Ecologische onderbouwing maatregelenpakket gebiedsuitwerking

Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld

Ecologische onderbouwing maatregelenpakket gebiedsuitwerking

Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld

Kennisteam gebiedsuitwerking Punthuizen, Stroothuizen, Beuninger Achterveld

Rob van Dongen (Staatsbosbeheer)
Fons Eysink (Unie van Bosgroepen)
Evelyn van der Ent (Tauw)
Henk Brummelman (Braam werkt)

Opdrachtgevers: Staatsbosbeheer en Provincie Overijssel
Oktober 2017
Status uitgave: definitief rapport (versie 5)

Inhoudsopgave

Ecologische onderbouwing maatregelenpakket gebiedsuitwerking 1
1 Inleiding 4
2 Systeembeschrijving 5
2.1 Ontwikkelingen in de afgelopen eeuw 6
2.2 Trendanalyse vegetatietypen en soorten 11
2.3 Geohydrologie, grond- en oppervlaktewater 34
2.4 Sturende hydrologische processen in Punthuizen en Stroothuizen 39
2.5 Ecologische randvoorwaarden 52
3 Synthese systeemfunctioneren en huidige situatie (doelgat) per deelgebied 56
3.1 Punthuizen 57
3.2 Stroothuizen 59
3.3 Beuninger Achterveld 61
4 Werkwijze uitwerking PAS maatregelen (korte termijn) 62
4.1 Uitwerking hydrologische maatregelen 62
4.2 Uitwerking maatregelen bemesting 63
5 Onderzoeksresultaten PAS kennislacunes 66
5.1 Onderzoek vermesting grondwater Stroothuizen 66
5.2 Onderzoek basenverzadiging 67
6 Definitief maatregelenpakket korte termijn 71
6.1 Hydrologische maatregelen 71
6.2 Maatregelen bemesting 78
6.3 Uitwerking natuurpotenties 81
6.4 Overgangs- en eindbeheer 83
6.5 Uitbreidingsdoelen 84
6.6 Volgordelijkheid uitvoering maatregelen 84
6.7 Eindbeeld 85
7 Lange termijn maatregelen hydrologie 87
8 Conclusies en aanbevelingen 90
Literatuurlijst 92
Bijlagen 93

1 Inleiding

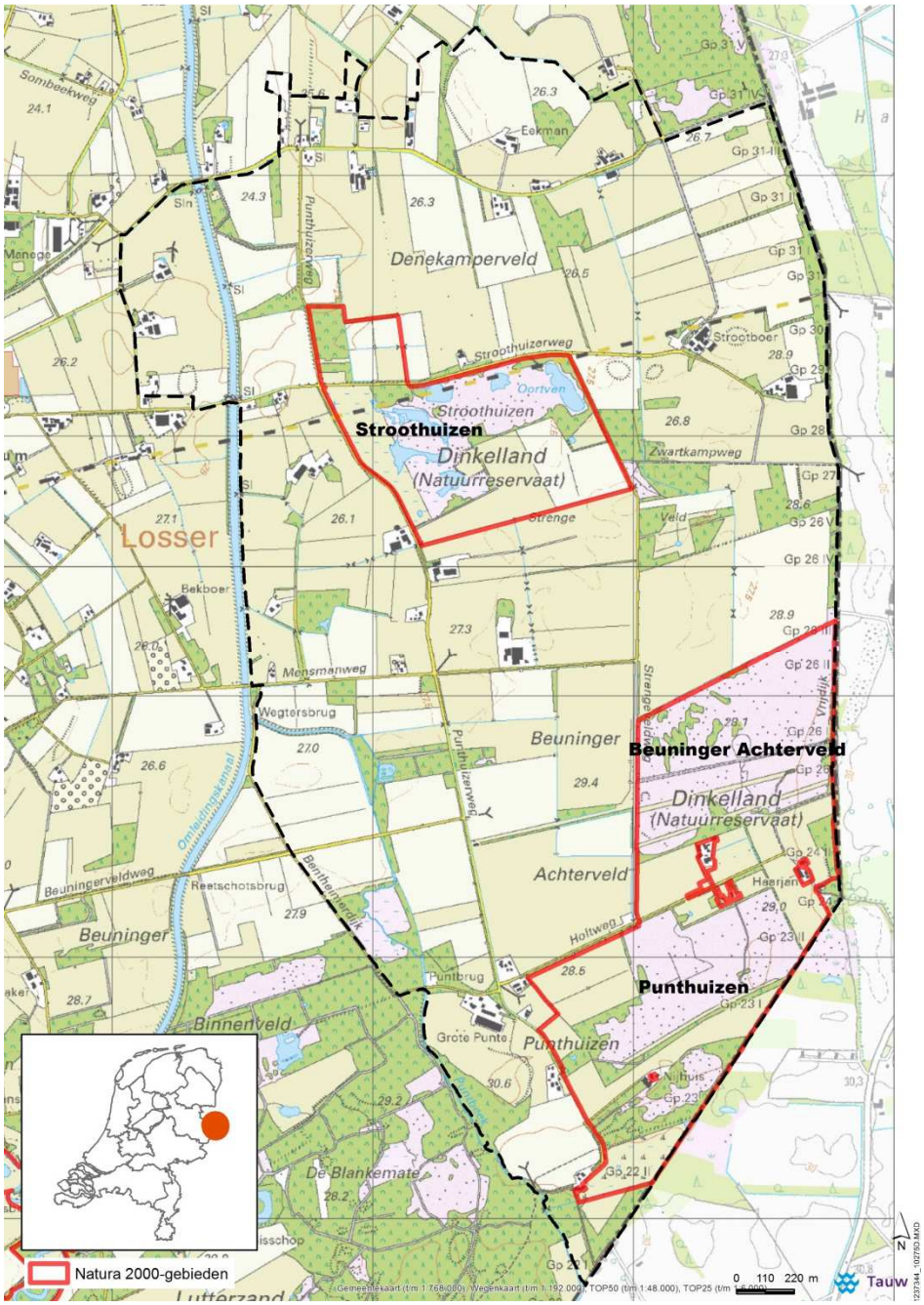
Dit rapport vormt de onderbouwing bij het maatregelenpakket dat door het kennisteam is uitgewerkt als onderdeel van het gebiedsproces voor het Natura 2000-gebied Dinkelland, deelgebied Punthuizen-Stroothuizen. Centraal in dit rapport staat de onderbouwing van ecologische randvoorwaarden en een beschrijving van de effecten van de verschillende maatregelenscenario's op de instandhoudingsdoelen. Het rapport vormt één van de bouwstenen die zijn gebruikt voor de onderbouwing van het Inrichtingsplan en bijbehorend Provinciaal Inpassingplan

Naast een uitwerking van het maatregelenpakket bevat het rapport ook de conclusies van onderzoeken die zijn uitgevoerd om de kennislacunes uit de PAS gebiedsanalyse op te lossen.

Om dit rapport enigszins beknopt te houden wordt in dit rapport veelvuldig verwezen naar achtergrondrapporten. Daarnaast zijn de figuren opgenomen in een kaartenbijlage, die als bijlage 1 bij deze notitie is gevoegd. Deze notitie en bijbehorende achtergrondrapporten vormen samen de onderbouwing van maatregelen en effecten op instandhoudingsdoelen en omgeving.

2 Systeembeschrijving

Het Natura 2000-gebied Dinkelland bestaat uit een aantal deelgebieden (zie figuur 1). De gebiedsuitwerking Punthuizen-Stroothuizen omvat de drie deelobjecten Punthuizen, Beuninger Achterveld en Stroothuizen. Deze drie gebieden liggen ten oosten - zuidoosten van Denekamp tegen de Duitse grens tussen de beekdalen van de Rammelbeek aan de oostzijde in Duitsland en de Puntbeek aan de westzijde bij de buurtschap Punthuizen.



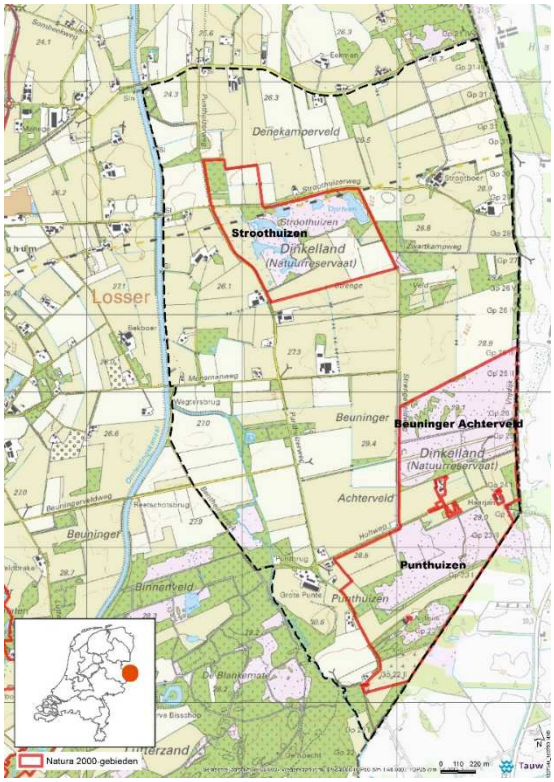
Figuur 1: Ligging Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld. De rode lijn geeft de Natura 2000-begrenzing. De zwarte stippellijn geeft de begrenzing van het uitwerkingsgebied

Het nat zandlandschap heeft hier een zwak golvend reliëf. In het gebied worden, op basis van de landschapsecologische inbedding van de habitattypen (Hoofdstuk 3, nat zandlandschap; Everts et al, 2014) meerdere gradiënttypen onderscheiden.
Punthuizen en Beuninger Achterveld behoren tot het gradiënttype basenrijke afvoerloze laagte. In feite voldoet deze typering niet helemaal omdat in natte perioden wel degelijk een beperkte hoeveelheid water uit de laagte wordt afgevoerd. De overstromingsdrempel aan de noordzijde bepaald het afvoerniveau van de laagte. Stroothuizen behoort tot het gradiënttype “beekdalen met lokale kwel in de bovenloop”. Ook hier is enige nuancering op zijn plaats omdat de centrale slenk in het westen ook door dieper basenrijk water wordt gevoed. Het Beuninger Achterveld vormt de oorsprong van het Strengeveld en kan daarmee ook getypeerd worden als beekdal met lokale kwel in de bovenloop. In Punthuizen en het Beuninger Achterveld wordt de vegetatiegradiënt aangestuurd wordt door overstroming van die laagte met regenwater en basenrijk grondwater en in Stroothuizen de aanvoer van jong basenarm grondwater uit lokale systemen en door afvoer van basenrijk dieper grondwater over maaiveld. Deze laagten zijn onderdeel van de historische slenkenstructuur van dit gebied, zie figuur 3.

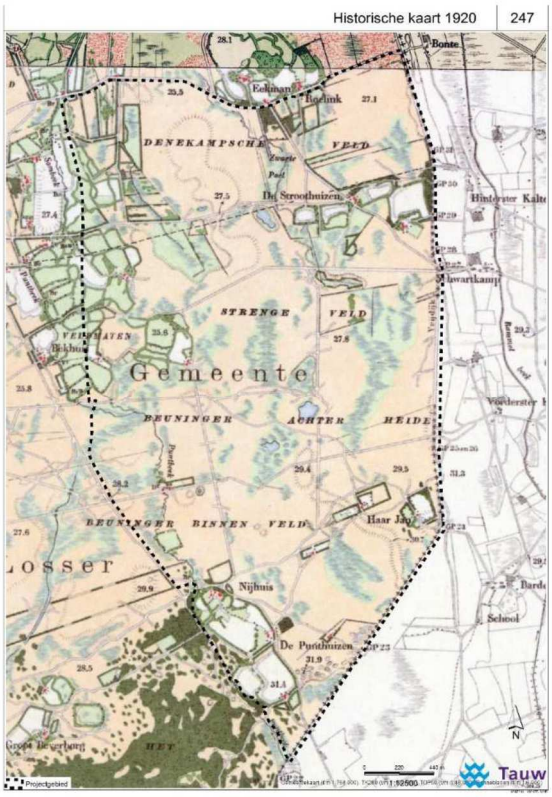
De oorsprong van de overstromingslaagte van Punthuizen ligt direct ten zuiden in een smalle enclave cultuurgrond, waaiert vervolgens breed uit in Punthuizen en versmald aan de noordzijde, waar de laagte wordt onderbroken door de Holtweg. Ten noorden van de Holtweg is deze laagte gedempt.
De oorsprong van de overstromingslaagte van het Beuninger Achterveld ligt op ongeveer dezelfde hoogte als die van Punthuizen, maar dan iets oostelijker tussen de dekzandrug van Punthuizen en de dekzandrug die samenvalt met de Nederlands-Duitse grens, plaatselijk bekend als Holt und Haar en Haarjan. Deze laagte heeft zijn natuurlijk verloop in noordelijke richting met een serie overstromingslaagten met afvoerdrempels beginnend ten noorden van de Holtweg, in het Beuninger Achterveld en het Strengeveld en direct oostelijk van Stroothuizen.
De oorsprong met lokale kwel in de bovenloop in Stroothuizen ligt direct ten westen van de dekzandrug midden in het gebied. De laagte met lokale kwel in de bovenloop heeft zijn natuurlijke verloop in noordwestelijke richting, kruist met de Stroothuizerweg en meer westelijk met de Punthuizerweg en eindigt bij het omleidingskanaal van de Dinkel.

2.1 Ontwikkelingen in de afgelopen eeuw

Ontwikkelingen in de landbouw in relatie tot de natuurgebieden
Het Natura 2000-gebied Punthuizen Stroothuizen ligt in het Denekamper Veld (figuur 1). Het heidelandbouwsysteem heeft vanaf de middeleeuwen tot begin 1900 het landschap gevormd. De drie-eenheid: akker – groenland – heide zijn dan de basis van het agrarische bedrijf. Naast een magere productie levert dit landbouwsysteem vooral ook een grote bijdrage aan de natuur- en landschapswaarden van het Denekamperveld. Naast de vruchtbare enkeerdeerdgronden zijn vennen, heischrale graslanden, blauwgraslanden, moerasbosjes, vochtige en droge heiden het resultaat van menselijk gebruik en natuurlijke omstandigheden van bodem en water; het halfnatuurlijke landschap.
De topografische kaart van 1901 geeft een goede impressie van het gebruik van het heidelandschap. De weinige erven, akkers en hooilanden zijn omzoomd door houtopstanden en staan in schril contrast met de uitgestrektheid van de heide (licht bruin) en moerassige laagten en vennen (blauw) (figuur 2). In *Ons Dinkelland* (Bernink, 1916) is dit landschap met veel gedetailleerde informatie over planten- en dierenwereld beschreven o.a. in de hoofdstukken *Naar de vochtige heide aan den rietzoom* en *Naar het land der Arnica*. De uitvinding van kunstmest en prikkeldraad markeren het eind van het heidelandbouwsysteem en een nieuw tijdperk van economische vooruitgang.

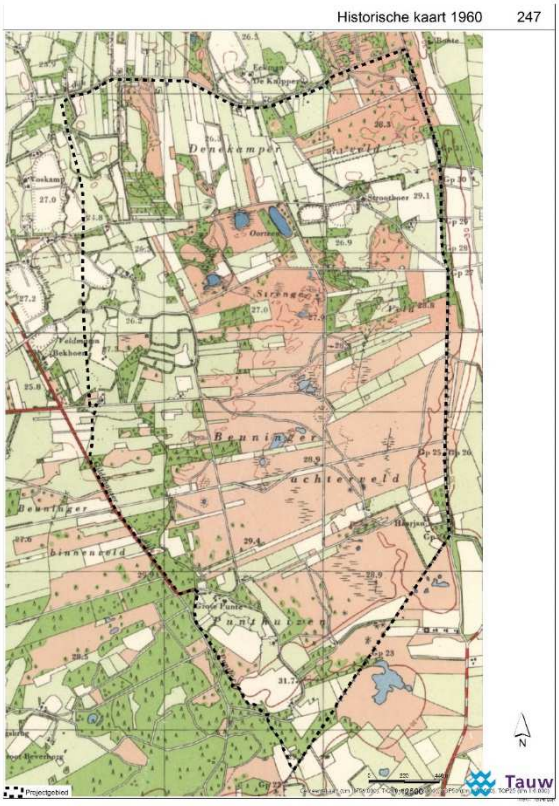


Figuur 2: Ligging Natura 2000-gebied Punthuizen Stroothuizen (binnen rode lijnen) in het jonge heideontginningslandschap.

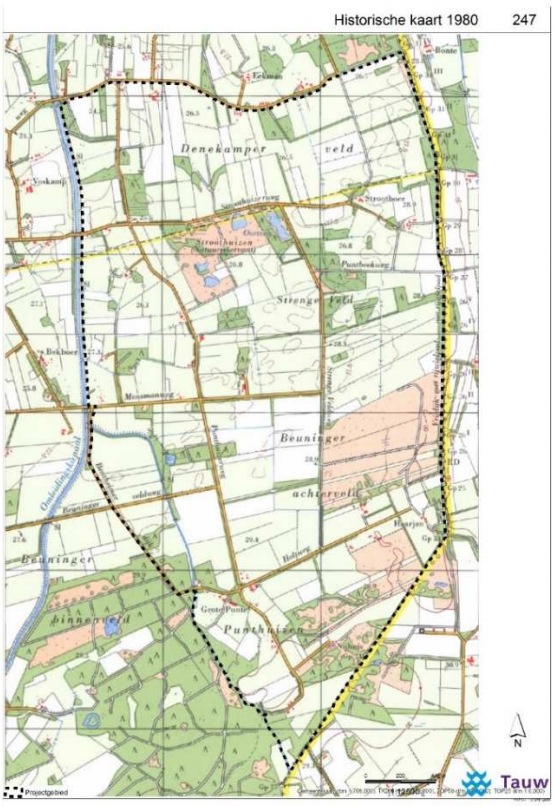


Figuur 3: Het halfnatuurlijke heidelandschap, waarin natuur een vanzelfsprekend onderdeel van de bedrijfsvoering is.

