat hogere pH nodig (minimaal ph 6,5). De toestroming van vrij zacht stuwvalgrondwater en de zwakke kwelintensiteit maakt een verdere verbetering niet eenvoudig. De hydrologische inrichting is al afgestemd op het zo baserijk mogelijk maken van de toplaag: afvoer van regenwater over maaiveld, kwel tot in het maaiveld en capillaire opstijging via de leem in de bodem. Voor een verdere verbetering is een verhoging van de kwelintensiteit noodzakelijk.

Inmiddels is er (afgezien van kalkmoerasmilieus) wel een interessante range van pH’s aanwezig binnen de Blauwgraslanden en Veldrusschraallanden, die zorgt voor een hoge totale soortenrijkdom.’

Met name in de schraallanden aan de oostzijde vak 1 en 2), maar ook in delen ‘nieuw’ schraalland aan de westzijde (vak 6 en 7) treedt een daling van de pH-indicatie op na 1989. In het noordelijk deel van De Bruuk (vak 8-11) wijst de vegetatie op een wat hogere pH dan voorheen.





Figuur 5.3: pH indicatie o.b.v. Iteratio (Holtland, 2007).

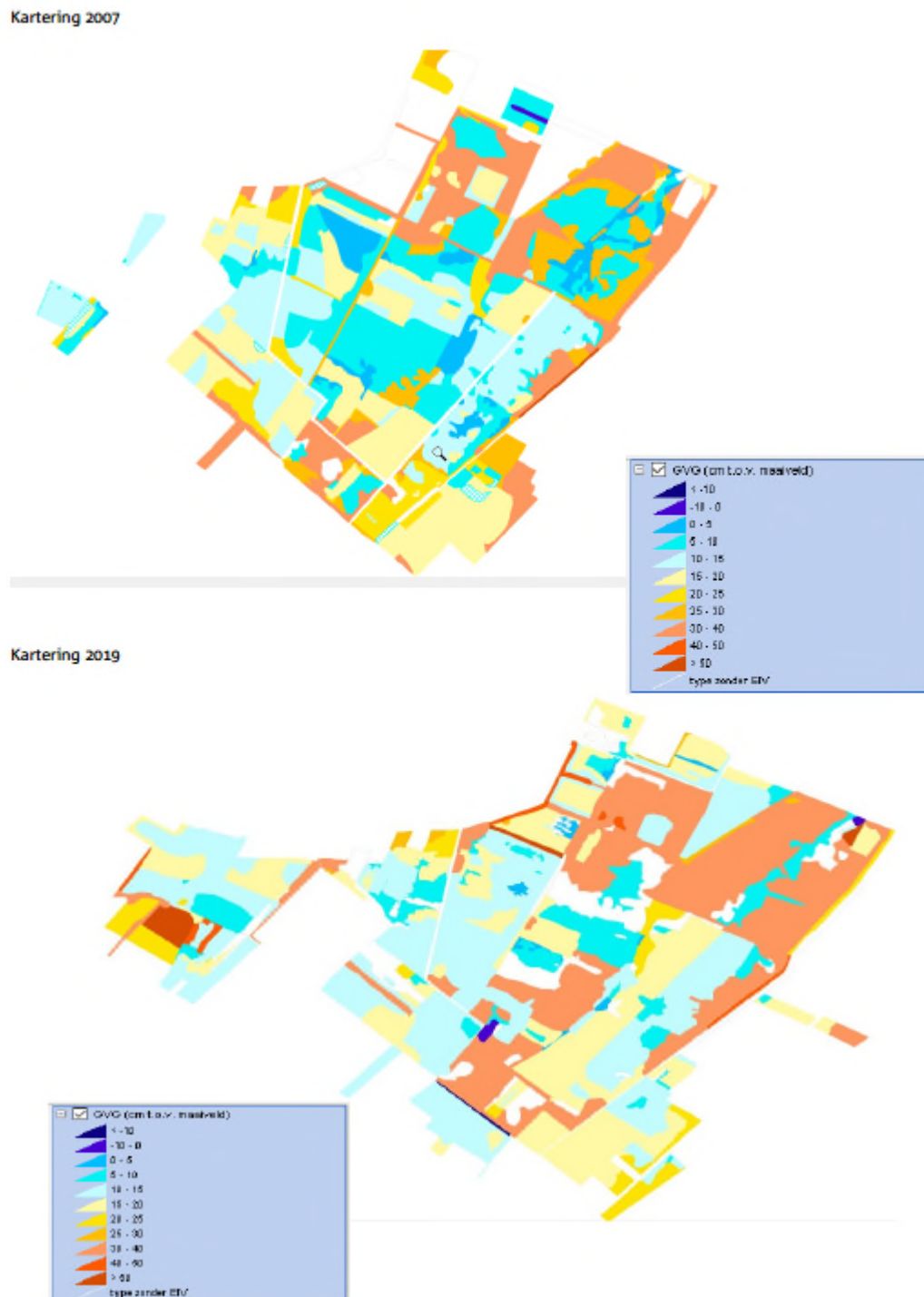
### 5.3 Analyse karteringen 2007 en 2019

Voor de periode 2007-2019 zijn alleen kaartjes van GVG, pH en 'kwelindicatie' beschikbaar. De analyse beperkt zich derhalve tot deze factoren.

#### 5.3.1 GVG

Figuur 5.4 toont de indicatie voor trofie-niveau op basis van de karteringen 2007 en 2019 (op basis van Iteratio, Holtland, 2007). De GVG-indicatie is in 2019 op veel plekken lager dan in 2007 wat verdroging indiceert. Dat geldt voor de oostelijke schraallanden (vak 1 en 2), centrale schraallanden (vak 4) en voormalig populierenbos (vak 5) en het noordelijk bosgebied (vak 8-11, uitgezonderd 1 perceel). De GVG-indicatie is toegenomen op een deel van de nieuw ingerichte gronden ten oosten van het zuidelijk deel Oostelijke Leigraaf en een klein deel westelijk daarvan en enkele delen in het zuiden van De Bruuk. Het is nog onduidelijk welke factoren verschillen binnen het gebied

veroorzaken.



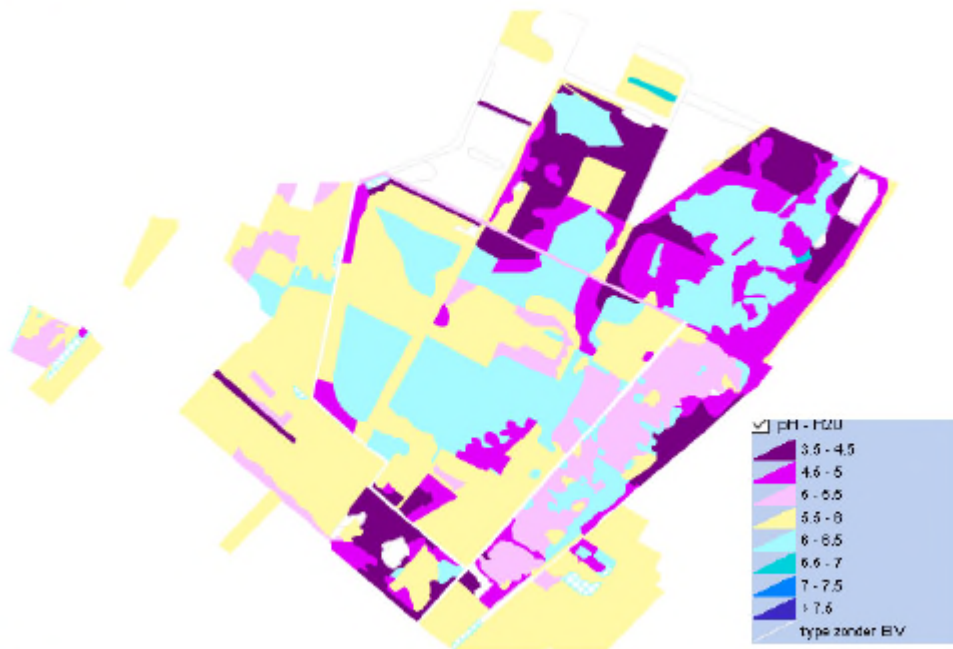
Figuur 5.4: GVG indicatie 2007 en 2019 op basis van Iteratio (Holtland, \$\$\$\$).