Enkele decennia later worden in het *Land van de Dinkel* (Dingeldein, 1948) land- en volksgebruiken in hun onderlinge verband beschouwd. In het hoofdstuk Langs de oostgrens beschrijft Dingeldein de schoonheid van het heidelandschap, maar probeert daarin ook de door hem opgemerkte veranderingen in de natuur te verklaren. Waarom de ene soort blijft en de ander verdwijnt. De behoefte aan opbrengstverbetering heeft de boeren aangezet tot kleinschalige ontginningen van het heidelandschap. De min of meer organische vormen van heide (licht bruin) en moerassige laagten en vennen (blauw) worden doorbroken door rechthoekige jonge ontginningen (figuur 3). In 1938 is voor een gedeelte van het gebied een ruilverkavelingsaanvraag gedaan en in 1948 volgt een nieuwe aanvraag. In de tussentijd worden kleinschalige ontginningen en ontwateringen voortgezet. Door afsplitsing zijn nieuwe boerderijtjes ontstaan. Onder de naam Denekamperveld wordt in 1960 de ruilverkaveling aangenomen (Wittgen et al., 1986). De grote opgaven voor landbouw, waterhuishouding, natuur en landschap worden in dit kader geregeld. De kanalisatie van de Puntbeek en de aanleg van het omleidingskanaal van de Dinkel worden midden jaren 1960 gerealiseerd. Een netwerk van ontsluitingswegen en waterlopen wordt aangelegd, verkavelingsstructuur verbeterd en boerderijen verplaatst. Het heidelandschap verandert tussen 1960 en 1970 in een jong heideontginningslandschap met bijpassende rechtlijnige kavelstructuren en beplantingen. Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen krijgen de status van natuurgebied. De Puntbeek behoudt zijn natuurlijke karakter tussen de Duitse grens en de Holtweg. De scheiding tussen landbouw en natuur krijgt hiermee zijn beslag. Maar niet ten koste van alles. Zo wordt overeen gekomen dat het oppervlaktewater van het landbouwperceel ten zuiden van Punthuizen beter door het natuurgebied kan worden geleidt dan via het westen met een ontwateringssloot om te leiden. In de jaren 1980 zijn in het kader van de schaalvergroting in de landbouw ook perceelsvergroting en verbeteringswerken in de waterhuishouding toegepast door opheffen detailontwatering, verruimen van sloten en aanpassingen in het peilbeheer.



Figuur 4: Rechthoekige jonge ontginningskavels doorbreken het halfnatuurlijke heidelandschap.



Figuur 5: Het heidelandschap is door de ruilverkaveling Denekamperveld veranderd in een jong heide ontginningslandschap.

Reeds uitgevoerde hydrologische herstelmaatregelen

Vanuit natuur wordt duidelijk dat de ontwateringseffecten niet beperkt blijven tot de landbouwgronden. Ook landbouw ervaart verdroging en er wordt beregend. Een integraal anti-verdroging plan om de verdroging terug te dringen krijgt geen draagvlak (van Gerven et al., 1993). Toch zijn er wel een aantal kleine successen vanuit natuur in samenspraak met landbouw. Vanaf 1980 worden reeds een aantal herstelmaatregelen uitgevoerd. In figuur 6 zijn de uitgevoerde hydrologische herstelmaatregelen die zijn uitgevoerd in de periode 1989-2016 weergegeven. Hieronder worden deze herstelmaatregelen in chronologische volgorde toegelicht.

In het midden van de jaren 1980 is de waterloop aan de noordkant van Punthuizen langs de Holtweg verondiept tot een greppel en deels verduikerd (figuur 6). Deze maatregelen hebben de lokale opbolling en stroming van jong grondwater in de aangrenzende dekzandrug versterkt. Daarnaast heeft het voor uitbreiding van de zuurdere varianten van Blauwgrasland gezorgd, maar een zeer beperkt effect gehad op de grondwaterstanden en de buffering met basenrijk grondwater vanuit het grondwatersysteem (Aggenbach en Jansen, 2004).

In 1990 is bij Stroothuizen de bermsloot langs de Strengeveldweg ter hoogte van het Oortven gedempt om de waterhuishouding voor dit ven te verbeteren, zie figuur 6. Na deze maatregel is de kwaliteit van vochtige heide verbeterd (Pranger en Tolman, 2011). Ook is de lokale opbolling en stroming van jong grondwater versterkt, maar de invloed van gebufferd grondwater voor de zeer zwak gebufferde vennen kon daarmee niet worden hersteld.

Verder is aan de westzijde van Stroothuizen begin jaren 1990 het eerste ‘grootschalige’ natuurherstelproject op perceel Groener (7 hectare) uitgevoerd, zie figuur 6. De belangrijkste maatregelen betroffen hier het dempen van een diepe landbouwsloot, het verwijderen van drainage, de inrichting van perceel Groener, het verwijderen een dam om stagnatie van zuur regenwater te voorkomen en het plaggen van laagtes in het gebied. Met name alle vegetaties die afhankelijk zijn van alleen lokaal grondwater zijn sterk verbeterd, waaronder de vochtige heide (veenmosrijke variant) en zwak gebufferde vennen. De meer basenminnende vegetaties van de veldrussschraallanden hebben zich gevestigd, maar blijven ‘hangen’, terwijl soorten als Spaanse ruiter, Parnassia en Vetblad van het Blauwgrasland na vestiging zich nauwelijks kunnen handhaven. Uit monitoring (Aggenbach en Jansen, 2004; Aggenbach en Cirkel 2017a) is gebleken dat de maatregelen onvoldoende zijn geweest om de basenverzadiging te herstellen. Daarnaast speelt ophoping van organische stof en toestroming van voedselrijk grondwater (Aggenbach en Cirkel 2017b) een belangrijke reden dat herstel uitblijft en basenminnende vegetatietypen in de centrale slenk verder achteruit gaan.

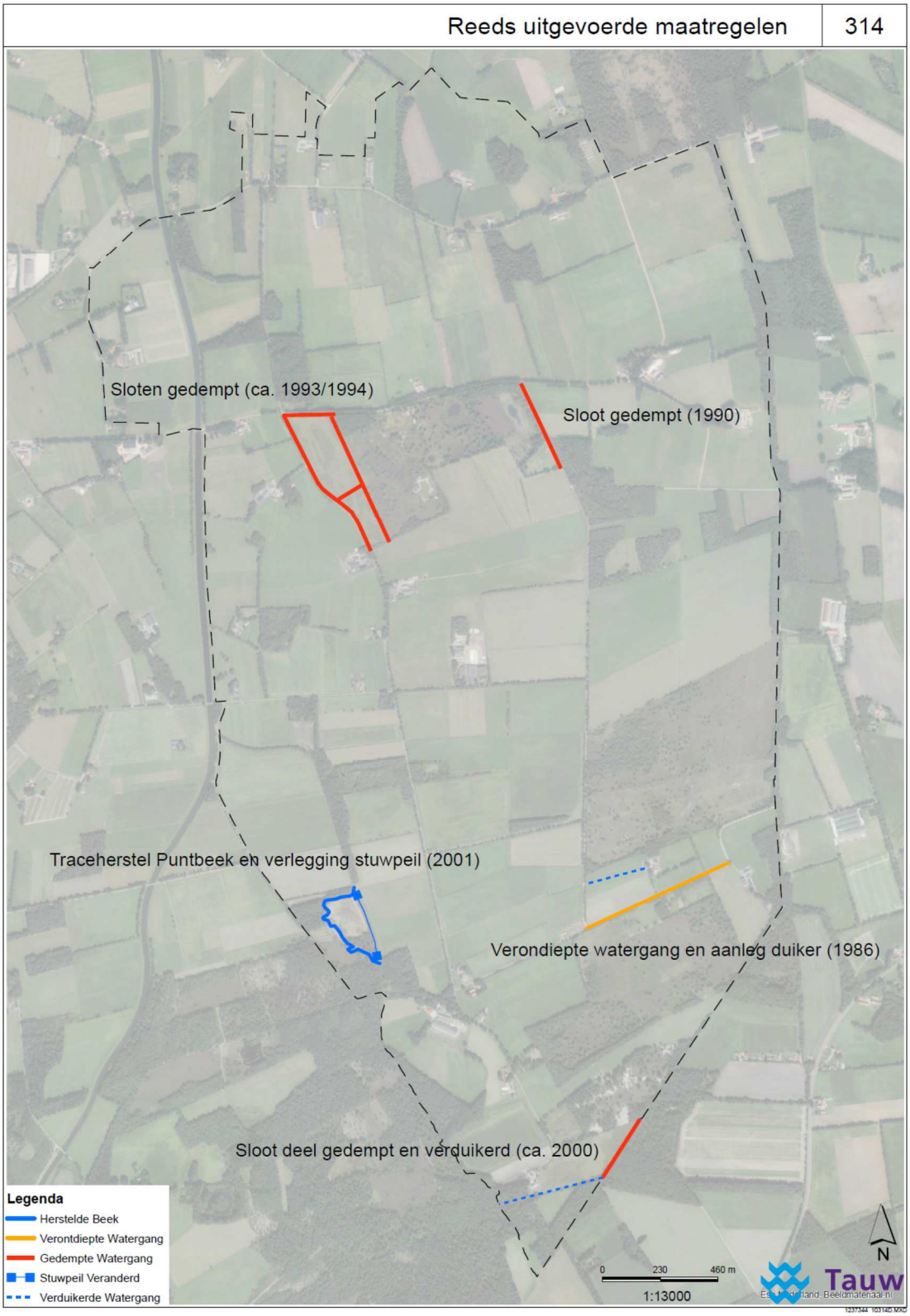
In 2000 is de landbouwenclave, het meest zuidelijke deel van de Natura 2000 aanwijzing Punthuizen, op vergelijkbare wijze als Stroothuizen west ingericht. Daarbij wordt een waterloop deels gedempt en deels verduikerd, zie figuur 6. Daarnaast zijn de opgevulde laagtes ontgraven.
In deze periode (begin 2000) is ook de Puntbeek tussen de Holtweg en de Beuningerveldweg in zijn oorspronkelijke tracé terug gelegd en is het stuwpeil bij de Holtweg verplaatst naar de eerst volgende stuw stroomafwaarts met als gevolg vernatting van de aangrenzende verdroogde vochtige heide en herstel van vochtig beekdalgrasland (figuur 6 grenzend aan tracéherstel Puntbeek).

Maatregelen in of direct grenzend aan de deelgebieden hebben tot nu toe vooral effect gehad op vegetaties die van lokale grondwatersystemen afhankelijk zijn. Effecten op vegetaties, die afhankelijk zijn van basenrijk grondwater zijn, zoals veldrusschraallanden, blauwgraslanden en (zeer) zwak gebufferde venvegetaties zijn beperkt. De maatregelen hebben weinig effect gehad op het 'dieper' basenrijke grondwater. In Stroothuizen is een diepe perceelssloot aan de westzijde (tussen het bestaande natuurgebied en perceel Groener) met een permanente afvoer van ijzerrijke kwel in 1994 gedempt. Basenminnende plantensoorten hebben zich hier en daar gevestigd, maar herstel van veldrusschraalland en blauwgrasland vegetaties laat op zich wachten. De zwak gebufferde venvegetaties maken daar op dit moment de beste ontwikkelingen door. In 2017 is 55 jaar na dato opnieuw Moerassmele aangetroffen (vondst Eysink en van Dongen, juli 2017).

Hiermee zijn de ontwikkelingen voor landbouw en natuur in vogelvlucht geschetst en in tabel 1. weergegeven.

tijdslijn	landbouw	natuur	waterhuishouding
1900 Integraal gebruik landschap	Einde heide-landbouwsysteem (zelf voorziend).	Geen noodzaak tot bescherming.	Watersysteem sturend.
1933-1960 Kleinschalige ontginningen	Lichte toename voedselproductie.	Afname areaal natuur en toename versnippering.	Lichte ontwatering.
1960-1970 Ruilverkaveling Denekamper Veld	Ruimte voor efficiëntere voedselproductie.	Aanwijzing natuurgebieden Punthuizen, Beuninger Achterveld en Stroothuizen.	Aanleg omleidings-kanaal van de Dinkel en netwerk aan wegen en diepe ontwatering.
1970-1983 Intensivering grondgebruik	Behoefte om te groeien. Droogte gevoelige grond.	Kwaliteiten natuur worden beïnvloed door verdroging en verzuring (Zwavel depositie) en vermesting.	Te snelle afvoer van water verminderen door verdieping hoofdwaterlopen en optimalisatie stuwen t.b.v. landbouw.
1983-2017 Productierechten	Schaalvergroting leidt tot groeiers en stoppers.	Kwaliteiten natuur worden beïnvloed door verdroging en verzuring (Stikstof depositie) en vermesting. Lokale maatregelen bieden perspectief op herstel.	Noodzaak herziening ontwatering en afwatering vanuit Natura 2000 doelen.

Tabel 1 Grootschalige ontwikkelingen natuur en landbouw in het projectgebied



Figuur 6: Uitgevoerde hydrologische herstelmaatregelen vanaf 1989

2.2 Trendanalyse vegetatietypen en soorten

Ter onderbouwing van het maatregelenpakket is een trendanalyse uitgevoerd op basis van informatie over soortverspreiding en diverse beschikbare vegetatiekarteringen. Deze trendanalyse is een aanvulling op de trendanalyse uit de PAS gebiedsanalyse. De Natura 2000/PAS doelen en trends uit de gebiedsanalyse voor Punthuizen Stroothuizen zijn in tabel 2 weergegeven. Deels gaat het om behoudsdoelstelling van oppervlakte en deels om uitbreiding van oppervlakte. Ook met betrekking tot de kwaliteit is het deels behoudsdoelstelling en deels gaat het om kwaliteitsverbetering. Vocht, zuurgraad en voedselrijkdom bepalen in belangrijke mate de standplaatscondities van de habitattypen/vegetatietypen. De processen die daarbij een cruciale rol spelen zijn grondwaterstanden, inundatie, opbolling van grondwater in dekzandruggen en basenverzadiging. Daarnaast speelt beheer een belangrijke rol; het gaat immers om half-natuurlijke habitattypen/vegetatietypen. Herstelbeheer is vanaf begin jaren 1980 opgepakt en verder geeffectueerd eind jaren 1980 tot midden jaren 1990 met de subsidieregeling effect gerichte maatregelen tegen verdroging en verzuring (subsidieregeling EGM). De hydrologische maatregelen zijn beschreven in paragraaf 2.1.

		Doel		Huidig		Trend	
		Oppervlakte	Kwaliteit	Areaal (opp) in ha	Kwaliteit	Areaal (tot nu toe)	Kwaliteit (tot nu toe)
Habitattypen							
H3130	Zwakgebufferde vennen	=	>	1,1	Gm**	-en+*	=/-*
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	=	>	18,5	Mg	-	-
H4030	Droge heiden	>	=	47,7	M	<	-
H6230	*Heischrale graslanden	=	=	0,0	Nvt	Nvt	Nvt
H6410	Blauwgraslanden	>	>	5,2	GM	-en+*	-*
H7150	Pioniervegetaties met snavelbiezen	=	=	1,8	GM?	+	?

*vanaf begin jaren '90
**meest natte vormen met de behoren tot goede kwaliteit ontbreken.

Legenda
Doelstelling en huidige kwaliteit
= Behoudsdoelstelling;
> Uitbreiding- of verbeterdoelstelling;
G Goede kwaliteit;
M Matige kwaliteit;
Gm Overwegend goede kwaliteit, lokaal matig ontwikkeld;
Mg Overwegend matige kwaliteit, lokaal goed ontwikkeld
? Informatie ontbreekt

Trend in oppervlakte of kwaliteit
+ Positieve trend
- Negatieve trend
= Stabiele trend
? Trend onbekend

Tabel 2 Habitattypen Punthuizen Stroothuizen doelen en opgaven (KWR et al., 2015).

Hieronder zijn voor de deelgebieden Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld de trend van een aantal plantensoorten beschreven om een beeld te geven van de ontwikkeling.
Voor de trends zijn de habitattypen, vegetatietypen en plantensoorten gebruikt die het meest gevoelig zijn voor veranderingen in de waterhuishouding, voedselrijkdom en zuurgraad. Dat betreft voor het Natura 2000-gebied Punthuizen Stroothuizen Blauwgraslanden (H6410) Zwak gebufferde vennen (H3130), Vochtige heiden (H4010A) en Pioniervegetatie met snavelbiezen (H7150). Daarnaast worden enkele relevante ontwikkelingen in de vegetatie van de heischrale graslanden, zure kleine zeggen gemeenschap en de eenjarige pioniers van het Dwergbiezen-verbond beschreven. De aangewezen habitattypen kunnen bestaan uit meerdere vegetatietypen met kenmerkende soorten, zie bijlage 2. Voor de trendanalyse zijn trends van de vegetaties van de habitattypen gebruikt, op basis van de vegetatiekarteringen van 1989 (Croese), 2001 (Tolman en Pranger) en 2010 (Pranger en Tolman) gebruikt. De vegetatiekarteringen zijn volgens vaste richtlijnen van Staatsbosbeer uitgevoerd. Bij de kartering van

1989 is de soortverspreiding met aantalsklassen en symbolen in beeld gebracht en in 2001 en 2010 met aantalsklassen per vegetatievlak.
Verder zijn de hydro-ecologische systeemanalyses Punthuizen (Jansen, 1996), Beuninger Achterheide (Jansen, 1996), Stroothuizen (Jansen en Aggenbach, 1991) en het rapport OBN-Monitoring Middelduinen, Stroothuizen, Punthuizen en Lemselermaten. Eindrapport monitoringperiode 1989-2003 (Aggenbach en Jansen, 2004) gebruikt waarin veranderingen in de soortensamenstelling zijn verklaard. Om iets over de lange termijn ontwikkelingen te kunnen zeggen zijn diverse bronnen geraadpleegd. Deels betreft het data uit eerder gepubliceerde werken aangevuld met niet eerder gepubliceerde data uit excursierapporten. Daaruit is een aantal plantensoorten geselecteerd en gerangschikt naar vegetatietype (Horsthuis, 2017). Voor Punthuizen, Beuninger Achterveld en Stroothuizen zijn afzonderlijke lijsten gemaakt en zijn de soorten gescoord op aanwezigheid. Het rapportages en excursieverslagen hadden vaak een gericht doel, waardoor de informatie tussen de auteur(s) bij de verschillende momentopnames niet geheel vergelijkbaar is, maar gezien de relatief lange periode waarin deze data is verzameld, is er wel een trend uit te destilleren.

1 = Hoogervorst et al., 1953
2 = Wesselink et al., 1960
3 = Schulte, 1964
4 = Hofstra, 1982
5 = De Haan & Siebum, 1987 + Eysink & de Bruijn, 1994
6 = Weeda, 1988 + Eysink & de Bruijn, 1994
7 = Van Leeuwen, 1962
8 = Van der Ven, 1958
9 = Van der Steeg, 1965
10 = Florakartering 1989
11 = Tolman en Pranger, NDFF, 2001
12 = Pranger en Tolman, 2010
13 = NDFF, 2016

De tabel met daarin per deelgebied trends voor soorten per vegetatietype is weergegeven in bijlage 3.

Uit de reeks 'Indicatoren' zijn deel 2 beekdalen (Jalink en Jansen, 1995) en deel 5 vennen (Aggenbach et al., 1998) gebruikt om de trends van plantensoorten te kunnen verklaren met de thema's verdroging, verzuring, vermesting en of beheer. Voor een aantal plantensoorten zijn op basis van aantalsbedekkingen uit de vegetatiekarteringen voor de jaren 1989, 2001 en 2010 de verspreidingspatronen in beeld gebracht. Ter illustratie zijn een aantal voorbeelden opgenomen in de tekst.
Het systeemfunctioneren van Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld bestaat uit een samenspel van opbolling van water in dekzandruggen, inundatie van laagten en basenverzadiging wat in Punthuizen tot een andere vegetatiegradiënt leidt dan in Stroothuizen. Door de verschillen in systeemfunctioneren tussen Punthuizen (Jansen, 1996, Stroothuizen (Jansen en Aggenbach, 1991) en Beuninger Achterveld (Jansen, 1996) zijn de trends per terrein niet altijd hetzelfde en is een koppeling tussen de waargenomen trend en het optreden van verdroging en verzuring verschillend per deelgebied. De trends worden daarom per terrein uitgewerkt.

Kwaliteit vegetatie

De kwaliteit van de vegetatie is gebaseerd op de vegetatie- en plantensoortenkartering Dinkelland 2010 (Pranger en Tolman). Deze kartering is als basis gebruikt voor de habitattypenkaart en wordt daarom als uitgangspunt genomen in de trendanalyse. De vegetatietypologie in de kartering is gebaseerd op de SBB-catalogus versie 2002 en de Vegetatie van Nederland (Schaminée et al., 1995, 1996 en 1998). Bij vegetatiekarteringen worden de vegetaties zoveel mogelijk toegekend aan de hoogst eenheid (sub)associatie. Het onderscheid in associaties en rompgemeenschappen geeft een eerste indruk van de kwaliteit van de vegetatiekundige eenheden in gebieden. Waarbij associaties altijd het predicaat goed krijgen en rompgemeenschappen in de regel als matige kwaliteit worden beschouwd (Projectgroep habitatkartering, 2010). Van de vegetatievlakken met de hoofdaanduiding van een vegetatietype is het aantal geteld en in een percentage omgezet. Hiermee is een indruk verkregen van de kwaliteitsverhouding goed en matig. Dit is gedaan voor drie habitattypen: Blauwgraslanden, Zwak gebufferde vennen en Vochtige heide.

- **Blauwgraslanden**: Associaties van blauwgrasland komen alleen voor in Punthuizen. Meer dan de helft van alle locaties bestaat uit rompgemeenschappen (RG).
  - Toestand habitattype: **associaties goed (<50%)** en **RG matig (>50%)**.

- **Zwak gebufferde vennen**: Associaties van venoevervegetaties komen in Punthuizen en Stroothuizen voor. Driekwart van alle locaties bestaat uit rompgemeenschappen.
  - Toestand habitattype: **associaties goed (25%)** en **RG matig (75%)**.
- **Vochtige heide**: Associaties van bochtige heide komen in alle drie deelgebieden voor. Driekwart van alle locaties bestaat uit rompgemeenschappen.
  - Toestand habitattype: **associaties goed (25%)** en **RG matig (75%)**.

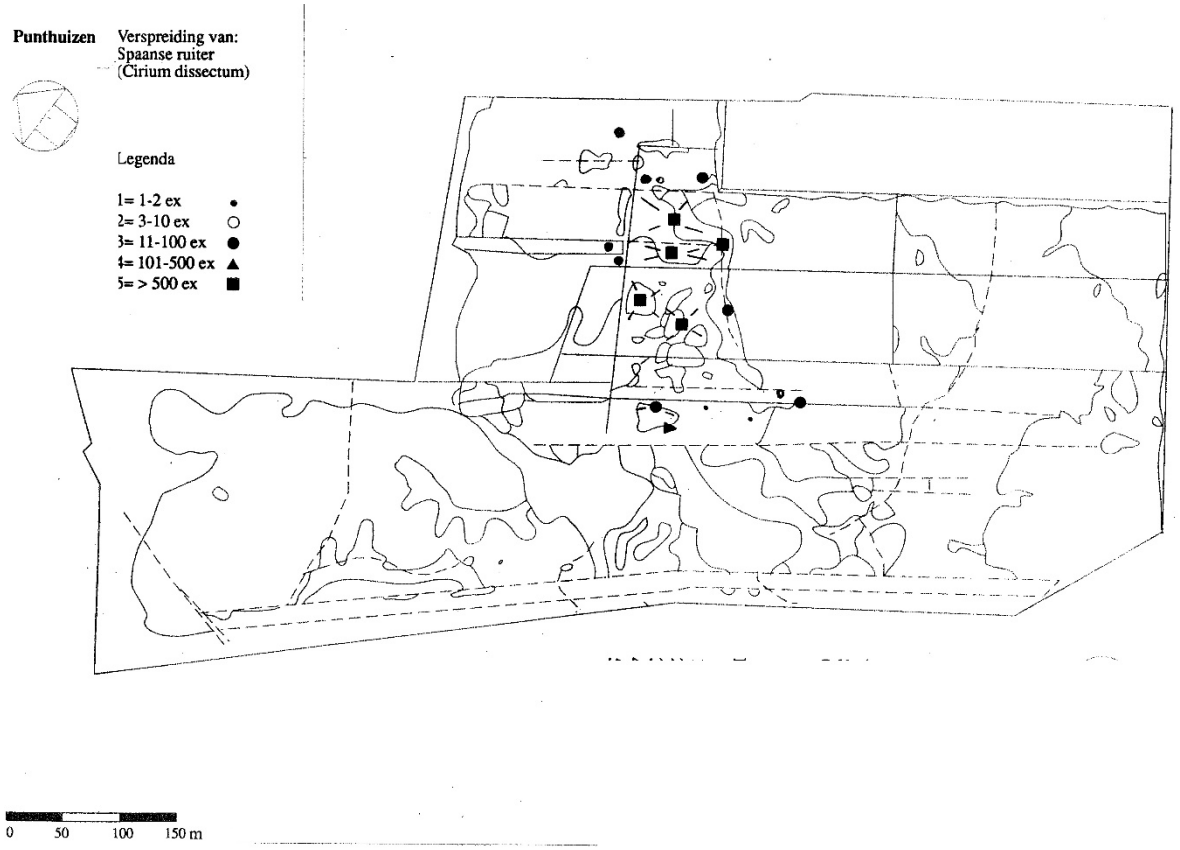
De kwaliteit van de habitattypen in de PAS-gebiedsanalyse is op meer criteria beoordeeld dan alleen het vegetatiekundige aspect. Vergelijk tussen beide is daarom indicatief. Op basis van het vegetatiekundige criterium associatie of rompgemeenschap blijkt dat 50 tot 75 % van de beoordeelde vegetaties een matige kwaliteit heeft en 25 tot 50% van goede kwaliteit is. Voor de Blauwgraslanden is de verhouding goed en matig gelijk. In tabel 2 is voor de kwaliteit de status goed en matig gegeven en past daarmee binnen de analyse die op basis van de vegetatiekartering is uitgevoerd. Voor de Zwak gebufferde vennen is de verhouding goed 25% en 75% matig. In tabel 2 wordt de kwaliteit als overwegend goed beoordeeld en lokaal matig. De kwaliteit van de vennen is op basis van de vegetatiekartering 2010 echter overwegend matig en lokaal goed. De analyse is op basis van de vegetatietypologie gedaan. Voor Vochtige heide is de verhouding goed 25% en matig 75%. In tabel 2 wordt de kwaliteit als overwegend matig beoordeeld en lokaal goed. Dit komt overeen met de typeaanduidingen van de vegetaties in de kartering 2010 (Tolman en Pranger, 2011).

In de kaartenbijlage zijn kaarten en tabellen opgenomen waarin een onderscheid is gemaakt tussen associaties en rompgemeenschappen.

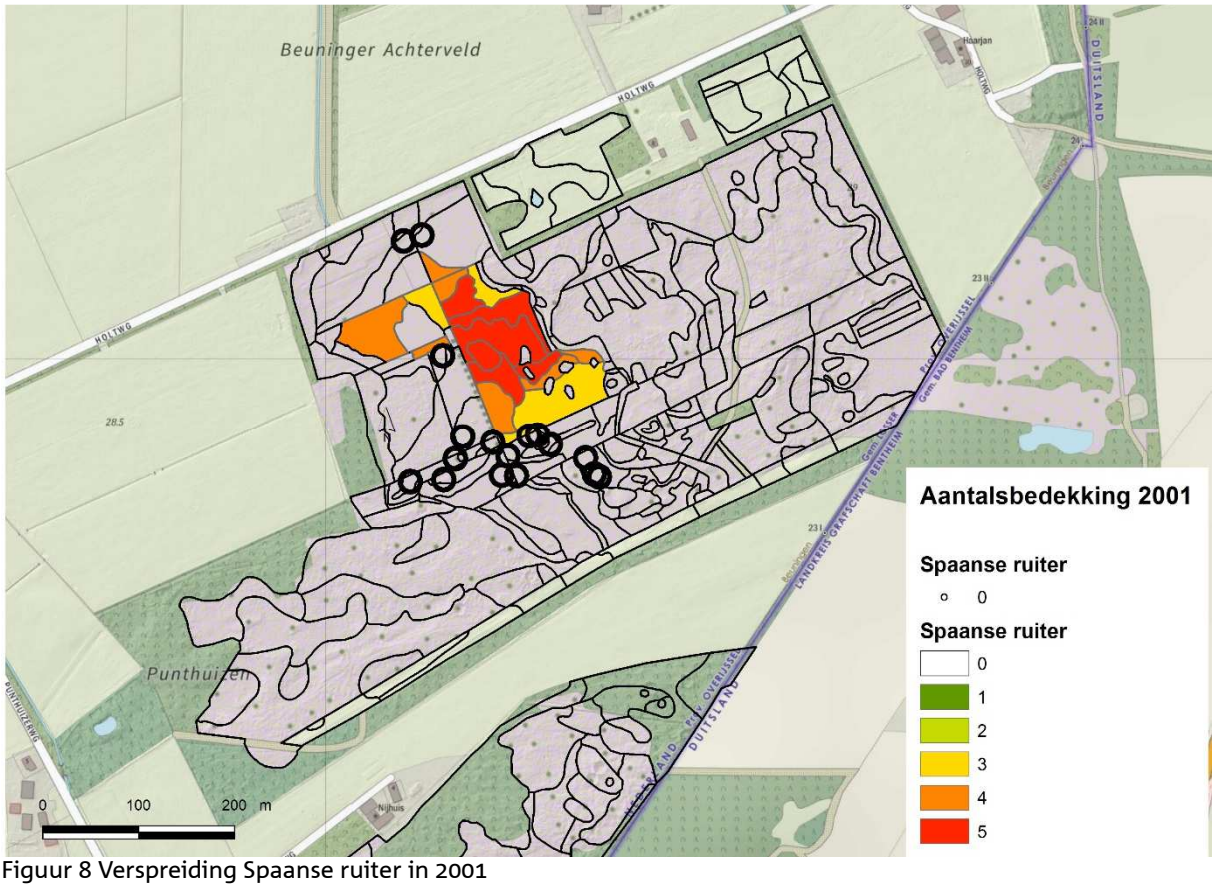
Een nadere beschouwing op Punthuizen

Blauwgraslanden
Een aantal kensoorten van blauwgraslanden zijn in Punthuizen gemonitord in de periode van 1989-2010. Hieronder wordt de verspreiding van indicatorsoorten Spaanse ruiter, Parnassia, Blauwe knoop en Veldrus beschouwt.

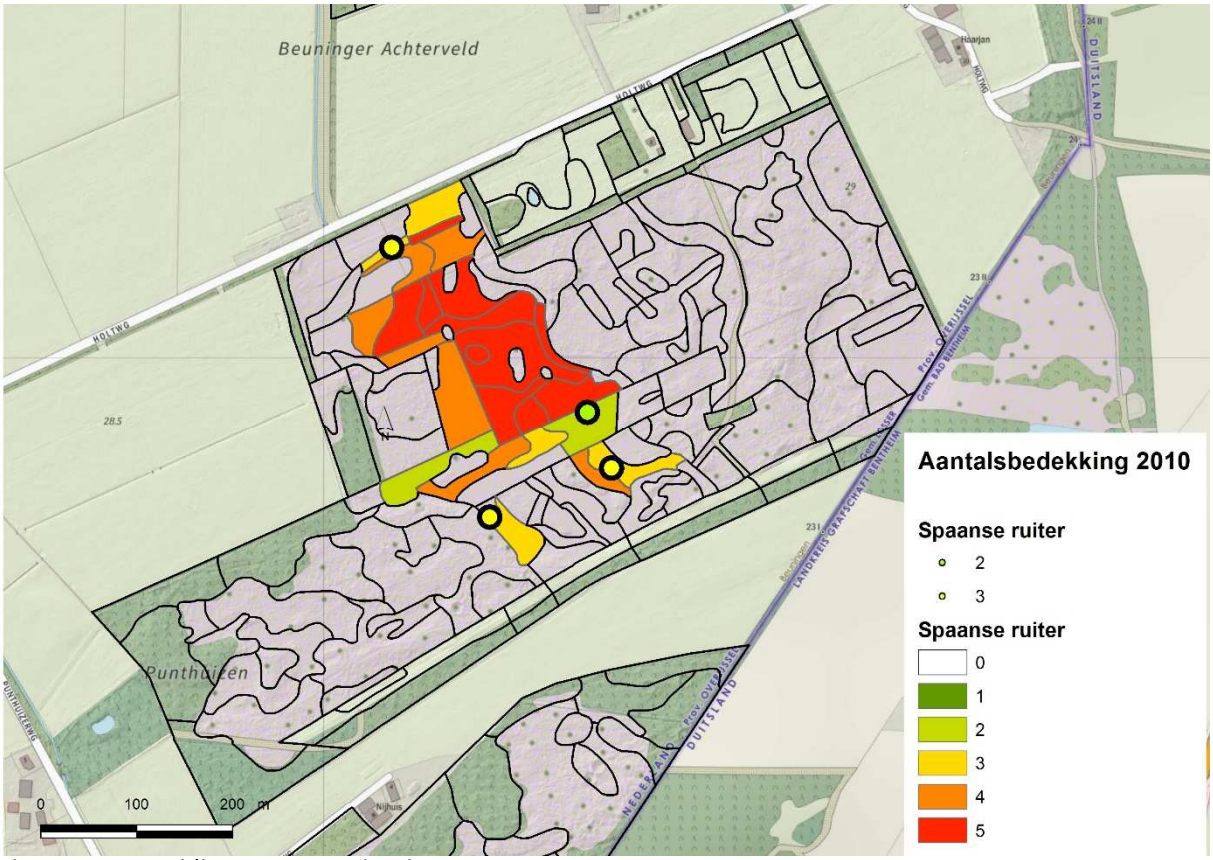
<u>Spaanse ruiter</u>
De standplaatscondities voor Spaanse ruiter zijn nat tot matig nat, neutrale zuurgraad tot matig zuur en voedselarm tot zwak voedselrijk (Jalink en Jansen, 1995). Spaanse ruiter, de kensoort van blauwgrasland bij uitstek, is altijd algemeen geweest in de centrale slenk. De toename van Spaanse ruiter is in beeld gebracht voor de jaren 1989, 2001 en 2010.
In 1989 is de soort nog grotendeels beperkt tot de centrale slenk. In het Parnassiarijke blauwgrasland (nabij peilbuis 15) ontbreekt de soort dan nog, evenals op de locatie van de venoevervegetatie (nabij peilbuis 12). De soort is vanaf de jaren 1990 toegenomen na plaggen van verruigde blauwgraslanden ten noorden, zuidwesten en westen van de centrale laagte en door het verschralingsbeheer van de noordelijke en zuidelijke ontginning. Volgens Wesselink et al. (1960; opname 10) kwam Spaanse ruiter ook voor in de zuidoostelijke slenk. Soort is daar enkele decennia weg geweest, maar heeft zich na plagbeheer in 1995 opnieuw gevestigd. In de centrale slenk is de soort toegenomen (onder andere bij peilbuis 12 en 15). Bij toename, zoals in de centrale slenk (zonder aanvullend herstelbeheer), kan de soort als indicatief beschouwd worden voor verdroging (Jalink en Jansen, 1995).