### 5.3.2 pH

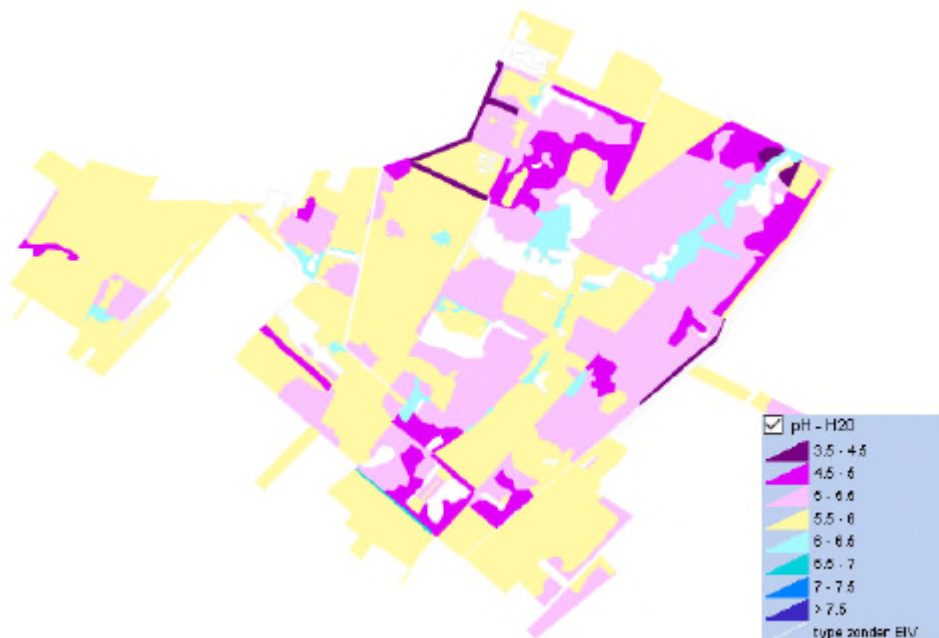
Figuur 5.5 toont de indicatie voor pH op basis van de karteringen 2007 en 2019 (op basis van Iteratio, Holtland, &&&). Ten opzichte van 2007 is in 2019 het areaal met pH-indicatie 6,0-6,6 sterk afgenomen en veranderd naar pH-indicaties tussen 5,0 en 6,0. Hoge pH-waarden komen niet meer voor. Tegelijkertijd is het areaal met (sterk) zure pH-indicaties (pH < 5,0) (vooral noordelijke bossen) flink afgenomen en overwegend vervangen door pH-

indicaties tussen 5,0 en 5,5. Of er sprake is van nivellering van de pH in De Bruuk, of dat deze beoordeling voortkomt door verschillende karteertechnieken tussen beide jaren is onduidelijk en verdient nader onderzoek.

Kartering 2007



Kartering 2019



Figuur 5.5.: pH indicatie op basis van de karteringen 2007 en 2019 (Iteratio-analyse Holtland, 20\$\$).

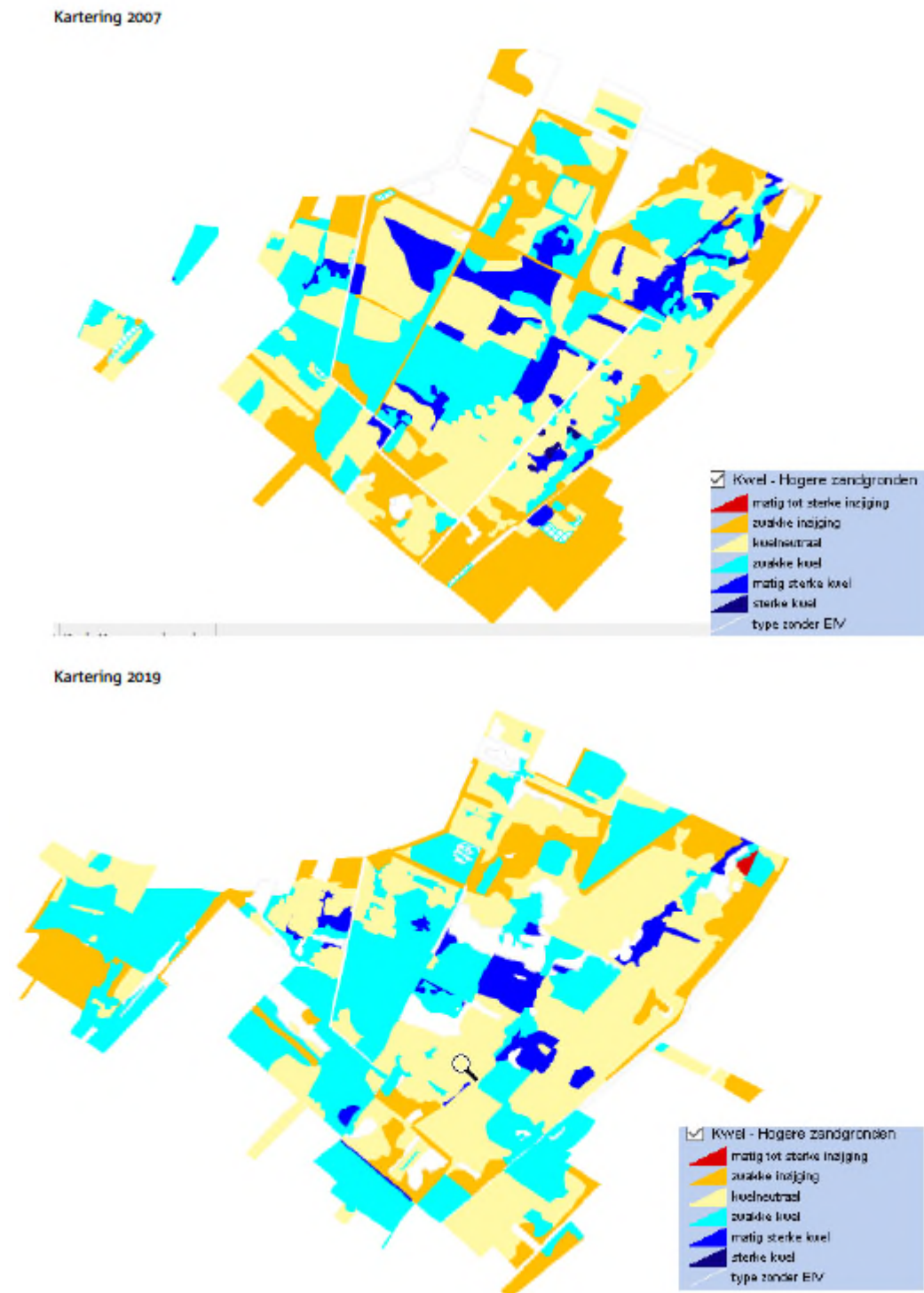
### 5.3.3 Kwel-indicatie

Figuur 5.6 toont de “kwelindicatie” volgens Iteratio (Holtland, \$\$\$). Het beeld van de ‘kwelontwikkeling’ varieert binnen het terrein. In het zuidelijk deel en een deel van de centrale schraallanden (inclusief voormalig

populierenbos) lijkt er een toename aan kwelinvloed. Dat geldt ook voor de nieuw ingerichte gronden tussen Reichswald en Oostelijke Leigraaf en enkele delen direct westelijk daarvan. In het noordelijk deel van de schraallanden langs de Oostelijke Leigraaf en de noordoostelijke bossen is de kwelindicatie verminderd. Dat geldt ook voor de noordwestelijke bossen, noordelijke delen van centrale schraallandgebied en het gebied tussen vuilstort en Ashorst.

De toename van de kwelindicatie in het zuidelijk en centraal deel is opvallend en lijkt tegenstrijdig aan de daar waargenomen daling van de pH-indicatie. De kwelafname aan de oostzijde en mindere mate noordzijde past wel bij de geïndiceerde pH-daling.





Figuur 5.6: “Kwelindicatie (Iteratio, Holtland) voor 2007 en 2019.

## 5.4 Conclusie

Op het oog lijkt met name de indicatie voor pH en kwel te duiden op zuurdere omstandigheden (2019 in vergelijking met 2009). Tussen de jaren 1989, 1997 en 2007 zijn er wel verschillen, maar deze hangen mogelijk

samen met droge en natte jaren. Voor een verdere uitwerking is het raadzaam de data opnieuw te bewerken met één versie Iteratio en de trends te toetsen aan gemeten abiotische factoren.

## 6 Analyse transecten PQ's vegetatie PAS-monitoring 2019

### 6.1 Gegevens en aanpak

Om te kunnen beoordelen of herstelmaatregelen hebben geleid tot positieve effecten van de vegetatie, is het noodzakelijk om (soort)karteringen in de tijd te herhalen om zo bijvoorbeeld een toename van kenmerkende soorten of van soorten die indicatief zijn voor basenrijke kwel in beeld te kunnen brengen. In 2020 is hiertoe een start gemaakt (nul-situatie) met het karteren van plantensoorten langs vier transecten in de oostelijke schraallanden (zie Figuur 6-1). Elk transect is in grids van 3 x 3 m verdeeld en per grid zijn typische en SNL soorten gekarteerd. Daarnaast is van een aantal gridcellen een volledige vegetatiekundige opname gemaakt met het doel deze later te herhalen (Permanente Kwadraten, PQ).



*Figuur 6-1: locaties van de transecten in de oostelijke schraallanden van De Bruuk (bron: Transecten Bruuk PASmonitoring.pptx, aangeleverd door Provincie Gelderland).*

Van drie van de vier aangeleverde transecten hebben wij in 2020 PQ-data ontvangen (transecten 2, 3, en 4, databestand "Bruuk-pq"). Dit bestand hebben wij omgevormd naar tabellen waarin (de mate van) voorkomen van een soort per permanent kwadraat is aangegeven. De tabellen geven de data weer, zoals aangeleverd. Voor de veenmossen zijn de tabellen lastig leesbaar, doordat deze soms wel op soort benoemd zijn (en in betreffende regel weergegeven) en soms niet ((regel Veenmos (G)). In sommige gevallen geeft Veenmos (G) de totale veenmos-abundantie weer, in andere de gezamenlijke abundantie van niet gedetermineerde veenmossen.