Figuur 7 Verspreiding Spaanse ruiter in 1989



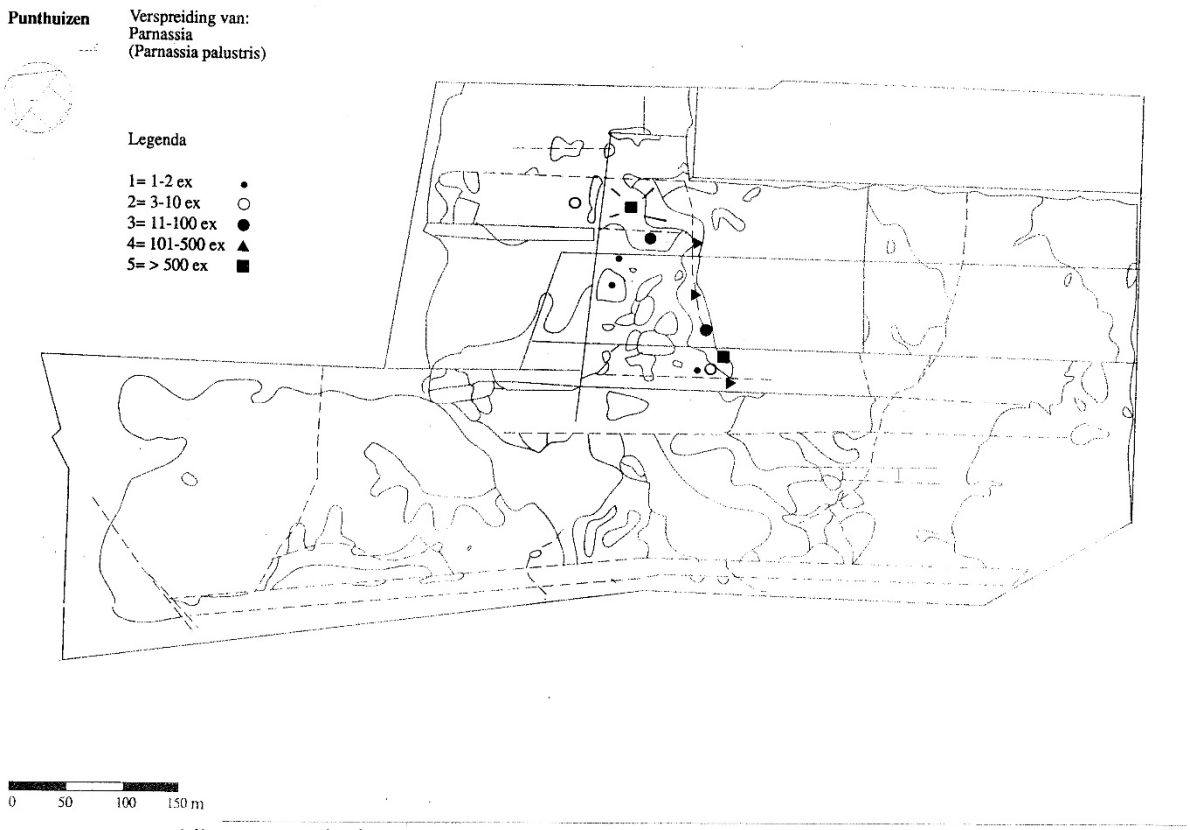
Figuur 8 Verspreiding Spaanse ruiter in 2001



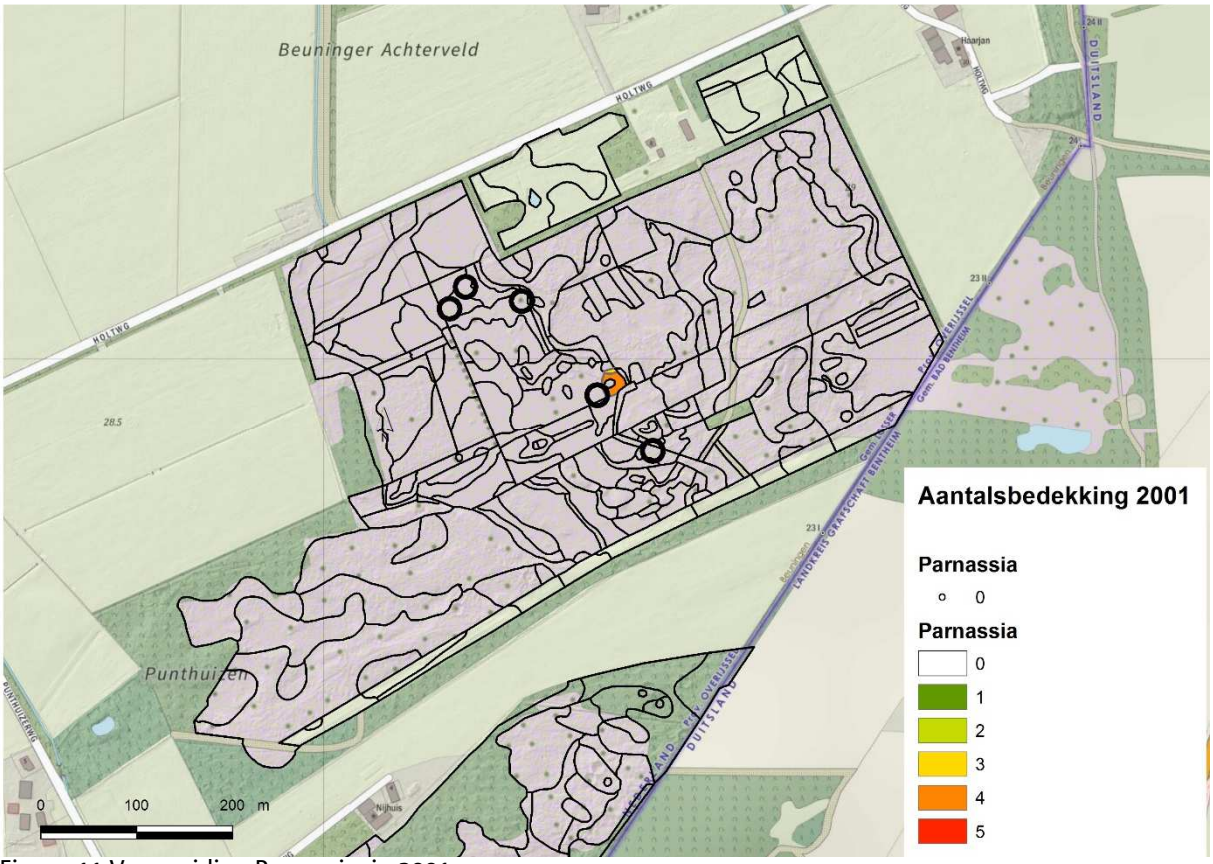
Figuur 9 Verspreiding Spaanse ruiter in 2010

Parnassia

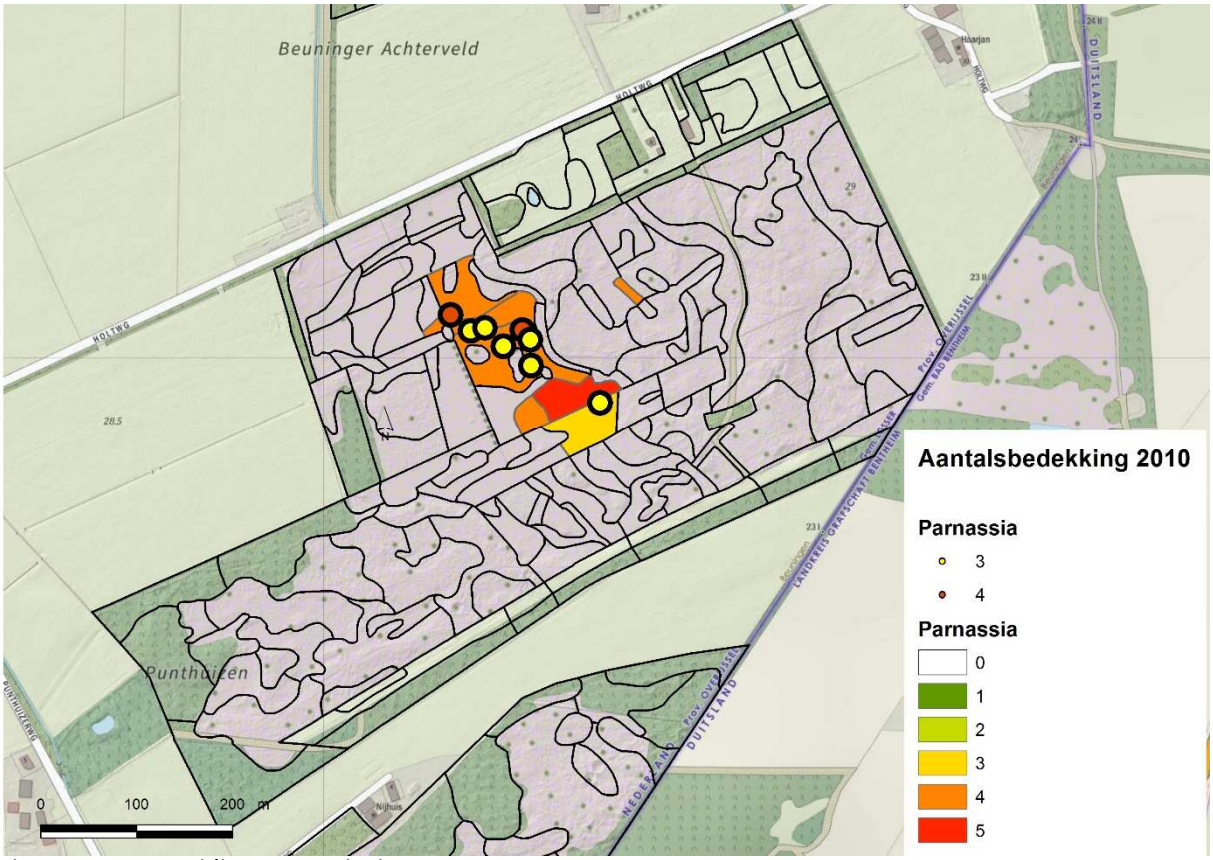
De standplaatscondities voor Parnassia zijn nat, neutrale zuurgraad en voedselarm (Jalink en Jansen, 1995). Punthuizen staat onder invloed van kwel van basenrijk grondwater lokaal gestuurd met fluctuerende standen. Parnassia is daarvoor kenmerkend (Jalink en Jansen, 1995). Het voorkomen hangt nauw samen met de grens en de duur van inundatie in samenhang met de aanwezigheid van basenrijk grondwater. Parnassia kwam algemeen voor in de centrale laagte en de zuidoostelijke slenk. De soort is in de zuidoostelijke slenk verdwenen, maar heeft zich na plagbeheer in 1995 opnieuw gevestigd. De verspreiding van de soort is in 2001 beperkt tot de oostflank van de zuidoostelijke slenk, nadat deze slenk in de winter van 2000/2001 langdurig geïnundeerd is geweest. In 2010 komt de soort na een droge winter (met een smalle inundatiezone) ook lager in de zuidoostelijke slenk voor. Parnassia is bekend als gradiëntpendelaar. Dat wil zeggen dat de soort snel reageert op veranderende terreincondities, waarbij inundatie min of meer de grens van voorkomen bepaalt in combinatie met basenrijk grondwater in maaiveld. Een proces wat in de jaren 1991-1995 met verspreidingskaartjes is gemonitord (Eysink, 1991/1995), maar zijn ook bij de vegetatiekarteringen (1991, 2001 en 2010) vastgelegd (figuur 10, 11,12). De jaarlijkse inundatieduur en -grenzen zijn bepalend voor de verspreidingspatronen. Het voorkomen van Parnassia wisselt sterk en hangt nauw samen met omvang en duur van de inundatie van de slenk. In droge winters is de inundatiezone smal, de invloed van basenrijk grondwater groot en dus een ruime verspreiding van Parnassia. In natte winters omgekeerd wat resulteert in een geringe verspreiding van de soort. Geschikte terreincondities kunnen jaarlijks wisselen, maar zijn altijd aanwezig. Parnassia is zowel kwalificerend, als ook de naam gevende soort van het Parnassiarijke blauwgrasland.



Figuur 10 Verspreiding Parnassia in 1989



Figuur 11 Verspreiding Parnassia in 2001

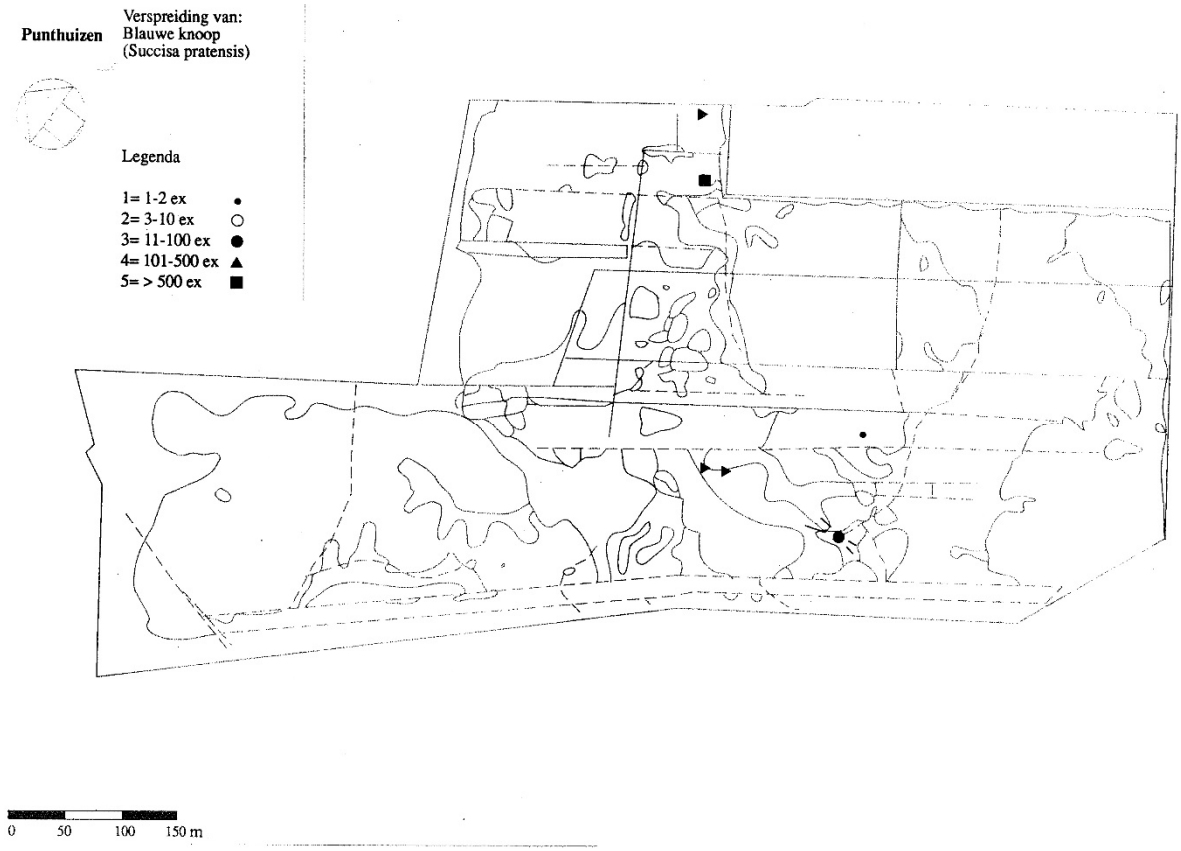


Figuur 12 Verspreiding Parnassia in 2010

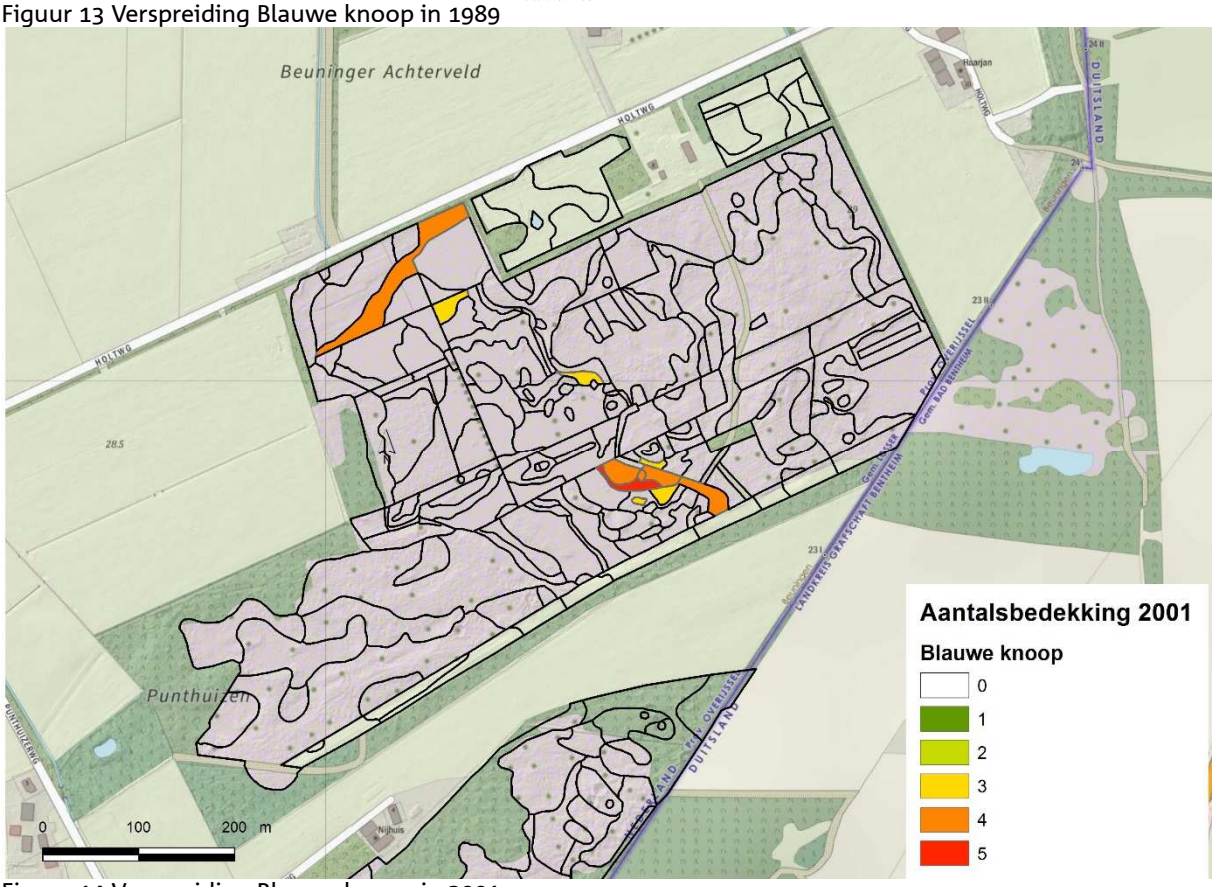
Blauwe knoop

De standplaatscondities van Blauwe knoop zijn nat tot matig nat, neutrale zuurgraad tot matig zuur en voedselarm tot zwak voedselrijk (Jalink en Jansen, 1995). Blauwe knoop is een kensoort van blauwgrasland (Jalink en Jansen, 1995). De toename van Blauwe knoop is in beeld gebracht voor de jaren 1989, 2001 en 2010.

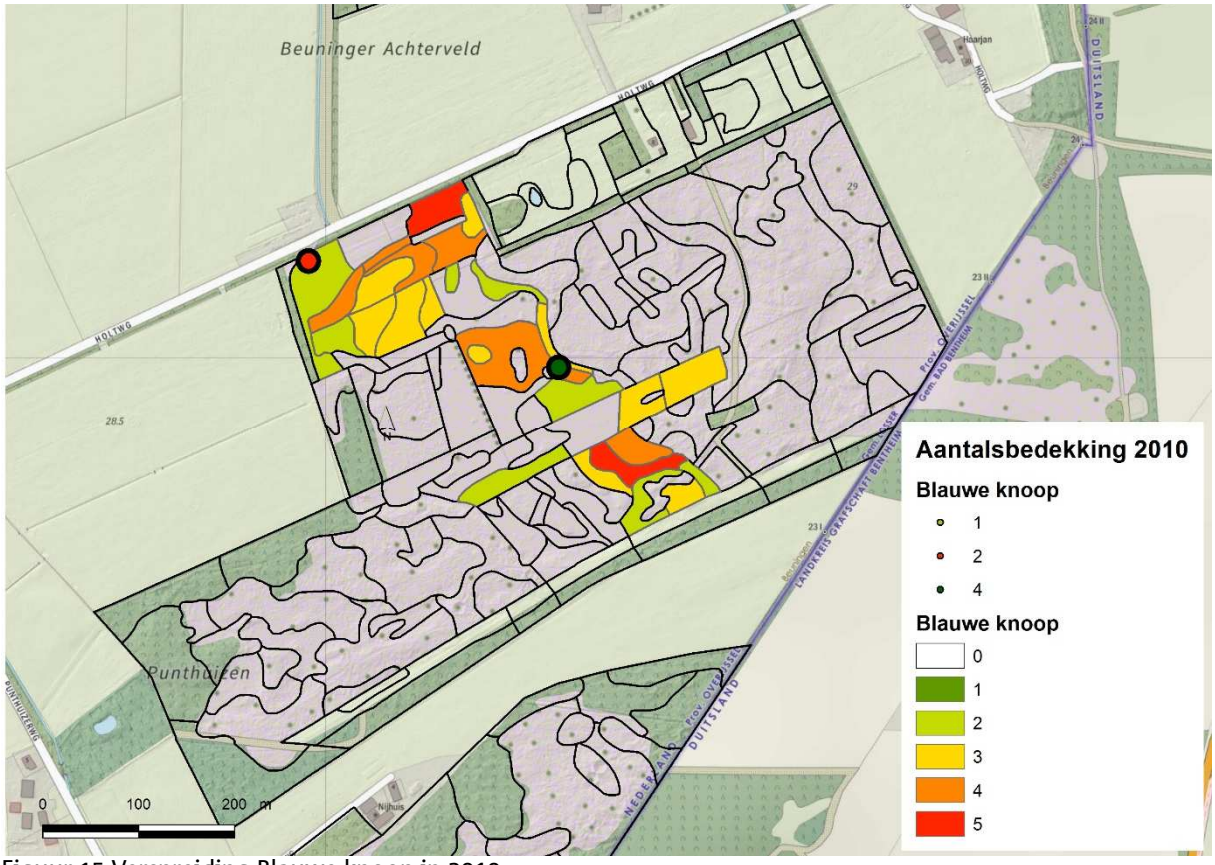
Blauwe knoop is een kensoort van relatief droge standplaatsen binnen het blauwgrasland. De soort is in eerste instantie beperkt tot de hogere delen van de noordelijke ontginning en de zuidoostelijke slenk (van Leeuwen, 1962 en Versteeg, 1965). De verspreidingspatronen van de soort bij de karteringen van 1989 en 2001 laten een vergelijkbaar beeld zien. De grote veranderingen zitten tussen 2001 en 2010. Voor de noord- en zuidzijde spelen zeker herstel- en verschralingsbeheer een rol. Bij toename zoals in de centrale slenk (zonder aanvullend herstelbeheer) kan de soort indicatief zijn voor verdroging (Aggenbach, Jalink en Jansen, 1995). Toename van Blauwe knoop wijst op verzuring en verdroging. Verder leidt een toename van Blauw knoop tot successie naar Borstelgras-verbond (heischraal grasland)(Jalink en Jansen, 1995) of de rompgemeenschap van blauwgrasland met Blauwe zegge en Blauwe knoop. Deze ontwikkeling gaat dan ten koste van de oppervlakte en kwaliteit van het blauwgrasland (H6410).



Figuur 13 Verspreiding Blauwe knoop in 1989



Figuur 14 Verspreiding Blauwe knoop in 2001



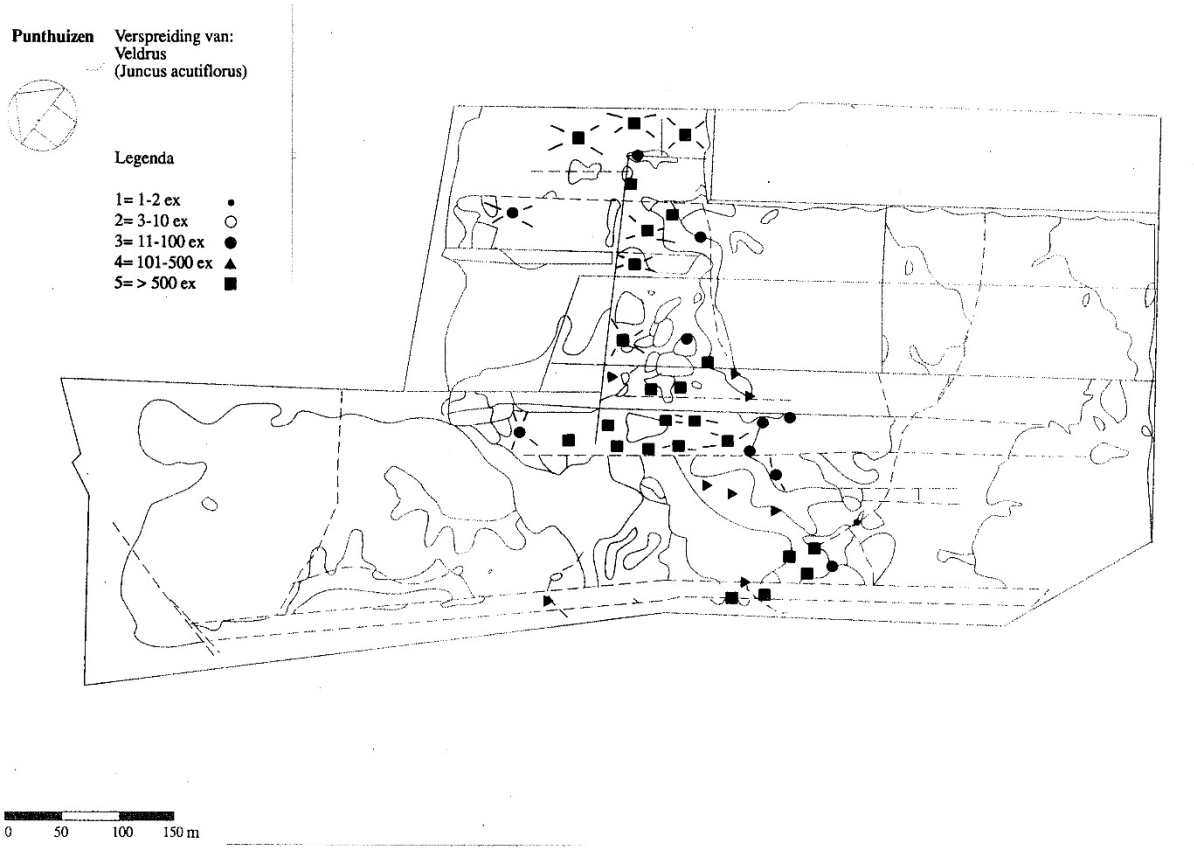
Figuur 15 Verspreiding Blauwe knoop in 2010

Veldrus

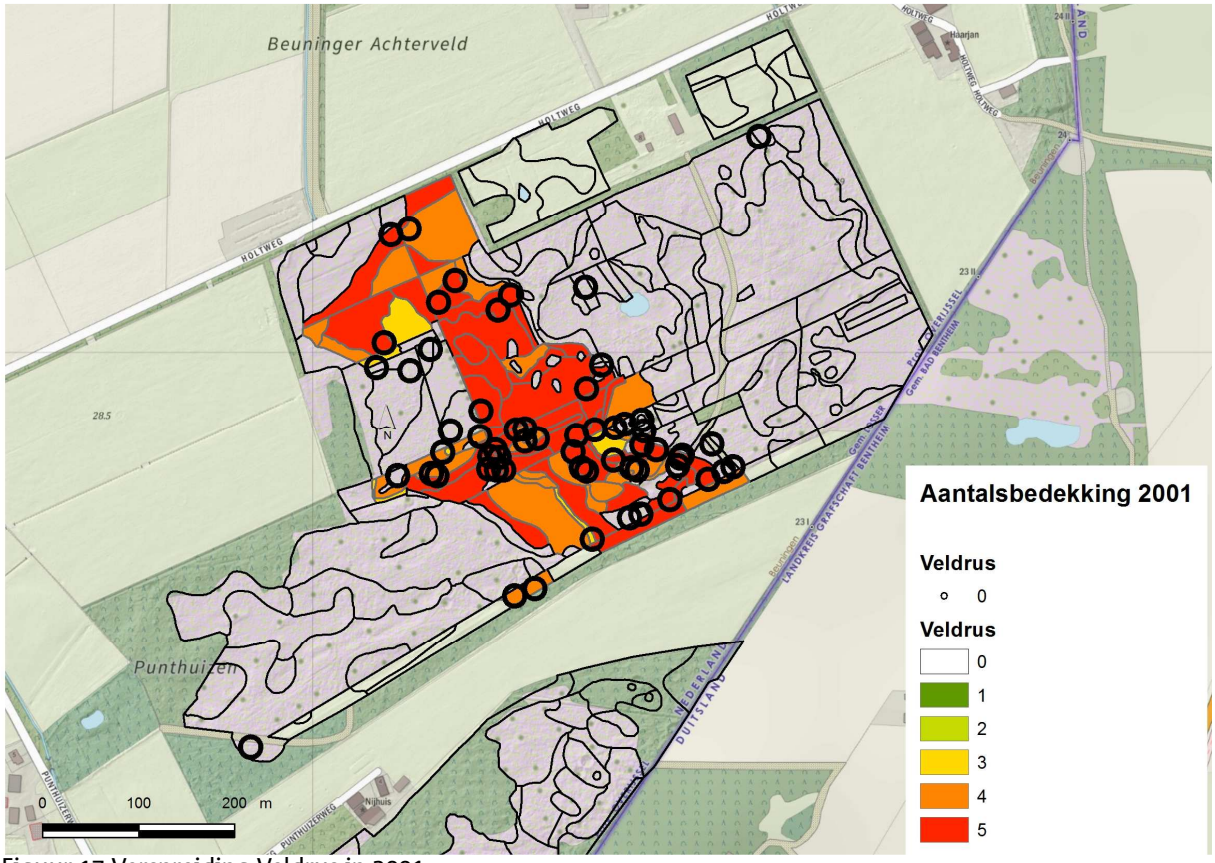
De standplaatscondities van Veldrus zijn nat tot matig vochtig, zwak zuur tot matig zuur en voedsel arm tot zwak voedselrijk (Jalink en Jansen, 1995). Hoewel Veldrus niet beperkt is tot het blauwgrasland, wordt de soort toch besproken omdat de soort vroeger voornamelijk voorkwam in het blauwgrasland (Van der Steeg, 1965; Van de Ven, 1958 en Wesselink et al., 1960). De toename van Veldrus is in beeld gebracht voor de jaren 1989, 2001 en 2010.

De soort wordt komt voor in de centrale laagte en de zuidoostelijke slenk. Eind jaren 1980 is de soort explosief uitgebreid in de vroegere ontginningen (Jansen, 1996). Ze komt zeer talrijk voor op de dekzandkoppen en –flanken in het westelijke deel van de zuidelijke ontginningen. In de noordelijke ontginning komt de soort nu voor op de koppen, langs greppels en op de overgang naar de centrale laagte (mogelijk speelt hier het dempen van de waterloop in 1986 een rol). Veldrus is in 1991 eveneens verschenen op de plagplek ten zuidwesten van de centrale laagte. Mogelijk wijzen de forse exemplaren van Veldrus aan de zuidzijde in Punthuizen op instroom van nutriëntenrijk oppervlaktewater uit de landbouwenclave, die daar zuidelijk van ligt.

Veldrus is indicatief voor kwel van basenarm water, toename wijst op verdroging en verzuring. Daar gaat blauwgrasland over in het minder basenminnende vegetatietype van de Veldrus-associatie (Jalink en Jansen, 1995). Deze ontwikkeling gaat in Punthuizen ten koste van het vegetatietype blauwgrasland. Blauwgrasland en de Veldrus-associatie zijn beide wel kwalificerend binnen het habitattype blauwgrasland, maar de Veldrus-associatie is basenarmer en soortenarmer.



Figuur 16 Verspreiding Veldrus in 1989



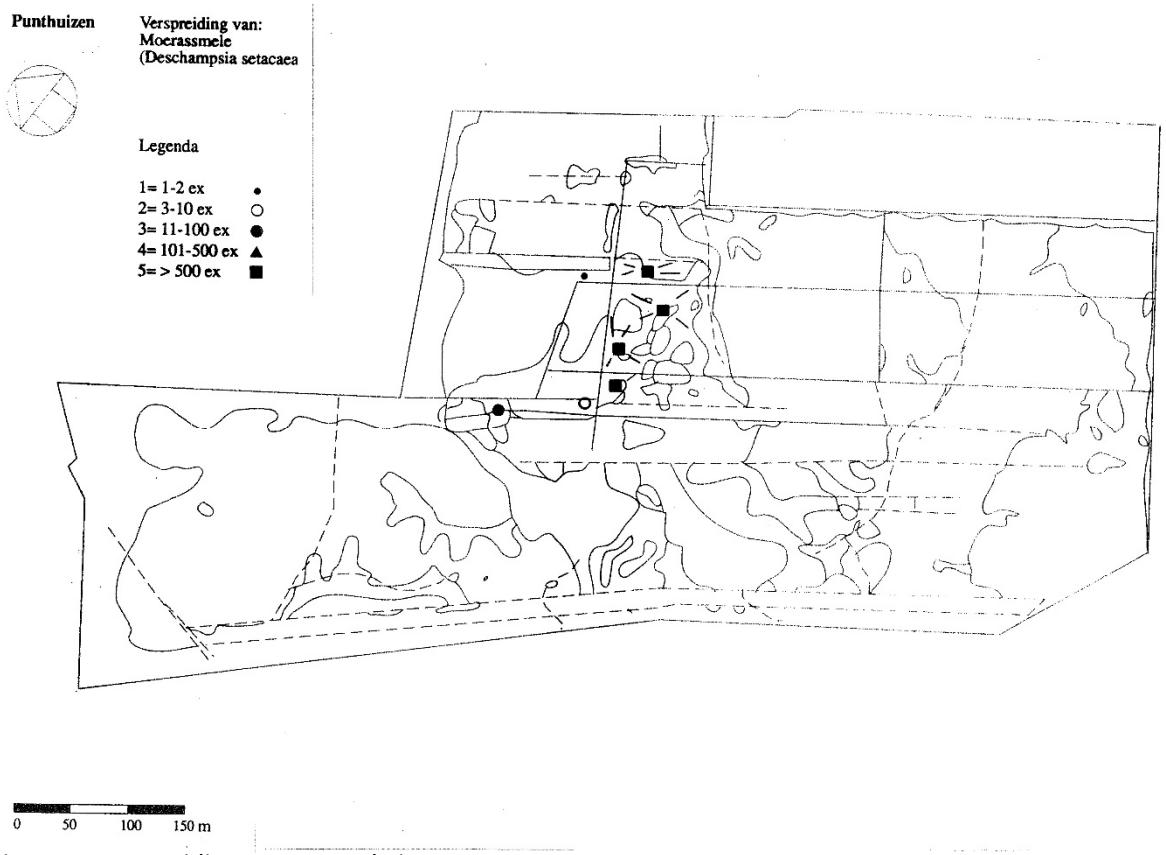
Figuur 17 Verspreiding Veldrus in 2001

Figuur 18 Verspreiding Veldrus in 2010

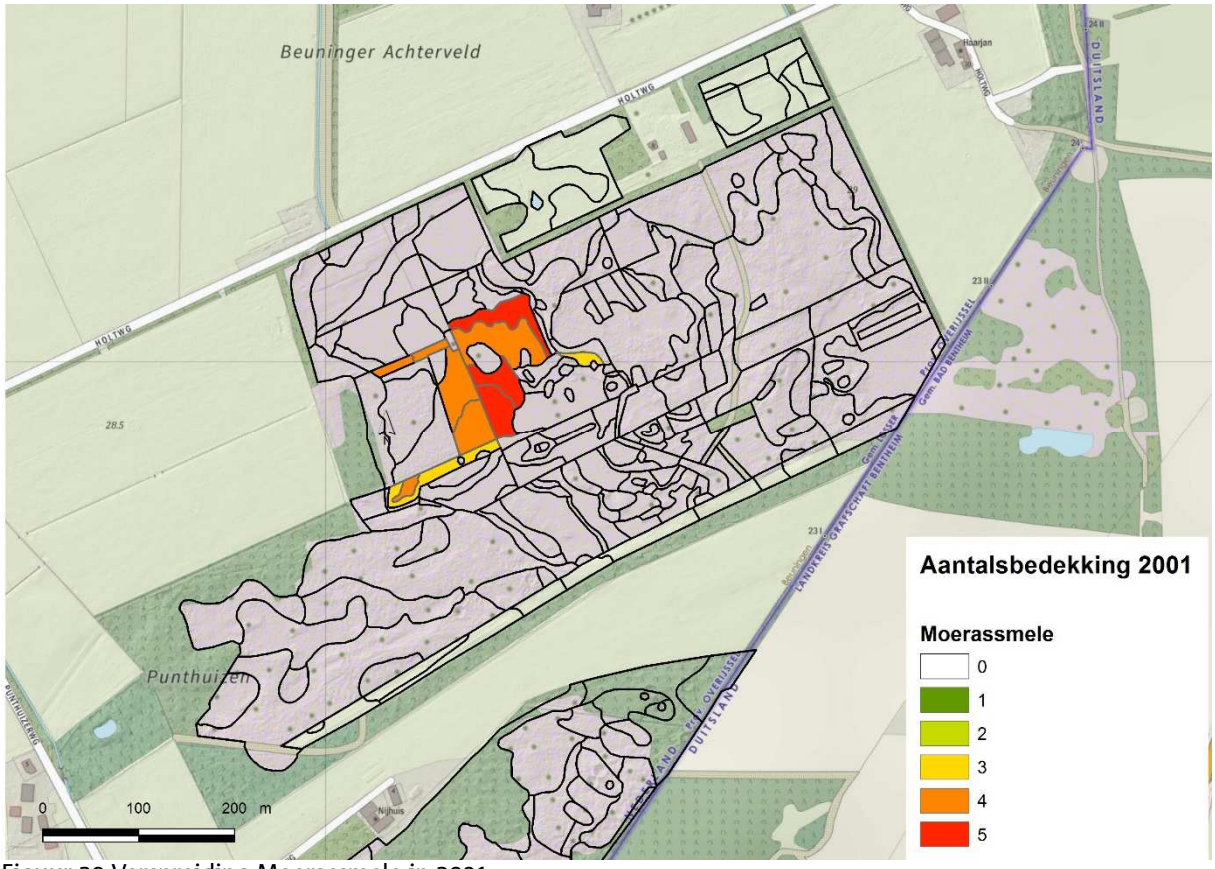
Het massaal voorkomen van Veldrus in Punthuizen leidt mogelijk gemakkelijk tot het identificeren van de Veldrus-associatie, terwijl het ook heischraal grasland met Veldrus kan zijn. Dit speelt waarschijnlijk op de flanken van de zuidoostelijke slenken, waar ook de zwak gebufferde standplaats van heischraal grasland ligt. Dat zou er toe kunnen leiden dat het habitattype heischraalgrasland in Punthuizen wel met een oppervlakte-eenheid aangegeven kan worden. Dit zou bij de volgende vegetatiekartering tot uiting kunnen komen. Uit de aanwezige soortensamenstelling is dit te verwachten (Jansen, 1996 en Horsthuis, 2017).