### 6.2 Vegetatie PQ's

Op basis van de aanwezigheid van kensoorten en differentiërende soorten volgens De Vegetatie van Nederland (Schaminée et al., 1996) en de Revisie Vegetatie van Nederland (Schaminée et al., 2017) zijn de PQ-opnamen

toegekend aan syntaxa (plantengemeenschappen) volgens deze typologie. De PQ-opnamen, ken- en differentiërende soorten en de vegetatiekundige indeling zijn weergegeven in tabel 6.1. De enige twee opnamen met een kensoort van het echte Blauwgrasland (Vlozegge in 3-5 en 3-25) zijn als zodanig benoemd. In de overige opnamen komen wel verbonds-kensoorten voor, maar daarnaast alleen ken- en differentiërende soorten voor de Associatie van Gevlekte orchis en Veldrus. Deze opnamen zijn onder die associatie gebracht, deels als Associatie-fragment (toevoeging –AF) vanwege de lage bedekking van kensoort Veldrus en het ontbreken van voor deze associatie differentiërende soorten. Opvallend is de zeer hoge bedekking van veenmossen in de pq's van transect 2. In de regel Veenmos totaal is ofwel de oorspronkelijke bedekking van niet op soort benoemde veenmossen weergegeven, ofwel een optelling gemaakt van de totale bedekking van de verschillende soorten.



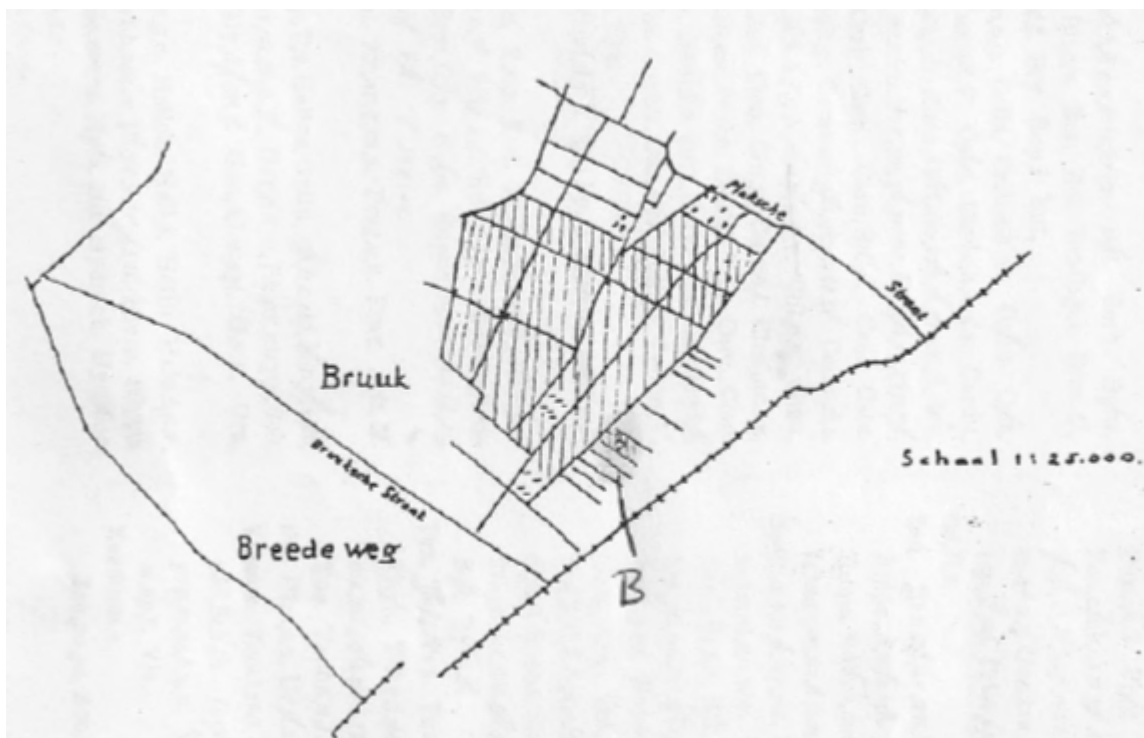


## 7 Aanzet overzicht maatregelen

De inrichting en afwatering in en rond De Bruuk is al decennialang in verandering. Vegetatiebeheer en –structuur zijn veranderd, er zijn percelen toegevoegd, er is geplagd en er zijn interne vernattingsmaatregelen genomen. Rondom de Bruuk is de afwatering verbeterd, maar recent zijn ook daar maatregelen genomen om de kwel naar het natuurreservaat te herstellen. Om veranderingen in bodem- en waterchemie en vegetatie te kunnen duiden en toe te kunnen schrijven aan (herstel)maatregelen, is een overzicht wanneer welke ingrepen zijn uitgevoerd essentieel. Een accuraat en actueel overzicht van deze (herstel)maatregelen ontbreekt echter.

De auteur van dit rapport kent het gebied sinds eind jaren '1970 maar heeft ook niet vastgelegd wanneer waar wat is gebeurd. In dit hoofdstuk staat een poging de belangrijkste veranderingen te reproduceren en staan vragen daarover die behulpzaam zijn bij het interpreteren van de veranderingen in gemeten grondwaterstanden en vegetatiekenmerken. Met Tabel 7-1, dat de periode eind jaren '1970-2021 beslaat, geven we hiervoor een aanzet, maar dit overzicht is zeker nog niet volledig. **Onze aanbeveling is om dit overzicht door gebiedsdeskundigen ((oud)medewerkers Staatsbosbeheer, Waterschap, Gemeente, lokaal actieve natuurliefhebbers) aan te laten vullen.** In het kader van de PAS-monitoring is het van belang ook huidige en toekomstige maatregelen goed te beschrijven en ook de voorspelde effecten te documenteren, zodat die geëvalueerd kunnen worden.

Opeenvolgende topografische kaarten geven een beeld van de veranderingen in landgebruik en begroeiing. Maar het kaartbeeld verandert pas na een nieuwe inventarisatie en loopt dus altijd achter op de veldsituatie. Onderstaande kaarten geven een beeld van de verandering in vegetatiestructuur (en beheer) vanaf circa 1950.



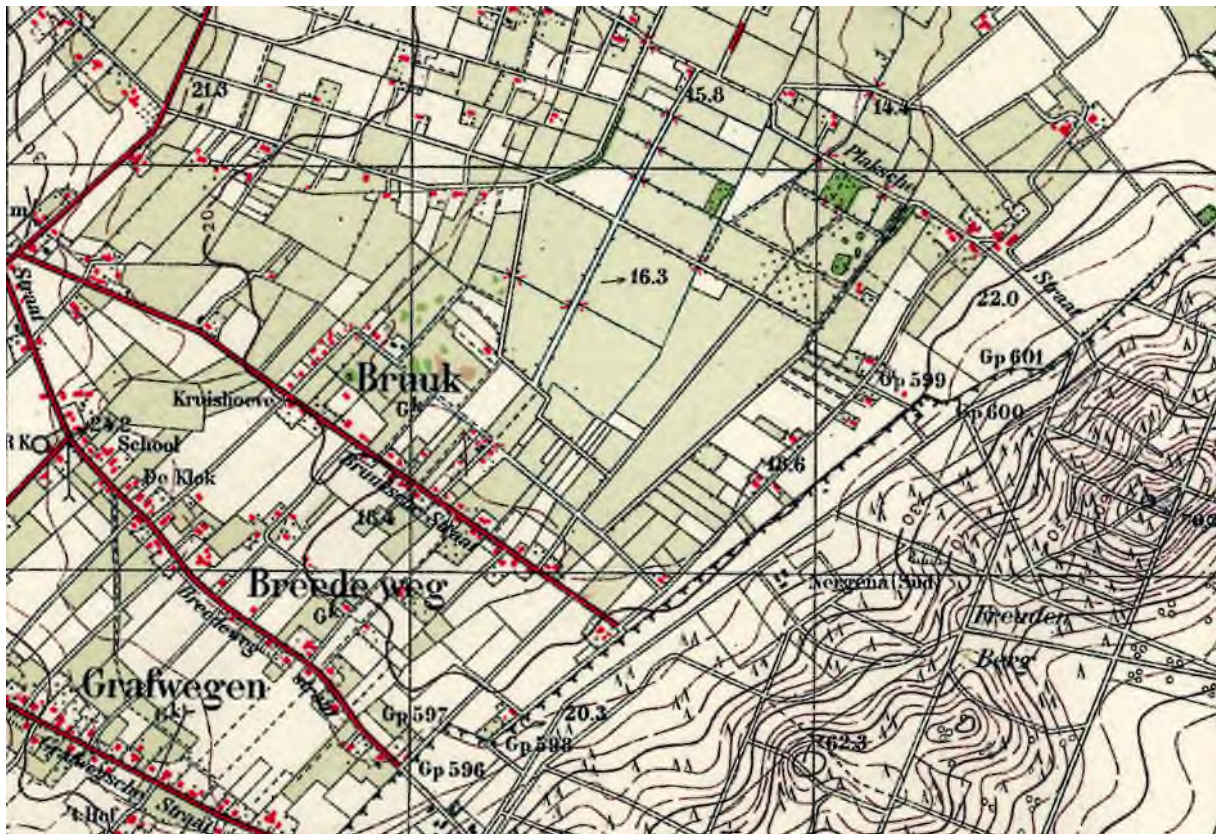
Figuur 7.1: Situatietekening blauwgrasland De Bruuk eind jaren '1930 (Van der Kloot, 1939)