Zwakgebufferde vennen

Van de zwak gebufferde vennen komt in Punthuizen de associatie van Veelstengelige waterbies voor. Moerassmele en Veelstengelige waterbies zijn de kensoorten. De terreincondities voor Moerassmele zijn nat tot matig nat, inundatie korte duur tot matig lange duur, matige buffering en voedselarm (Aggenbach et al., 1998). Moerassmele lijkt een buitenbeentje in de zwak gebufferde vennen aangezien deze soort sterker reageert op buffering dan op inundatie en waterstanden (Aggenbach et al., 1998). In droge jaren neemt in de laagste delen de buffering toe door meer grondwaterinvloed op de rand van de geïnundeerde zone. Na plagbeheer van de met Pijpenstrootje en Hennegras gedomineerde delen is de soort van van 1989 tot 2010 geleidelijk toegenomen. Door plaggen is de concurrentie met dominante grassoorten weg genomen en dringt de invloed van gebufferd grondwater beter door tot in maaiveld.



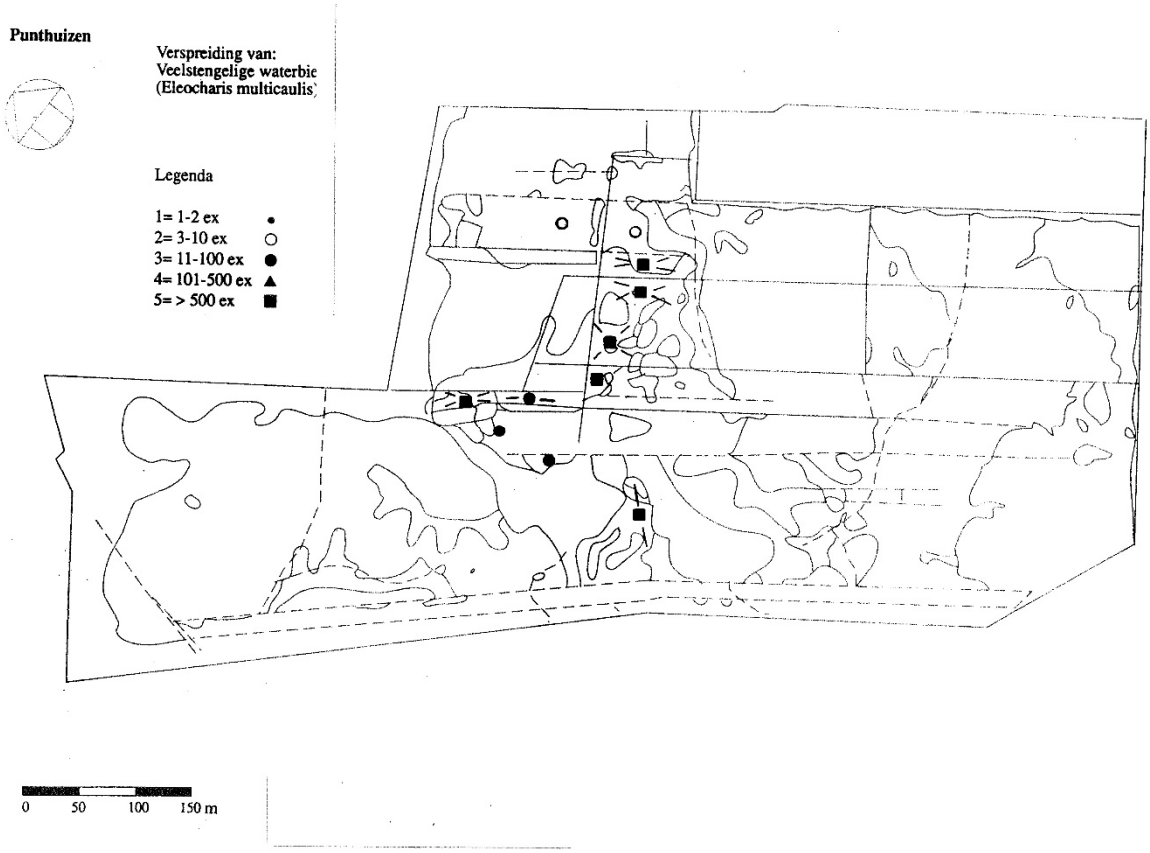
Figuur 19 Verspreiding Moerassmele in 1989



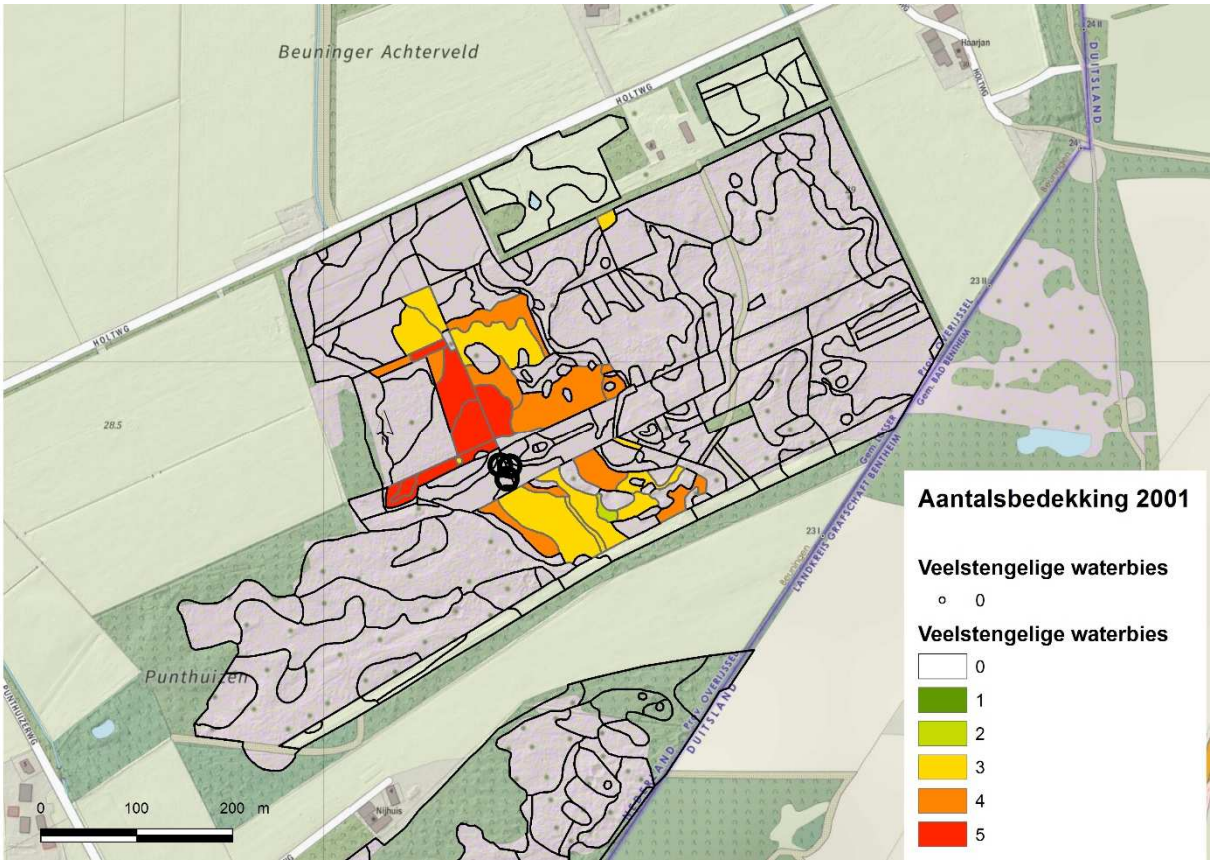
Figuur 20 Verspreiding Moerassmele in 2001

Figuur 21 Verspreiding Moerassmele in 2010

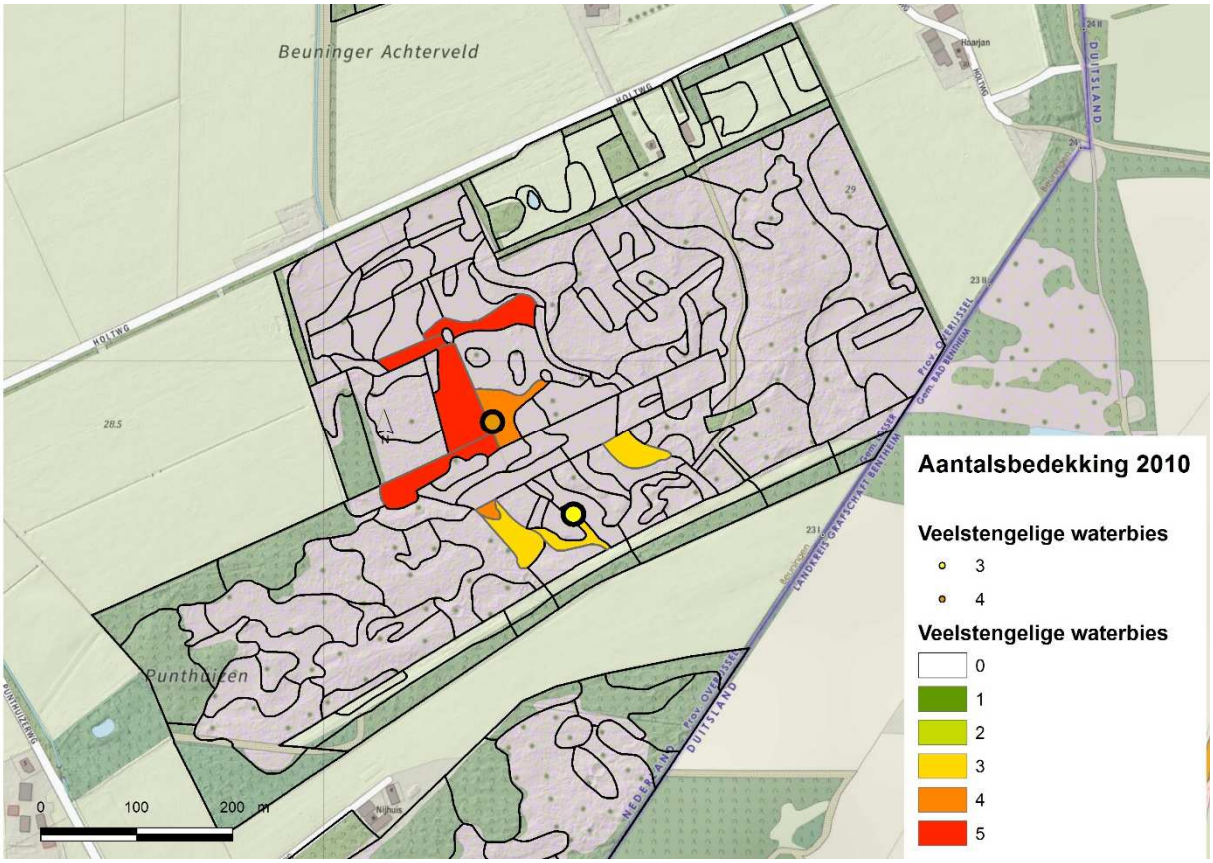
Oeverkruid is nagenoeg beperkt tot het laagste deel van de centrale slenk en heeft daar haar zwaartepunt in verspreiding (vegetatiekarteringen 1989, 2001 en 2010). De terreincondities zijn aquatisch tot matig nat, inundatie langdurig tot permanent (.70%), zeer zwakke tot zwakke buffering) en zeer voedselarm tot voedselarm. De soort is ondanks plagbeheer, waarbij je concurrentievoordeel ten opzichte van dominante grassen als Pijpenstrootje en Hennegras verbetert, verder afgenomen. Te korte inundatie speelt een belangrijke rol. De periode 2001 tot 2010 is een lange reeks van droge jaren (zie paragraaf 2.4).
Ook Veelstengelige waterbies heeft haar zwaartepunt in de centrale slenk. De terreincondities voor Veelstengelige waterbies zijn zeer nat tot matig nat, inundatie matig lange duur (30-70%) tot kortdurig (>0 - <30%), matige tot geen buffering en voedselarm tot zeer voedselarm (Aggenbach et al., 1998). Na plagbeheer is de soort in westelijke en zuidwestelijke richting toegenomen (vegetatiekarteringen 1989 en 2001). De periode 2001 tot 2010 is een lange reeks van droge jaren (zie paragraaf 2.5) waarin de verspreiding van Veelstengelige waterbies afgenomen. De veranderingen in verspreiding van Veelstengelige waterbies is in beeld gebracht voor de jaren 1989, 2001 en 2010.



Figuur 22 Verspreiding Veelstengelige waterbies in 1989



Figuur 23 Verspreiding Veelstengelige waterbies in 2001



Figuur 24 Verspreiding Veelstengelige waterbies in 2010

De venoeversoorten Stijve moerasweegbree en Ondergedoken moerasscherm (De Haan & Siebum,1987), Witte waterranonkel (begin jaren 1990), Pilvaren (begin jaren 1990) en Moerashertshooi (begin jaren 2000) zijn na plagwerkzaamheden verschenen, maar ook snel weer verdwenen. Moerashertshooi komt nog zeldzaam voor. Deze soorten zijn allen afhankelijk van inundatie met een matig lange duur (30-70%) tot langdurig - permanent (>70%), terwijl een soort als Moerassmele juist voorkomt bij inundatie van korte duur (0 - <30%) tot deels matig lange duur (30 - <70%) (Aggenbach et al., 1998). De kwaliteit van de zwak gebufferde vennen staat onder druk als gevolg van te kortstondige inundatie, terwijl een verbetering van de kwaliteit is voorzien in de opgave voor zwak gebufferde vennen (tabel 2).

Vochtige heiden en pioniervegetatie met snavelbiezen

De terreincondities voor de vochtige heide zijn nat tot vochtig, inundatie afwezig tot matig lange duur, matige tot geen buffering en (zeer) voedselarm (Aggenbach et al., 1998). In Punthuizen hebben de kritische kensoorten van vochtige heide o.a. Veenbies en Klokjesgentiaan goed stand kunnen houden (Croese, 1991 en Pranger en Tolman, 2011).Van de kenmerkende veenmossen is alleen Kussentjesveenmos op enkele plekken aanwezig (Pranger en Tolman, 2011). Van de associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies komt Witte snavelbies tot in 2001 voor. Moeraswolfsklauw is in 2010 nog waargenomen.. Beide soorten zijn het meest kritisch ten aanzien van vochttoestand van de associatie. Bruine snavelbies, Kleine zonnedauw en Blauwe zegge zijn tot in 2016 waargenomen (Horsthuis, 2017 bijlage 3). IJslands mos is waarschijnlijk als gevolg van zwaveldepositie verdwenen midden jaren 1980. Door successie van de plaglocaties is de kwaliteit van het habitattype Pioniervegetatie met snavelbiezen achteruit gegaan door het verdwijnen van Moeraswolfsklauw en Witte snavelbies. Het beeld van de trend in kwaliteit is voor de vochtige heide overwegend matig. In tabel 2 wordt de kwaliteit als matig tot lokaal goed weergegeven. Het aandeel Rompgemeenschap Pijpenstrootje is groot en wijst op verdroging. De kwaliteit van de pioniervegetatie met snavelbiezen is matig door het ontbreken van Witte snavelbies en weinig frequent voorkomen van Moeraswolfsklauwen het relatief veel voorkomen van Pijpenstrootje naast jonge Dopheide.

Draadgentiaan-associatie

De Draadgentiaan-associatie is een kritische pioniervegetatie, die in Punthuizen op plagplekken verschijnt als inslagvegetatie in een vegetatie van heischraal grasland en blauwgrasland (Eysink en de Bruijn, 1994). De terreincondities voor de kensoorten Draadgentiaan, Borstelbies en Wijdbloeiende rus

van de Draadgentiaan-associatie zijn matig nat, inundatie van korte duur tot matig lange duur, matig sterke buffering en voedselarm (Aggenbach et al., 1998).
Bernink (1916) heeft de vegetatie met eenjarige pioniers na plaggen uitvoerig beschreven. Van Leeuwen en Kleuver (1962) rapporteren over deze onbestendige pioniergemeenschap. Plagbeheer in het midden van de jaren 1980 leidt tot vestiging van eenjarige pioniers waaronder, Draadgentiaan, Dwergvlas, Wijdbloeiende rus en Borstelbies, maar ook soorten van meer bestendige basenrijkere milieus zoals Vetblad, Sierlijk vetmuur en Geelhartje (Eysink en de Bruijn, 1994). De meeste soorten zijn na plaggen slechts één jaar aanwezig. Dit hangt samen met te korte duur of achterwege blijven van inundatie en de korte periode van hoge grondwaterstanden (Jansen, 1996). In Punthuizen heeft zich na de Draadgentiaan-associatie plaatselijk heischraal grasland en veldrusschraalland gevestigd. De standplaatscondities grondwaterstanden en inundatie zijn hier voor blauwgrasland ongunstig. Plaggen onder niet optimale terreincondities vocht (grondwaterstanden en inundatie) leidt niet tot duurzaam herstel van blauwgrasland.