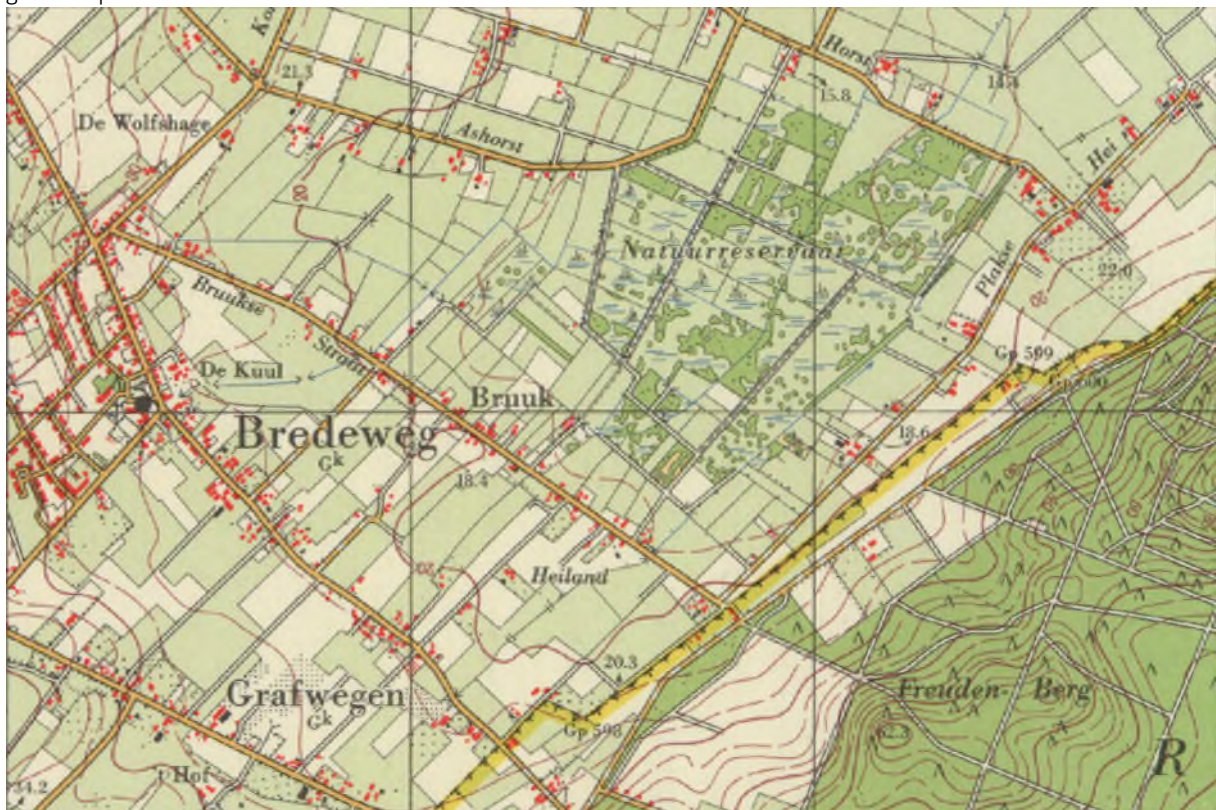
Figuur 7.2: Topografische kaart 1930 (Bron: Topotijdreis.nl)

Vanwege de ligging tussen de stuwwallen van Nijmegen en Kleef en ook nog in een lokale laagte staat de Bruuk vanouds sterk onder invloed van toestromend en in het gebied stagnerend grondwater (en regenwater). Al in de 14<sup>e</sup> eeuw is een eerste versie van de Leigraaf gegraven om het gebied beter te ontwateren. Rond 1920 is het gebied geploegd of omgespit in een poging er akkerland te creëren. Het gebied bleef echter te nat daarvoor en de hooilandvegetatie herstelde zich. In 1939 kocht Staatsbosbeheer 65 ha aan (figuur 7.1). Het meest natte deel lag overigens ten westen daarvan, ter hoogte van de latere vuilstort en westelijk daarvan (figuur 7.2). Verschillen in beheer (niets doen, spontane opslag struweel en bos, aanplant bos, hooilandbeheer, omvormen bos en struweel naar hooiland) en aankoop van gronden rond het oorspronkelijke reservaat is het kaartbeeld van de begroeiing geleidelijk veranderd (figuur 7.2-7.7). Zo werd populierenbos aangeplant (vakken 5A/B) en later weer gekapt. En in 1964 werd de vuilstort in gebruik genomen in het natte gebied ten westen van het toenmalige natuureservaat (figuur 7.5). In de loop van de jaren '1970 is ten zuiden van de vuilstort een waterzuiveringsinstallatie aangelegd. Ten behoeve van de omliggende landbouwgronden en bebouwde gebieden is de ontwatering geleidelijk geïntensiveerd. Dit is op de topografische kaarten niet goed traceerbaar. En om verdroging tegen te gaan en aan het reservaat toegevoegde percelen te vernatten zijn ook weer sloten gestuwd, verondiept en/of beleemd. Daarnaast kunnen grondwateronttrekkingen een rol spelen.





Figuur 7.3: Topografische kaart 1953 (bron: Topotijdreis.nl): het grootste deel van het gebied staat nog als open gebied op de kaart.



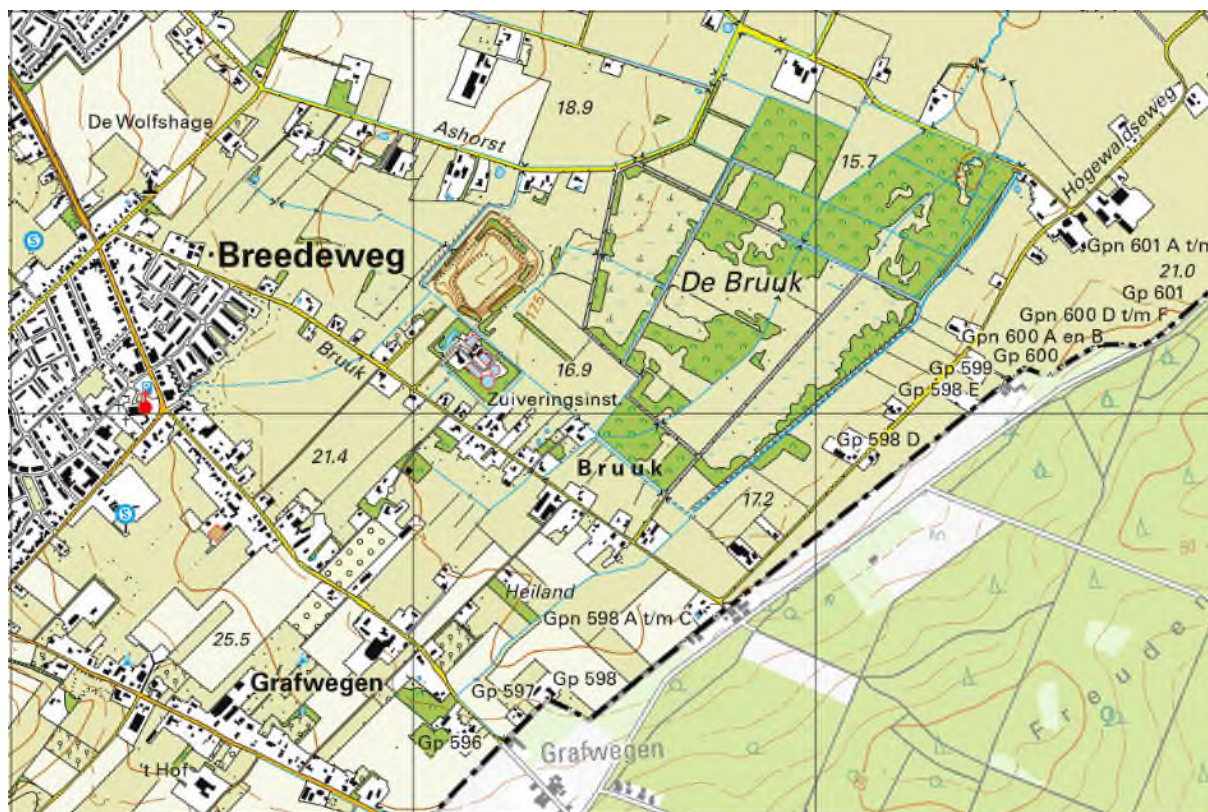
Figuur 7.4: Topografische kaart 1977 (bron: Topotijdreis.nl): er is al veel bos en opslag, maar het populierenbos staat nog niet op de kaart (waarschijnlijk wel al aanwezig)



Figuur 7.5: Topografische kaart 1979 (bron: Topotijdreis.nl): het 1<sup>e</sup> jaar dat de vuilstort op de kaart staat



Figuur 7.6: Topografische kaart 1997 (bron: Topotijdreis.nl): het laatste jaar dat het populierenbos (oostelijk van de stortplaats) op de kaart staat; de vuilstort heeft de huidige omvang gekregen.



Figuur 7.7: Topografische kaart 2020 (bron: Topotijdreis.nl)

De Bruuk en omgeving heeft een fijnmazig netwerk van hoofdwatgangen, sloten en greppels. Veranderingen daarin zijn stapsgewijs genomen en soms weer aangepast. Bij de evaluatie van meetreeksen van grondwaterstanden, grondwaterkwaliteit of vegetatie is het nodig zo goed mogelijk inzicht in de locaties, momenten en aanpassingen te hebben, aangezien die van invloed zijn op de reactie op betreffende meetpunten. Daarbij komt dat sommige veranderingen aan maaiveld (waterkwaliteit, vegetatie) pas geleidelijk ontstaan.

Op verzoek van de opdrachtgever wordt in dit hoofdstuk een eerste aanzet gegeven tot tabelmatig overzicht van ingrepen in en direct rond het terrein. Om locaties te kunnen aanduiden is gebruik gemaakt van de beheervakkenkaart van Staatsbosbeheer (2010), aangevuld met namen voor de watgangen (figuur 1.1).

Tabel 7-1. Aanzet overzicht maatregelen De Bruuk: enkele kaarten zijn opgenomen in bijlage II (code B2); verklaring bronnen: beheerplan (BP) met paginanummer; DLN-artikel (Jongman et al., 2009), MJa: herinnering/inschatting Mark Jalink; opmerkingen en vraagtekens zijn deels vragen die door gebiedskenners of vanuit archieven nog beantwoord kunnen worden; NB: niet alleen is veel onbekend over onderstaande maatregelen, van tal van maatregelen is geen (centrale) documentatie beschikbaar, terwijl die wel van invloed (kunnen) zijn op hydrologie, hydrochemie en vegetatie. Dringende aanbeveling om deze tabel aan te laten vullen.

Jaar	Locatie	Ingreep/maatregel	Kaart	Bron	Opmerking
1995-2016	16A/B, 10A, 11A, 9D, 7D(deels), 13, 12A, 7A, delen 6	Plaggen voormalige landbouwpercelen		BP p24	Exacte jaartallen, maaiveldaanpassing en hydrologische maatregelen ?
1995-2016	1A, delen 2, delen 5B	Plaggen bestaande reservaatgronden		BP p24	Exacte jaartallen per locatie, maaiveldaanpassing en hydrologische maatregelen ?
1990/2000 ?	2D/E	brede greppels/slenken geplagd		MJa	Exacte jaartallen, maaiveldaanpassing en hydrologische maatregelen ?
ca. 1990	5A/B	Kappen populierenbos		BP p24/MJa	Hoe is inrichting aangepakt ?
1970-80	Ashorstersloot	Gegraven, deels door noordzijde huidig reservaat (langs noordrand 5B naar Middelste Leigraaf)		BP p26	kaarten/leggers beschikbaar ?
2007?	Ashorstersloot	plaatsen stuw, ter hoogte grens 5B/7D		?	Jaartal, stuwhoogten e.d.?
LI Groesbeek, jaar?	Ashorstersloot	omgelegd van tussen 5B/10 (via Middelste Leigraaf) naar bermloot Ashorst (buitenom huidige reservaat)		BP p26	Jaar, kaarten/leggers beschikbaar ?
2010??	Ashorstersloot (thv 10A/11A)	stuw bijgeplaatst		BP p26	kaarten/leggers beschikbaar ?
2020/21	Ashorstersloot	Verondiepen bestaand, omleggen tracé	B2	WSRL, 2019	
Jaren 1990?	Bermsloten pad (1 /2); zeker nabij 8A	Stuwijtjes		MJa	Jaartal/stuwhoogten beschikbaar ?
2013	Bermsloten pad oost (1 /2)	Beleemd	B2	Spanjers, 2015	
?	Drainage landbouwpercelen	drainage		BP p.27	Diepte en jaar van aanleg?
2011-12	Enkele perceelsloten (6,7,5,4)	Beleemd	B2	Spanjers, 2015	zijn daar kaarten/leggers van ?
>2010?	Gedraineerde landbouwgronden ten noorden van de knik in de Ashorst (ter hoogte van 5B en 10A)	Ophogen percelen		MJa	Dit was idee, met plagsel van 10A (zuid), ca 2010: is dit ook uitgevoerd ?
?	Middelste Leigraaf	Verondiepen/belemen/stuwen		MJa	Na kappen populierenbos; jaar en uitvoering ?

ca. 1995	Nieuwe/Omgelegde Leigraaf= oostelijke Leigraaf	Verondiept met leem		BP p27	
2002	Noordelijke percelen	plaatsen stuw		DLN2009	
2020/21	Oostelijke Leigraaf	Plaatsen nieuwe stuw benedenstrooms, verwijderen enkele stuwen bovenstrooms	B2	WSRL, 2019	Leidt dit niet tot peilverlaging en kwelafvang bovenstrooms deel?
1970-80	Oostelijke Leijgraaf	Gegraven		BP p26	zijn daar kaarten/leggers van ?
2007	Oostelijke Leijgraaf	Belemen, deels mislukt		BP p.27; DLN2009	leem door kwel weggespoeld
2008	Oostelijke Leijgraaf	stuwen bijgeplaatst		BP p26 DLN 2009	"BP enkele jaren geleden", maar in tekst ook 2014 als "nu"
1995	Oude Leijgraaf	opschonen slootbodem		DLN, 2009	zijn daar kaarten/leggers van ?
2005	Oude Leijgraaf	Bovenstrooms afgedamd		BP p26	zijn daar kaarten/leggers van ?
2013	Oude Leijgraaf (2/4)	Beleemd	B2	Spanjers, 2015	zijn daar kaarten/leggers van ?
2009	Ringsloot vuilstort	Afvoer omgelegd; bentonietscherm		BP p26	
1994/5?	Schraalland oost (1C,D,E)	Kappen voormalige struwelen, hooilandbeheer		MJa , DLN, 2009	
2020/21	Vakken 8-11 sloten	Belemen ikv PAS	B2	SBBmail	
2007?	Westelijke A-watergang (16A/B)	Beleemd, deels mislukt		BP p27	
2011-12	Westelijke bermsloot pad (5/7)	Beleemd	B2	Spanjers, 2015	
2020/21	Westelijke Leigraaf	Peilverhoging e.a.	B2	WSRL, 2019	
Jaren '1970	Zuidrand Bruuk, Leigraaf	Omleiden doorvoer landbouwwater door Bruuk vanuit zuidelijk gebied (via oostelijke Leigraaf en		BP p.27	



## 8 Nul-situatie 2009 en ontwikkeling water- en bodemchemie 2009-2019

### 8.1 Vergelijking analyses 2009 en 2019/2020

In 2009 is door B-Ware een analyse uitgevoerd van de bodem- en waterchemie van De Bruuk (Smolders et al., 2009). Voorafgaand aan voorliggend project was de hoop dat op basis van deze gegevens een nul-situatie t.a.v. de water- en bodemchemie beschreven zou kunnen worden. Met de nieuwe monitoringsgegevens (B-Ware 2019/2020) zou vervolgens de ontwikkeling van deze factoren kunnen worden beschreven vanaf 2009. Voorwaarde voor een dergelijke analyse is wel dat er voldoende overlap in bemonsteringslocaties én analysemethoden is.

Uit ons nader onderzoek naar de exacte bemonsteringslocaties van beide studies blijkt dat slechts twee monsterpunten uit het onderzoek van Smolders et al. (2009) in de buurt van de peilbuizen uit het meetplan procesmonitoring liggen (Figuur 8-1). Slechts twee andere meetpunten uit het meetplan liggen op ongeveer dezelfde locatie als die in 2009. Een gedegen vergelijking van de actuele data en die uit 2009 is hierdoor beperkt mogelijk. De bemonstering in 2019 dient daarom gezien te worden als “nulmeting” en middels herhaling kunnen ontwikkelen vanaf 2019 in beeld worden gebracht.



Figuur 8-1 Ligging monsterpunten bodemchemie (zwart) uit Smolders et al., 2009 (links) en in meetplan (rechts)

Een vergelijking tussen de metingen uit beide jaren wordt bovendien door andere factoren bemoeilijkt:

- De ondiepe bemonstering door Smolders et al (2009) betrof afwisselend 0-10 of 0-20 cm diepte. In de recente studie is een diepte-interval van 0-20 cm gebruikt. Vanwege de door Smolders et al (2009)

vastgestelde stratificatie in de bodem, is het waarschijnlijk dat beide datasets slechts beperkt vergelijkbaar zijn. Het is belangrijk om bij toekomstige bemonstering het diepte-interval uit het meetplan te handhaven.

- Ook de gebruikte analysemethoden verschillen op onderdelen sterk tussen beide onderzoeken. Zo zijn voor de zoutextracties verschillende extractievloeistoffen gebruikt (NaCl i.p.v. SrCl) waardoor deze resultaten, bijvoorbeeld wat betreft basenverzadiging, niet met elkaar kunnen worden vergeleken.
- Conclusie: door verschillen in gehanteerde definitie en extractievloeistoffen kunnen er voor dezelfde bodem verschillende resultaten voor de basenverzadiging worden berekend. De onderlinge vergelijkbaarheid is niet gepubliceerd. Daarmee lijken de waarden binnen dezelfde dataset wel onderling vergelijkbaar, maar daarbuiten niet. De voor 2019/20 gepresenteerde basenverzadiging lijkt onwaarschijnlijk hoog en op het moment niet te koppelen aan referentiedata voor plantengemeenschappen. Wij bevelen daarom aan om gangbare bepaling van de basenverzadiging te hanteren en methodiek te standaardiseren (zie ook Jalink et al., 2021).

## 8.2 Conclusies en aanbevelingen

Er is onvoldoende overlap tussen meetpunten uit 2009 en die uit het meetplan procesmonitoring (2019/2020) om uitspraken te doen over de ontwikkeling van de bodem- en waterchemie van deze locaties. Ook zijn er belangrijke verschillen in analysemethoden tussen beide datasets die een vergelijking niet goed mogelijk maken. We bevelen daarom aan om de recente bemonstering in 2019 daarom te gebruiken als nul-meting en te gebruiken om ontwikkelingen vanaf 2019 in beeld te brengen. Daarnaast is standaardisering van analysemethoden noodzakelijk.





## 9 Bronnen en datasets

DLG, 2016. Beheerplan Natura 2000-gebied 069, De Bruuk. Provincie Gelderland

Holtland, J., 2007: De Bruuk, Iteratio-analyse o.b.v. karteringen 1989, 1997 en 2007 (interne notitie Staatsbosbeheer).