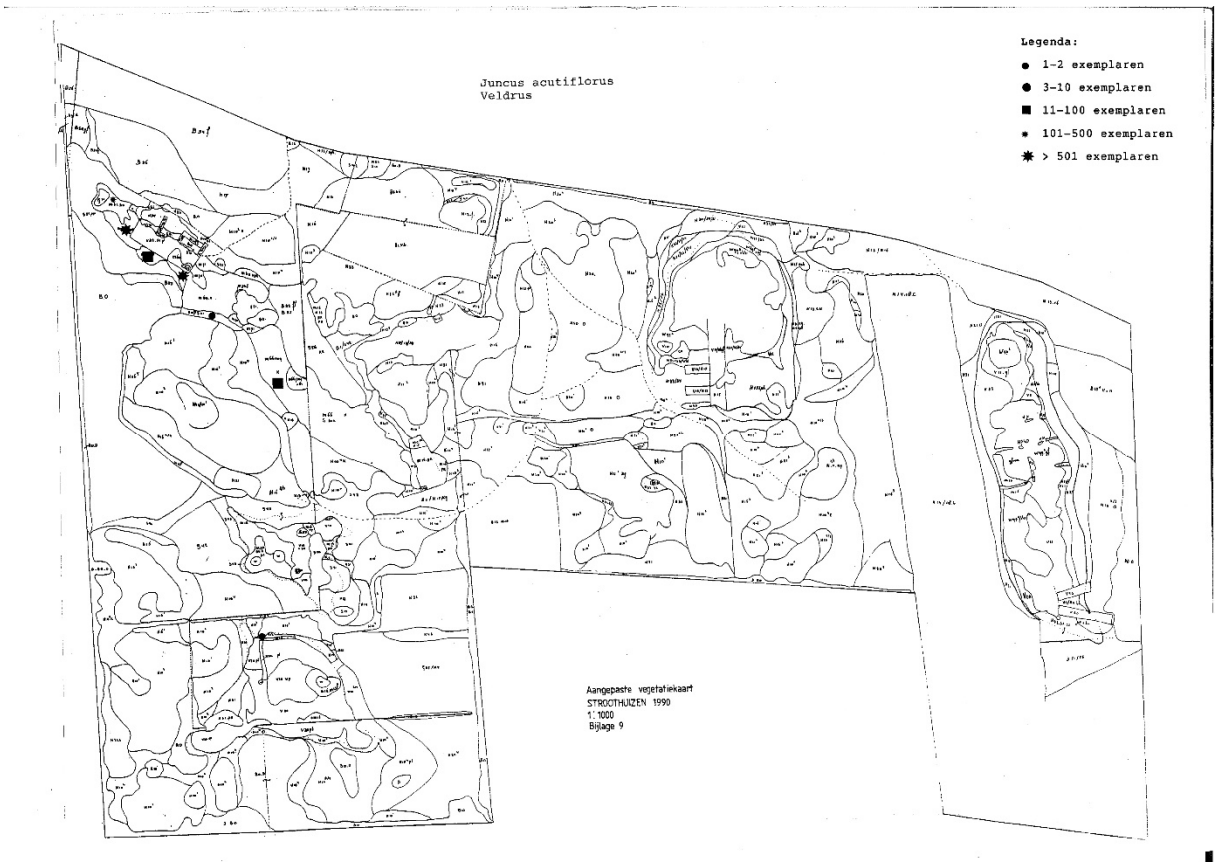
Voor een completer beeld van alle ontwikkelingen in de vegetaties en soortensamenstelling wordt verwezen naar Jansen (1996) de tabel in bijlage 3 (Horsthuis,2017).

Een nadere beschouwing op Stroothuizen

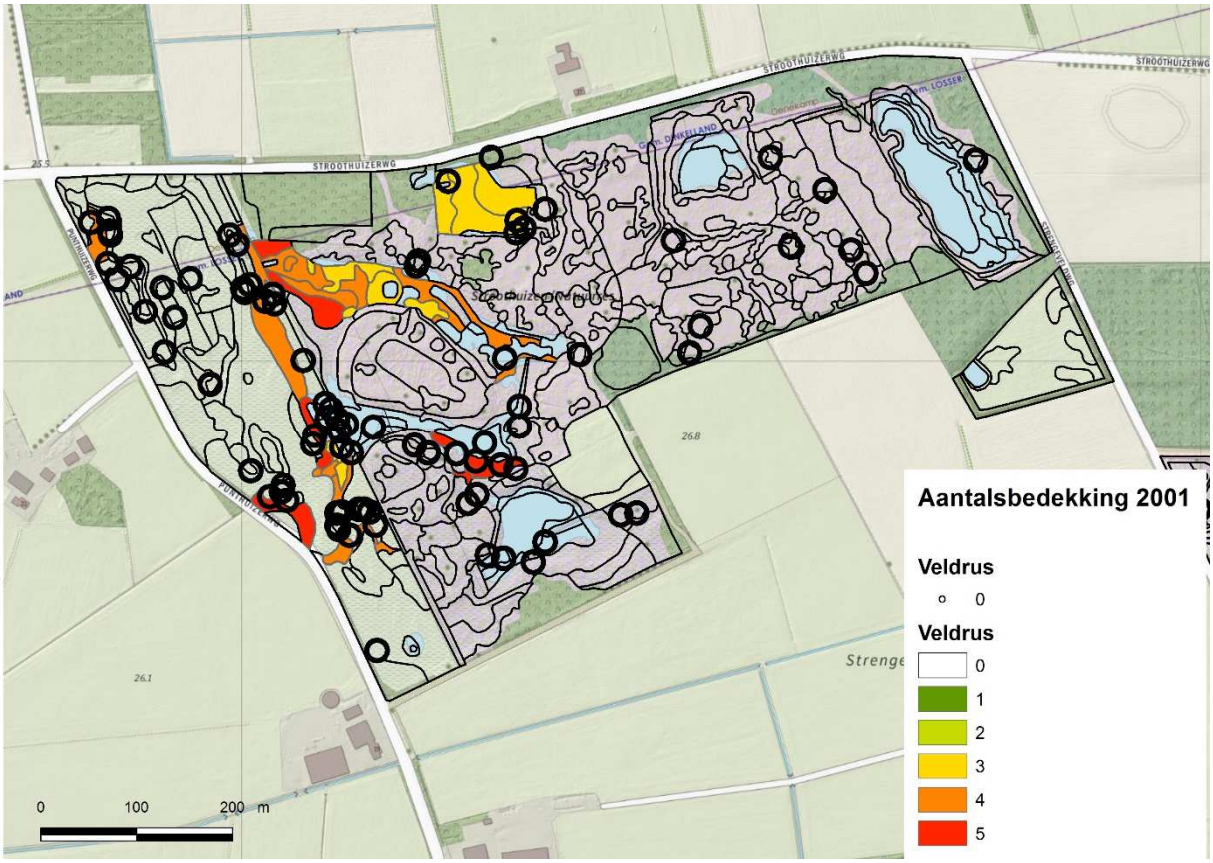
Blauwgraslanden

<u>Veldrus</u>

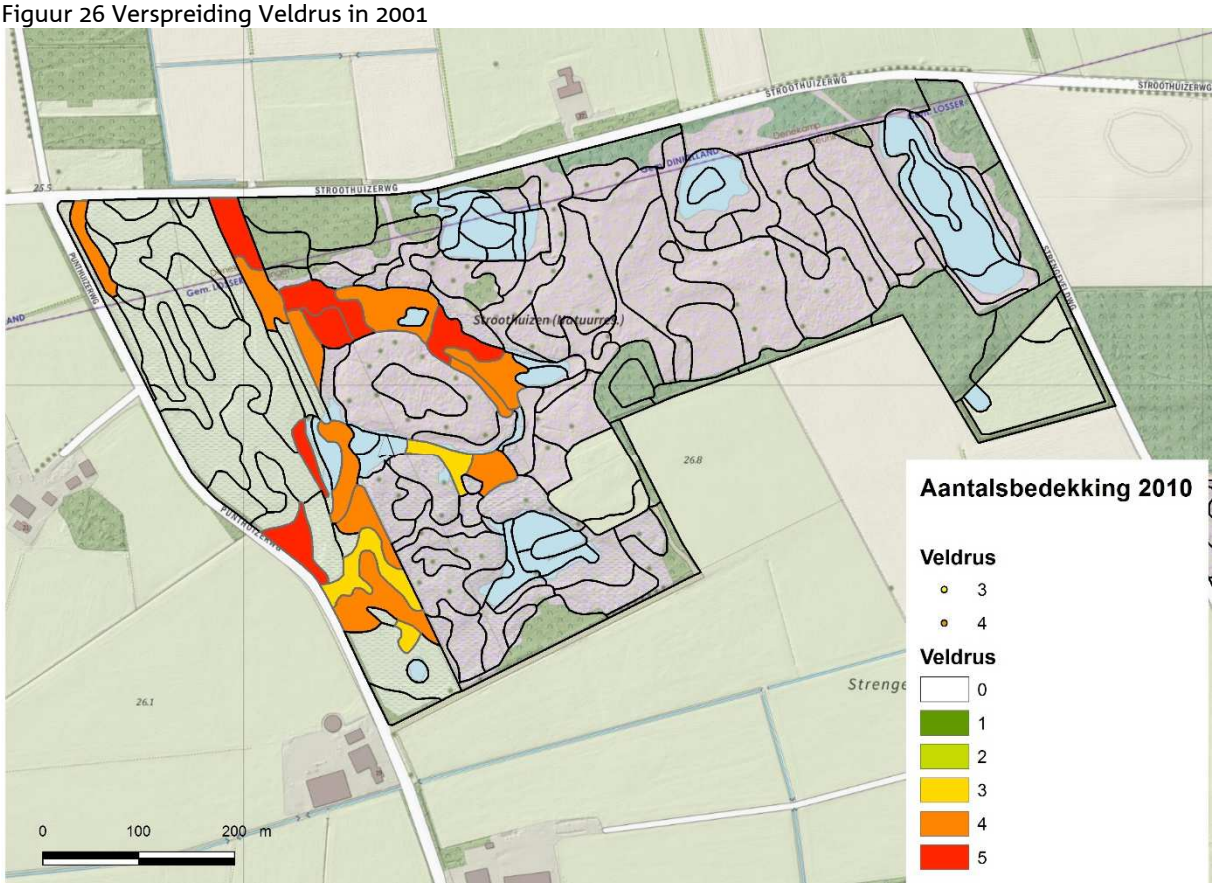
Veldrus komt in blauwgrasland voor, maar heeft een bredere verspreiding. De standplaatscondities van Veldrus zijn nat tot matig vochtig, zwak zuur tot matig zuur en voedsel arm tot zwak voedselrijk (Jalink en Jansen, 1995). Stroothuizen staat onder invloed van basenrijk grondwater (sub)regionaal en basenarmer grondwater (Jansen en Aggenbach, 1991). De invloed van basenrijk grondwater is echter zwak, waardoor blauwgrasland als vegetatietype niet meer voorkomt en vervangen is door een basenarmere variant namelijk veldrusschraalland (Aggenbach en Jansen, 2004). Veldrus heeft zowel in 1991, 2001 als in 2010 een ruime verspreiding binnen het gebied.



Figuur 25 Verspreiding Veldrus in 1989



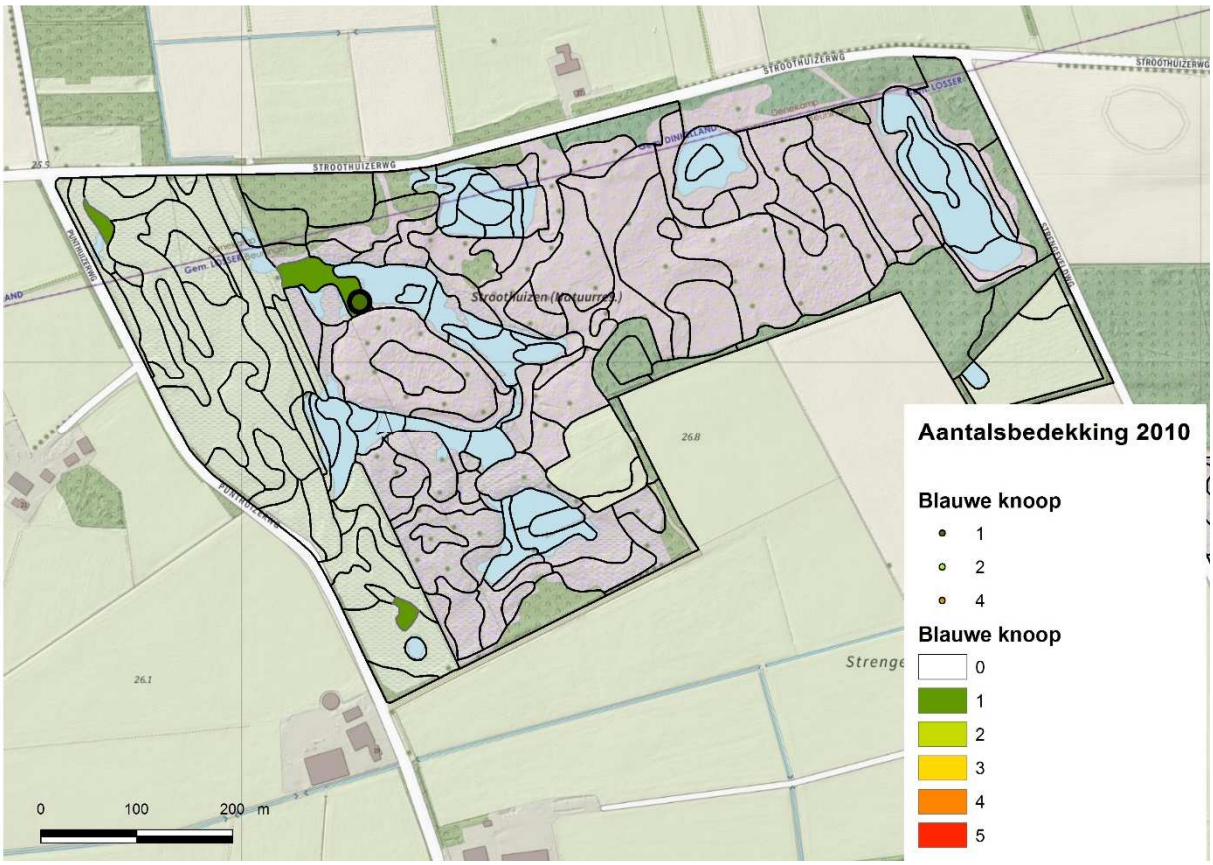
Figuur 26 Verspreiding Veldrus in 2001



Figuur 27 Verspreiding Veldrus in 2010

<u>Blauwe knoop</u>
Blauwe knoop is in 2001 niet waargenomen, maar wel direct ten westen van het natuurgebied in de wegberm van de Punthuizerweg. Dispersie heeft hoogst waarschijnlijk plaats gevonden vanuit die berm. Bij de kartering van 2010 is de soort op drie locaties in het gebied aangetroffen. In het noordwestelijke deel van het gebied hebben Veldrus, Blauwe knoop en Brede orchis, maar ook Veelbloemige veldbies,

Tormentil en Blauwe zegge geleid tot het voorkomen van veldrusschraalland, het basenarme en soortarme vegetatietype binnen het habitattype blauwgrasland. De verspreidingspatronen van Veldrus en Blauwe knoop in 2010 geven een impressie van de ontwikkelingen.