Jalink, M.H., 2010: Basenrijk grondwater in het Binnenveld. Rapport KWR 2010.102, KWR water cycle research institute, Nieuwegein

Jalink, M.H., 2011a: Kalkprofielen Bruuk, ontkalking en herstelkansen. Staatsbosbeheer en KWR, december 2011.

Jalink, M.H., 2011b: Aanvullende veldgegevens bodem en grondwater De Bruuk. Staatsbosbeheer en KWR, december 2011.

Jalink, M.H., 2012a: Bruuk: grondwaterkwaliteit op regionale en lokale schaal. Staatsbosbeheer en KWR, januari 2012.

Jalink, M.H., E. Dorland, S. Clevers, 2021. KWR 2021.003 Evaluatie monitoring procesindicatoren De Bruuk.

Smolders, A., E. Lucassen, M. Poelen & E. Brouwer, 2009. Bodem- en hydrochemisch onderzoek De Bruuk. B-ware, Nijmegen.

Van der Hulst, S.H.M., 1987: Onderzoek naar de effecten van de vuilstortplaats "Dukenburg" te Groesbeek op het natuurreserveaat "De Bruuk". Afstudeerverslag Cultuurtechniek i.o.v. ICW Wageningen.

Van der Hulst, S.H.M., en Hoeks, J., 1987: Effecten van de vuilstortplaats "Dukenburg" op het natuurreserveaat "De Bruuk" in Groesbeek. ICW-nota 1828 (in opdracht van Directie NMF, ministerie van LNV).

WSRL, 2019: Ontwerp-projectplan De Bruuk. Besluit Waterschap Rivierenland.

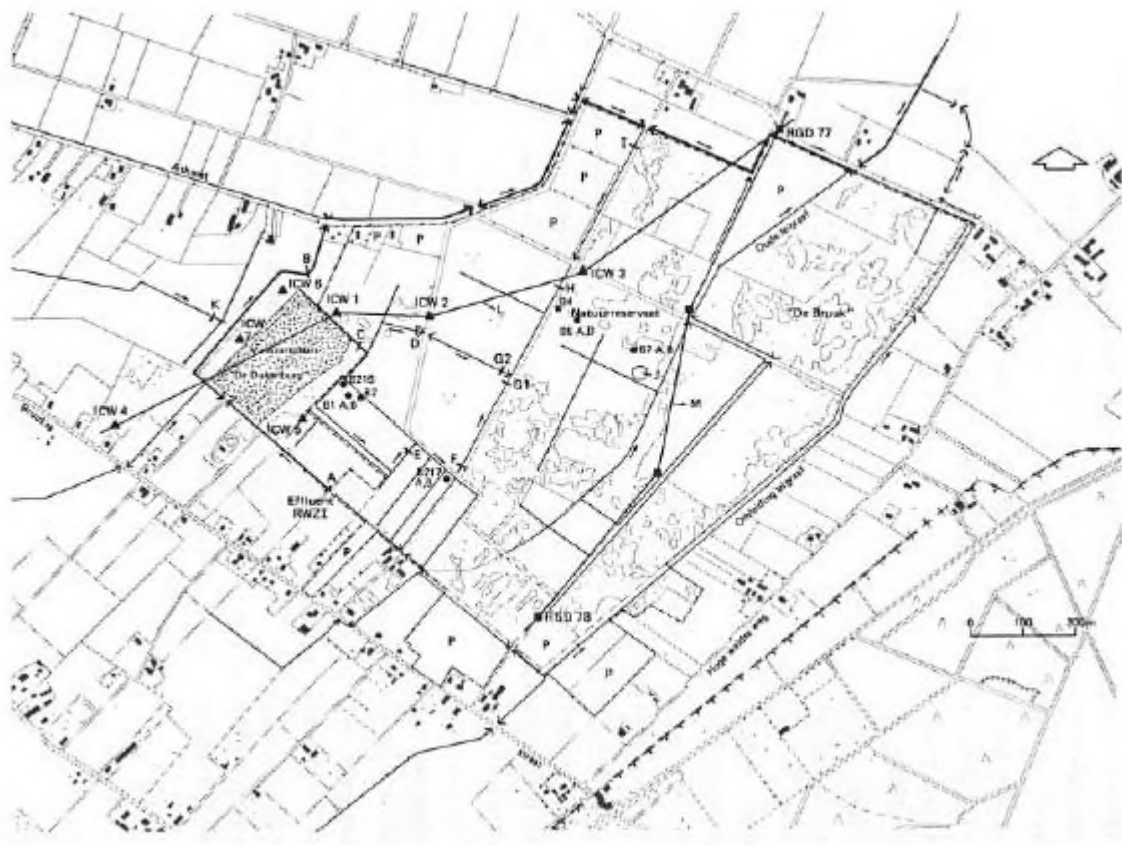
### Datasets

Boringen 2011

Vegetatieopnamen MJa en HarryW

# 10 Bijlagen

## I ICW-onderzoek 1987: ligging transect



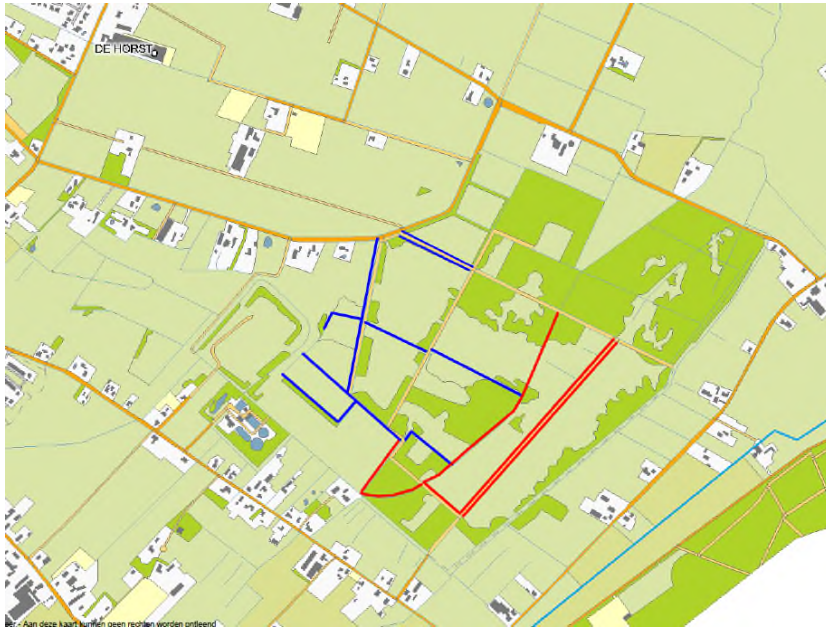
- Natuurreservaat "De Bruck"
- Vaalserdijk "De Dukerburg"
  - Belangrijke waterlichamen
  - Hoofdwatersloop (voorz. effluent RWZI)
  - Grins eigendom Staatsbosbeheer
  - Geologisch dwarsprofiel (I.C.W. 1,2,3 en R.G.D. 77) en (R.G.D. 77 en R.G.D. 78)
  - Boorput / Meetpunt grondwater (ideaal I.C.W. en R.G.D.)
  - Meetpunt grondwater (landspijl)
  - Meetpunt oppervlaktewater
  - Perceel verpact

Het transect in paragraaf 3.3 volgt in grote lijnen het westelijke transect uit Van der Hulst en Hoeks, 1987

II

III

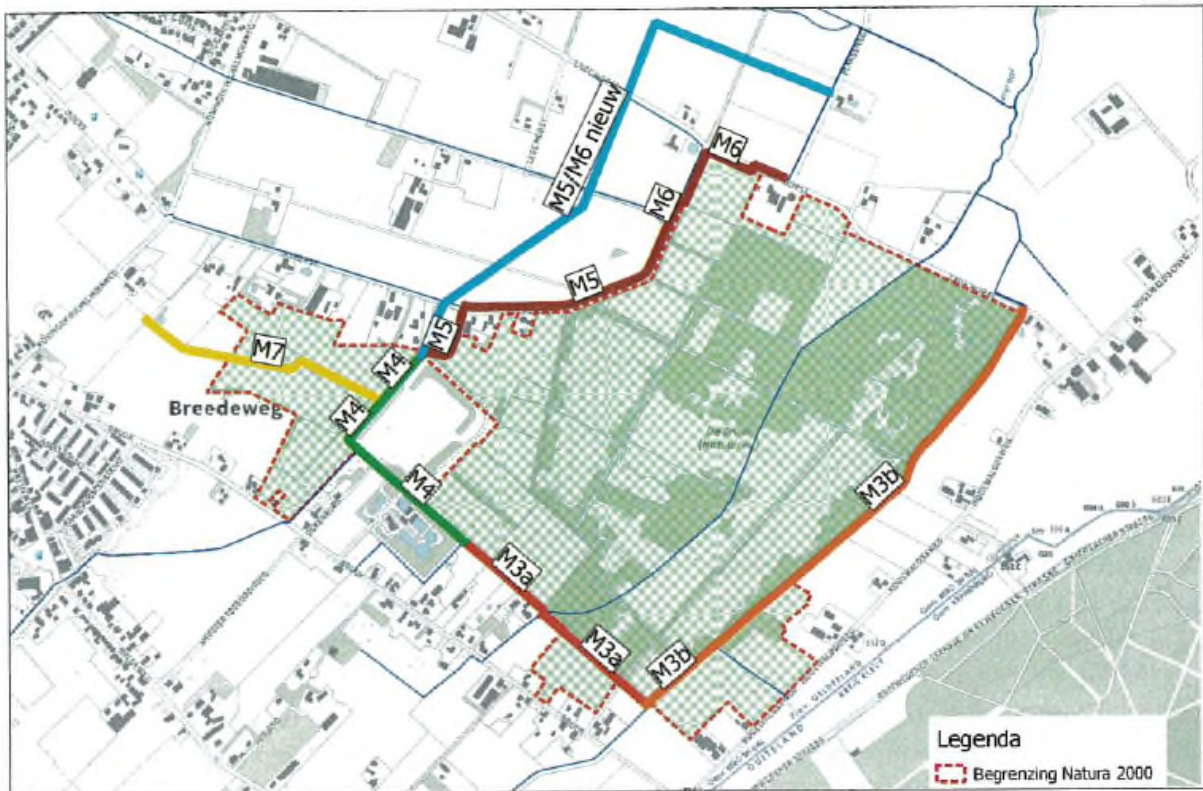
## II Details maatregelen



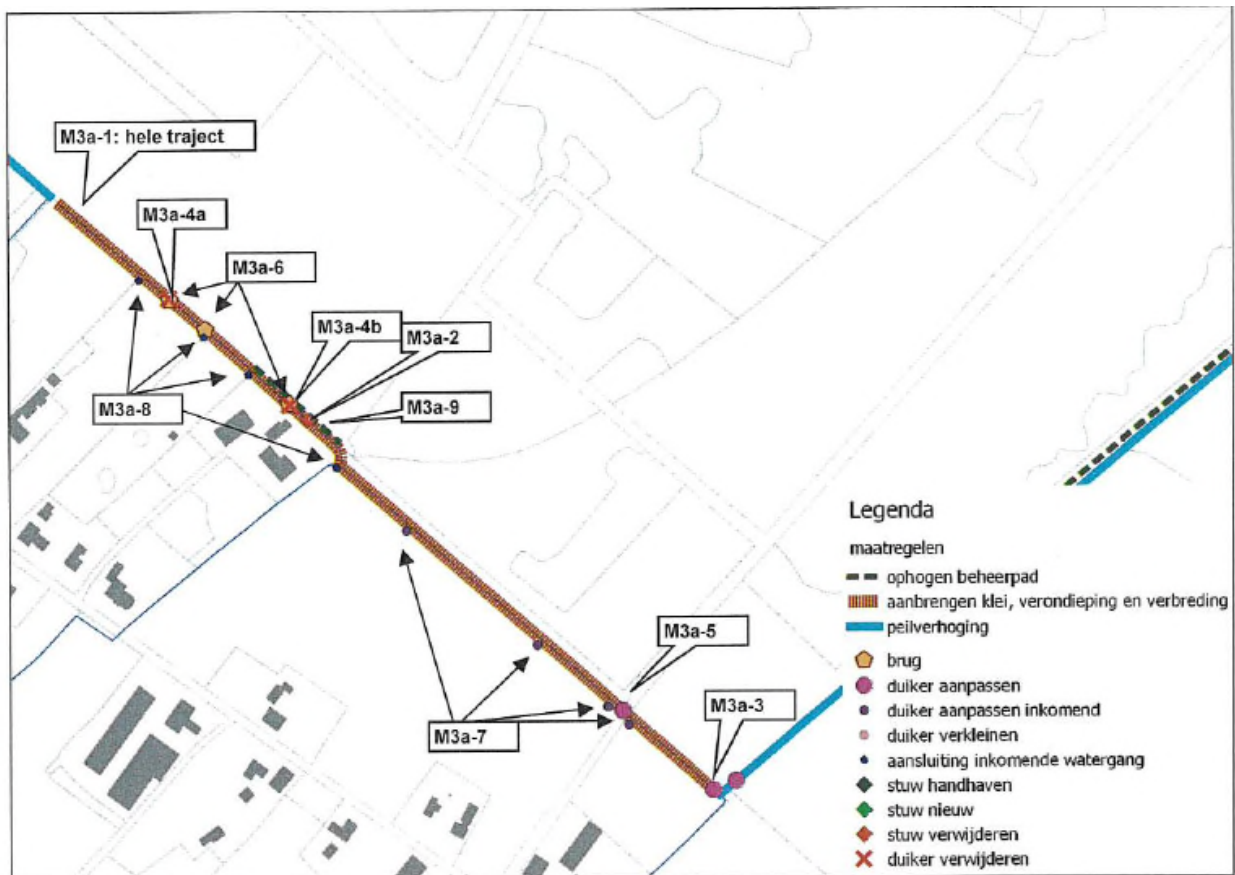
*Interne maatregelen 2011-14: Blauw: beleemd 2011/12; rood: beleemd 2013(-14); bron Spanjers, 2015*



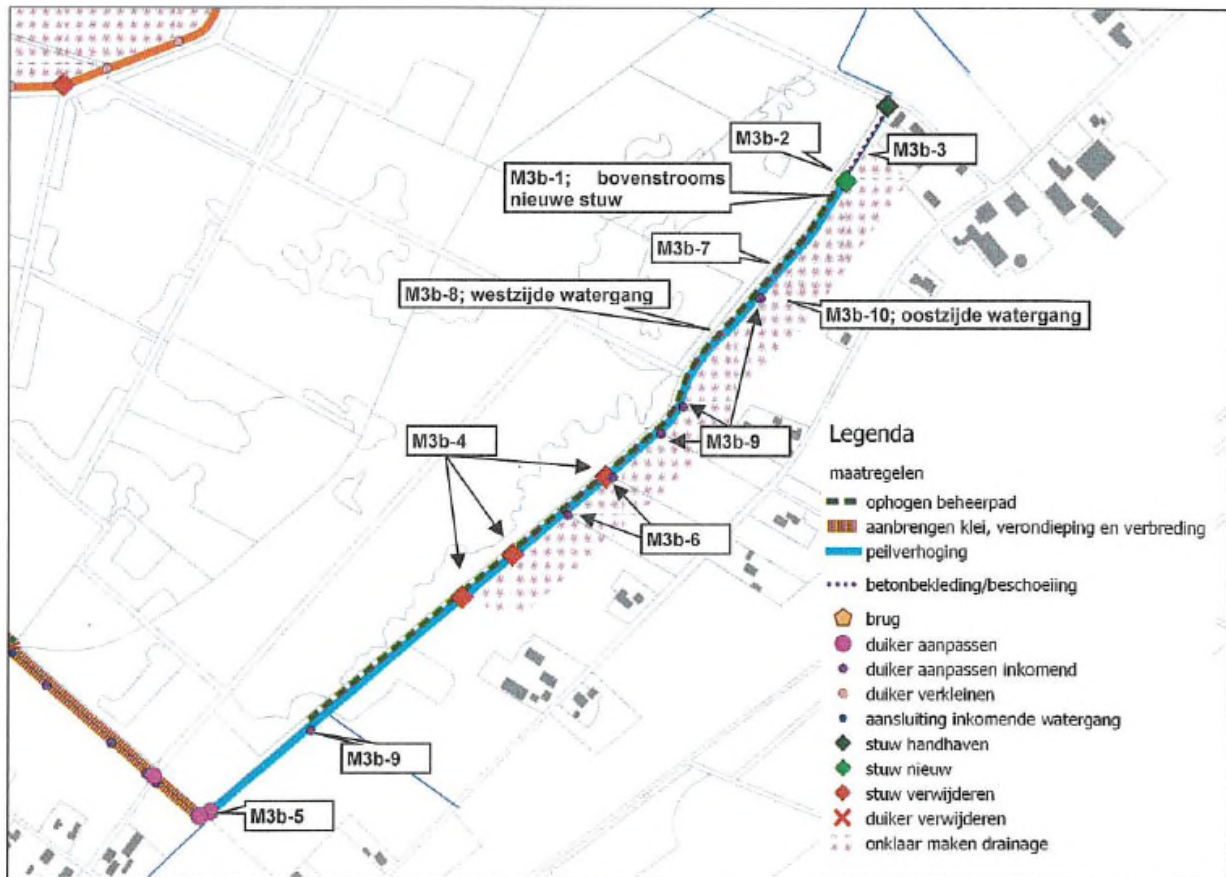
Interne maatregelen 2020/21: te belemen sloten in het kader van PAS M1 (bron: email Marc Doppenberg (SBB) 18 januari 2021)



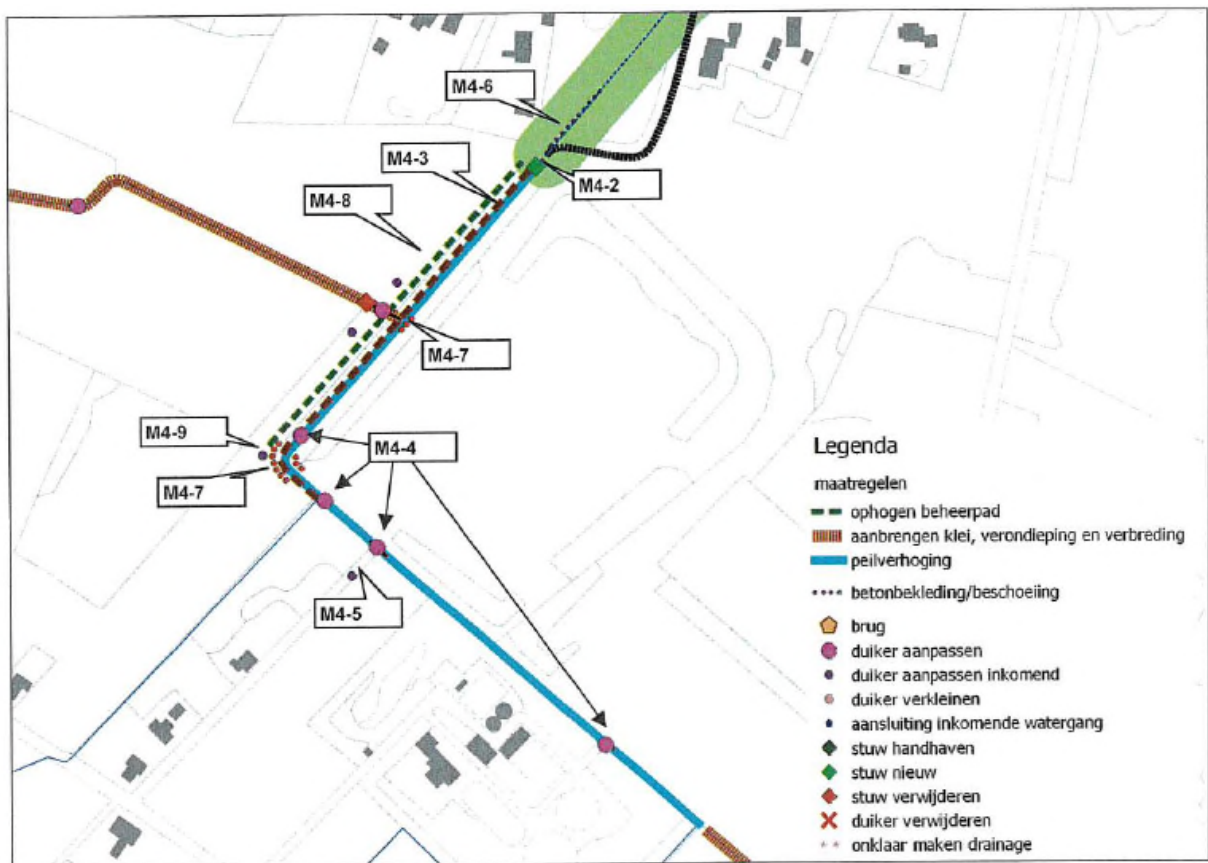
Maatregelen hoofdwatergangen 2020/21: Globale positie herstelmaatregelen (WSRL, 2019)



Maatregelen zuidelijke randsloot 2020/21 (bron WSRL, 2019)

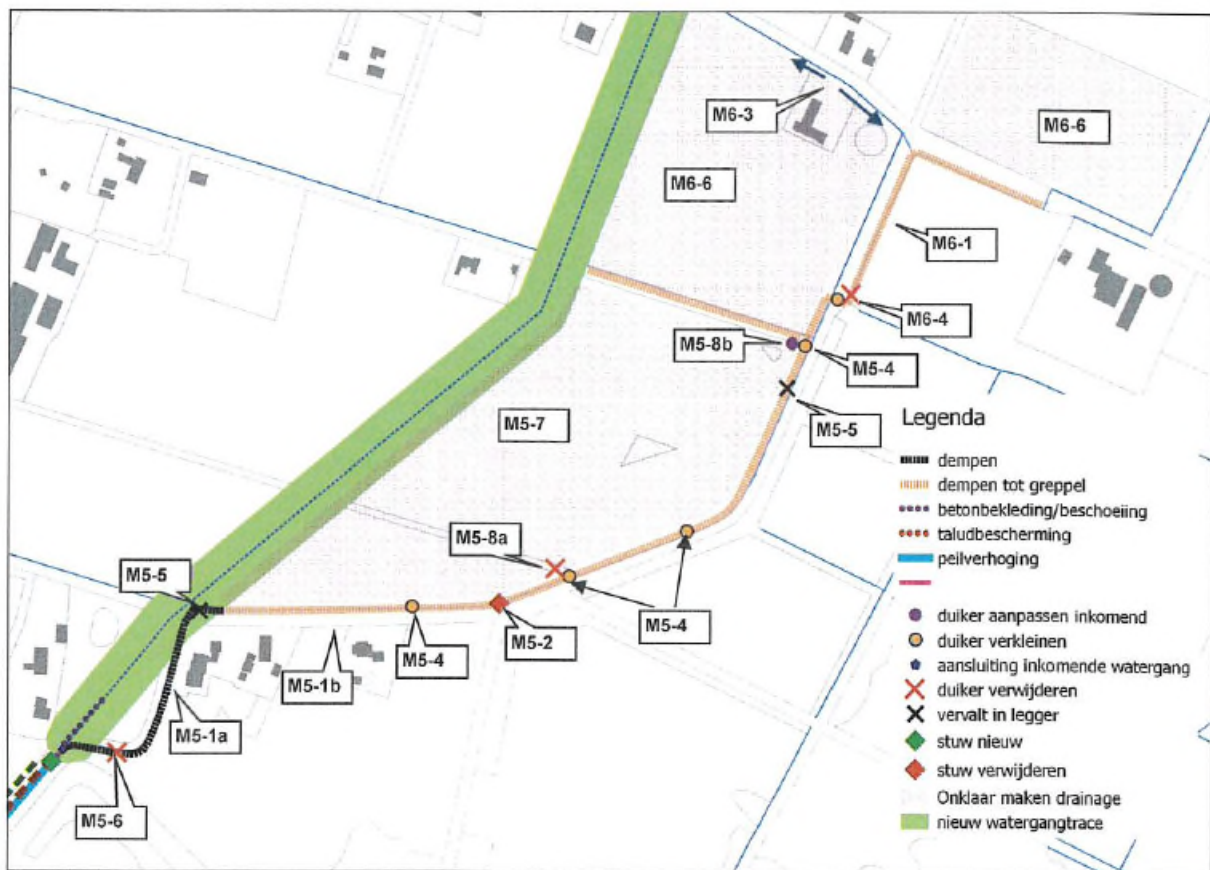


Maatregelen Oostelijke Leigraaf 2020/21 (bron: WSRL, 2019)

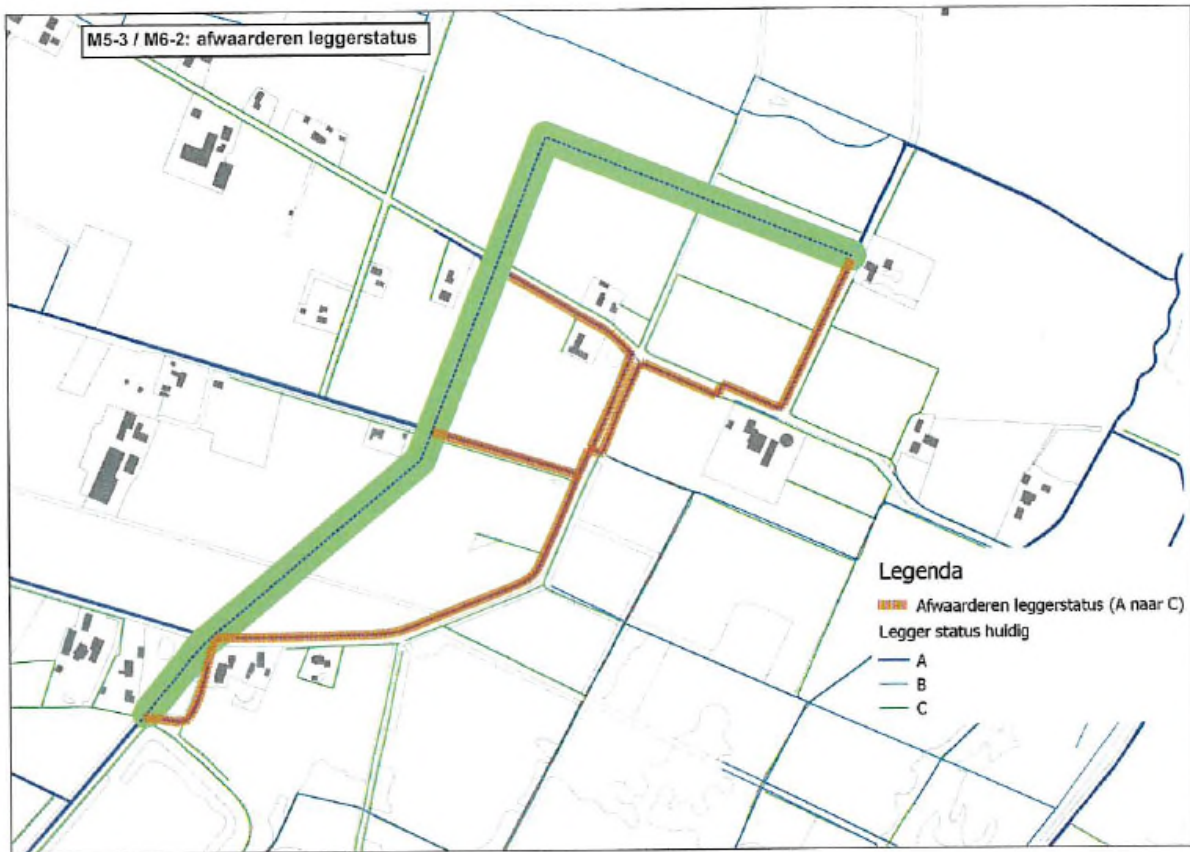


Maatregelen westelijke leigraaf/afvoer RWZI en vuilstort 2020/21 (bron WSRL,2019)





Aanpassingen en omleiding Ashorst-sloot 2020/21 (bron WSRL, 2019)



Nieuw tracé Ashorst'beek' (bron WSRL, 2019)