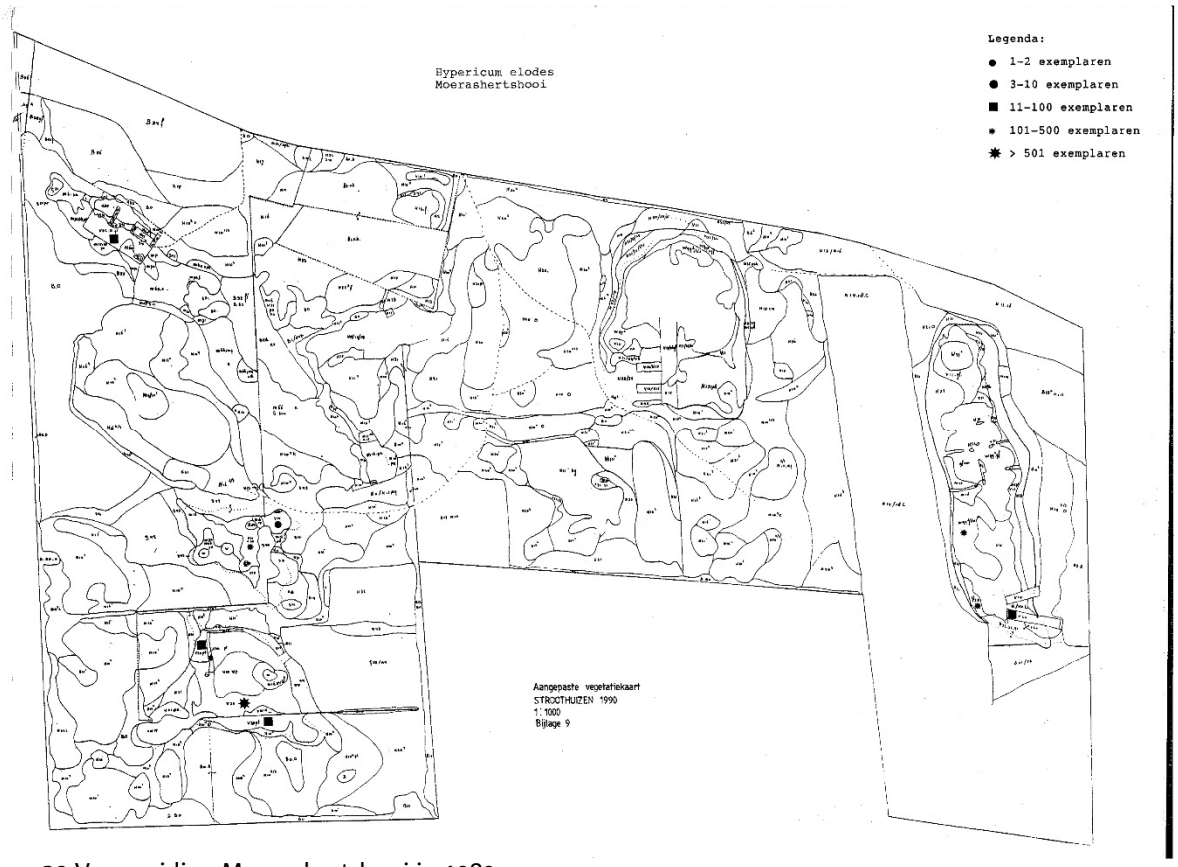


Figuur 28 Verspreiding Blauwe knoop in 2010

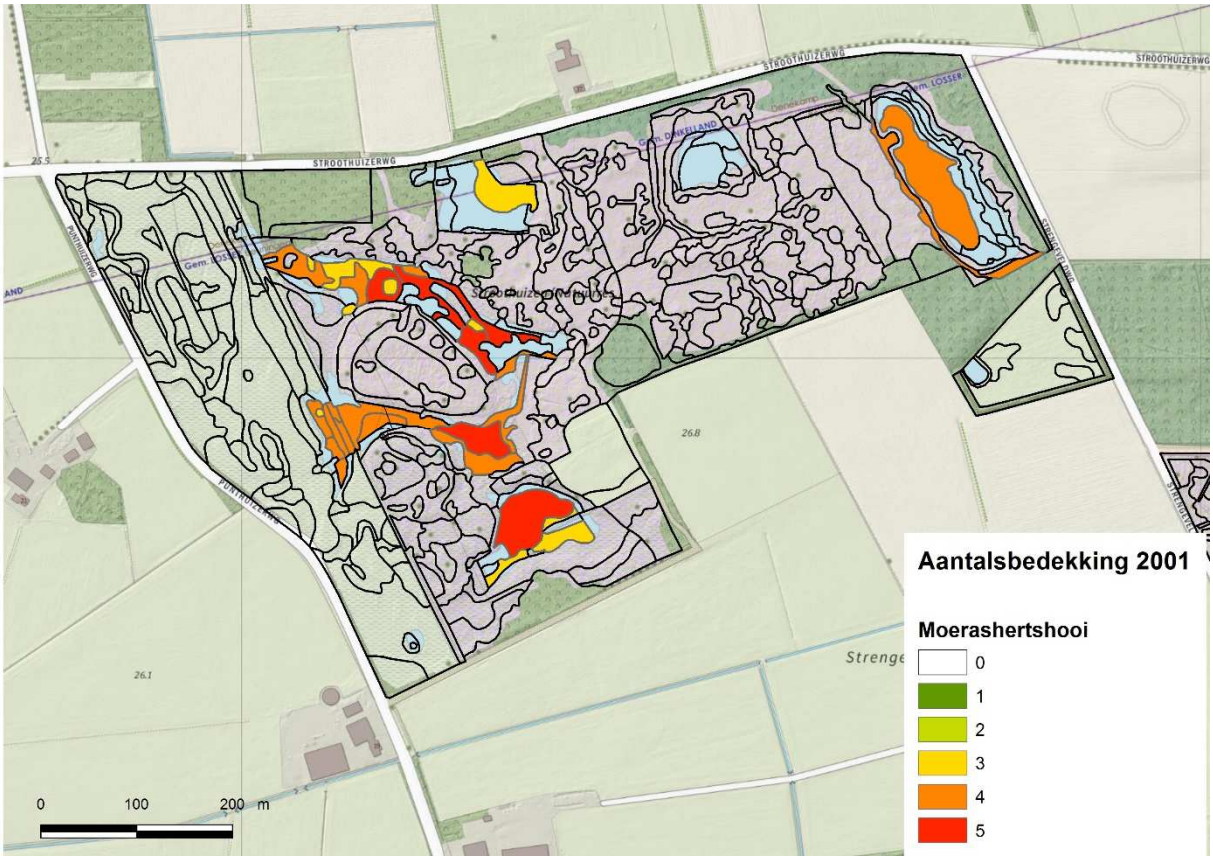
Herstel van het vegetatietype blauwgrasland komt niet echt op gang. Soorten als Spaanse ruiter, Parnassia, Vetblad, Sierlijk vetmuur (Krielparnassia) en Armbloemige waterbies zijn na plaggen en herinrichting perceel Groener (1994) verschenen, maar hebben nog niet geleid tot herstel van het vegetatietype blauwgrasland en kalkmoeras. Vleeskleurige orchis is na 1962 niet meer waargenomen. Ofschoon de grondwaterstanden voldoen aan de ecologische randvoorwaarden blijkt uit onderzoek van Aggenbach en Cirkel (2017a) dat de basenverzadiging voor blauwgrasland onvoldoende hoog is. Opvallend is dat de zure kleine zeggenvegetaties (de tegenhanger van het basen minnende kalkmoeras) het goed doen (zie Horsthuis, 2017). De trend in areaal is vanaf 1990 positief, maar de kwaliteit blijft hangen in de fase van de veldrus-associatie en gezien de geringe basenverzadiging (Aggenbach en Cirkel, 2017a) is de trend voor blauwgrasland/kalkmoeras als vegetatietype negatief en bevestigt de negatieve trend voor die kwaliteit in tabel 2 en ook in de tabel in bijlage 3 (Horsthuis, 2017 bijlage 3).

Zwakgebufferde vennen
In Stroothuizen liggen vele vennen en venachtige laagten. De vennen in het oostelijke deel zijn bekend als zeer zwak gebufferd. De terreincondities voor zeer zwak gebufferde vennen met Waterlobelia zijn zeer nat tot nat, inundatie langdurig tot permanent, zeer zwakke tot zwakke buffering en zeer voedselarm tot voedselarm (Aggenbach et al., 1998). Het meest oostelijke ven is in de jaren 1990/1991 opgeschoond en tot 1996 kwam hier een vegetatie met Waterlobelia voor. In die periode waren ook Drijvende egelskop, Oeverkruid, Moerashertshooi, Veelstengelige waterbies en Dwergzegge aanwezig. Door de twee droge winters voor het groeiseizoen 1996 heeft geen opbolling plaats gevonden in het intrekgebied. Daardoor was er geen aanvoer van zeer zwak gebufferd grondwater, waardoor verzuring is optreden en de soort is verdwenen. Daarna zijn ook de overige soorten geleidelijk aan verdwenen met uitzondering van de rompgemeenschap van Veelstengelige waterbies en waterveenmos. In beide oostelijke vennen is in 1962 Moerassmele aangetroffen (van der Voo, 1962) wat wijst op matig gebufferde omstandigheden (Aggenbach et al., 1998).
De vennen en slenken in het westelijke deel van Stroothuizen staan bekend om zwak gebufferde vennen. De terreincondities voor zwak gebufferde vennen zijn van aquatisch tot matig nat, inundatie van langdurig - permanent tot matig lange duur, matige tot bijna geen buffering en zeer voedselarm tot

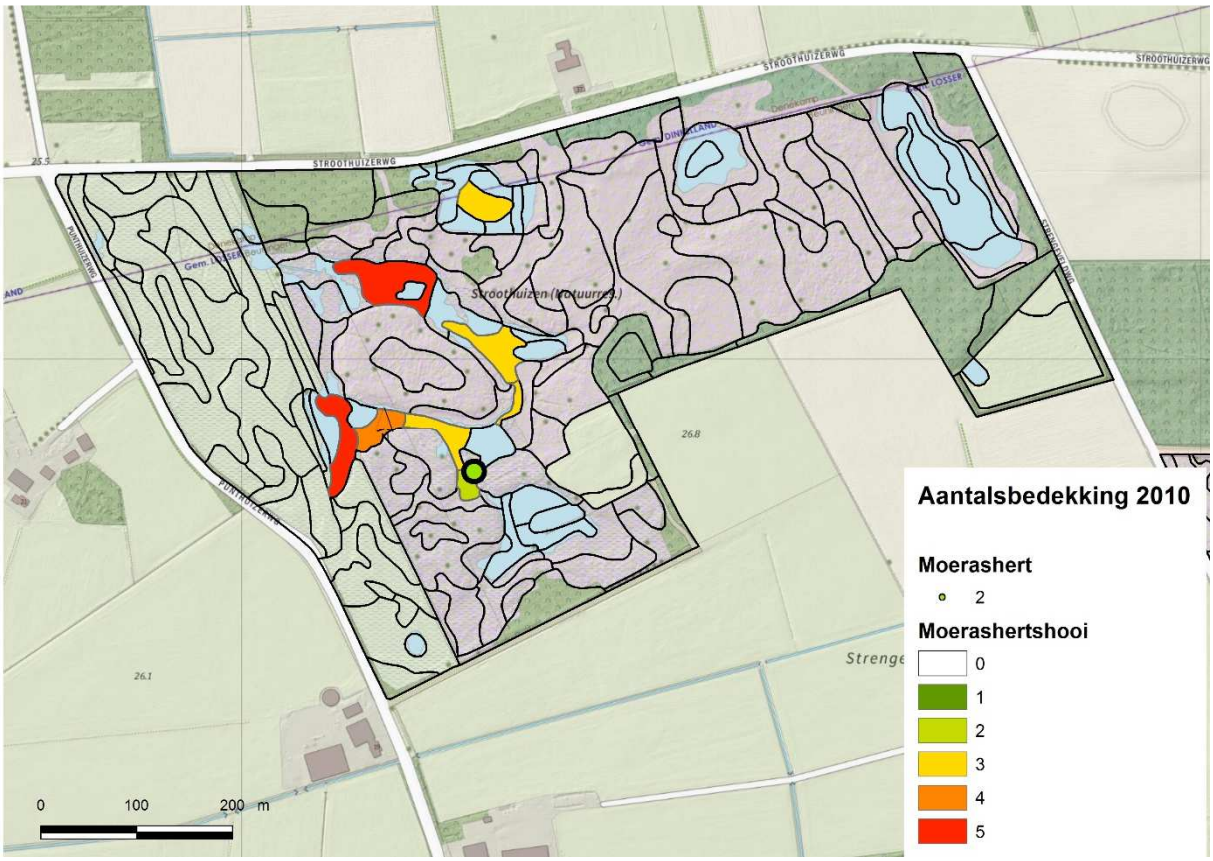
voedselarm (Aggenbach et al., 1998). De soortenrijkdom is groot geweest met soorten als Oeverkruid, Veelstengelige waterbies, Moerashertshooi, Ondergedoken moerasscherm, Vlottende bies, Klein blaasjeskruid, Drijvende waterweegbree, Duizendknoopfonteinkruid, Stijve moerasweegbree, Pilvaren en Witte waterranonkel. Deze soortenrijkdom is na plaggen en herinrichting perceel Groener (1993/1994) ontstaan en daarna geleidelijk afgenomen. Na 2010 treedt er een verdere verarming op (Horsthuis, 2017 in bijlage 3). Van Moerashertshooi, en Veelstengelige waterbies zijn verspreidingskaartjes gemaakt op basis van de vegetatiekarteringen 2001 en 2010. Het vergelijk tussen die perioden laat zien dat Moerashertshooi in het oostelijke deel van het gebied geheel is verdwenen en in het westelijke deel is afgenomen, wat hier wijst op verdroging en verzuring.



Figuur 29 Verspreiding Moerashertshooi in 1989



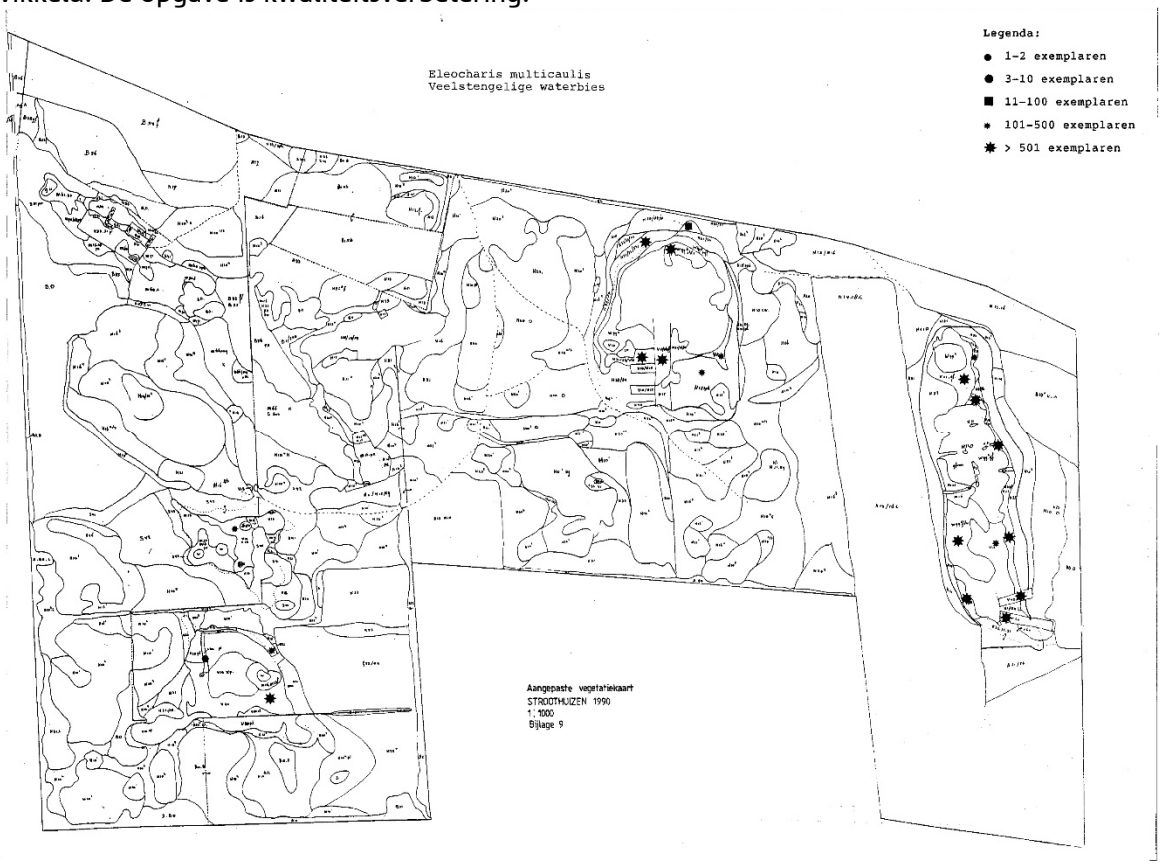
Figuur 30 Verspreiding Moerashertshooi in 2001



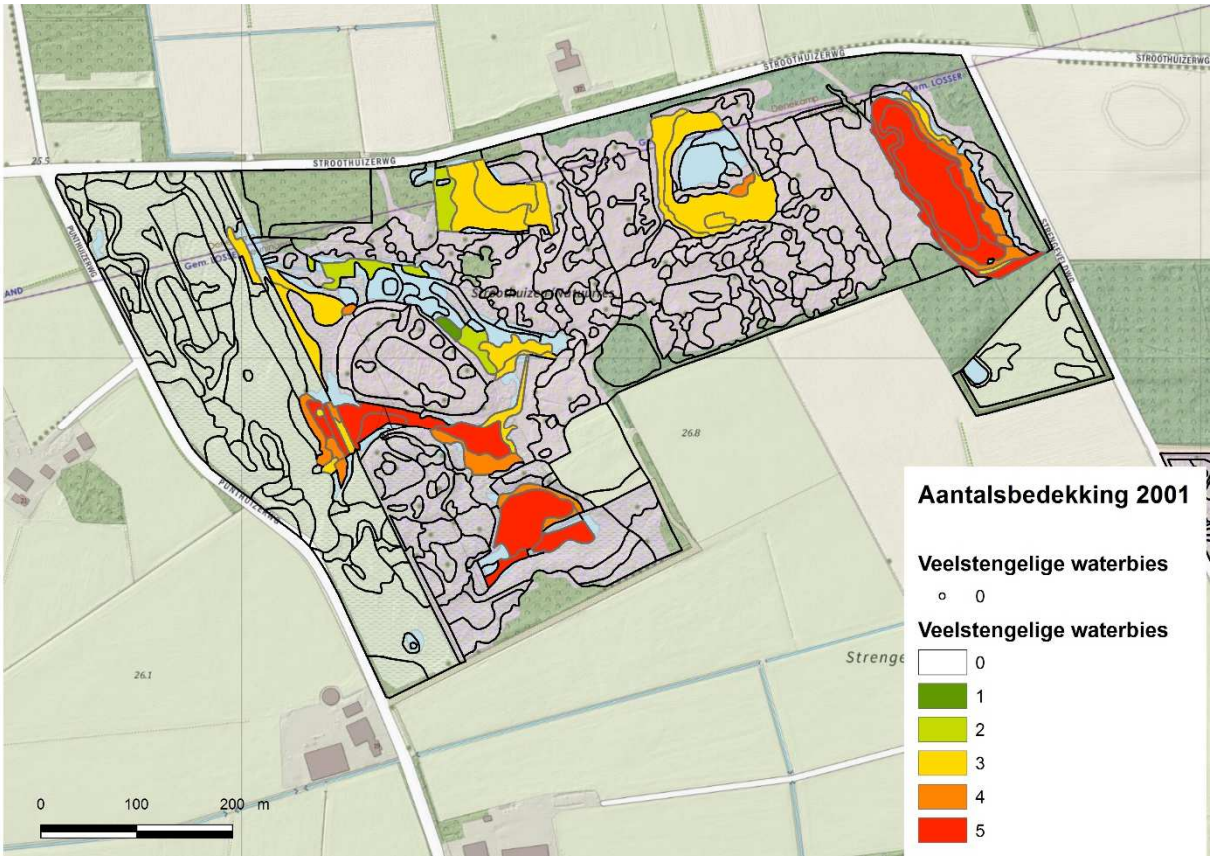
Figuur 31 Verspreiding Moerashertshooi in 2010

De toename van Veelstengelige waterbies is in beeld gebracht voor de jaren 1989, 2001 en 2010. Uit de range van zwak gebufferde vennen kan Veelstengelige waterbies en Moerashertshooi tot op de minst gebufferde standplaatsen onder voldoende natte omstandigheden goed uit de voeten. Veelstengelige waterbies neemt tussen 2001 en 2010 toe. Dat heeft ertoe geleidt dat op vele plekken nu de

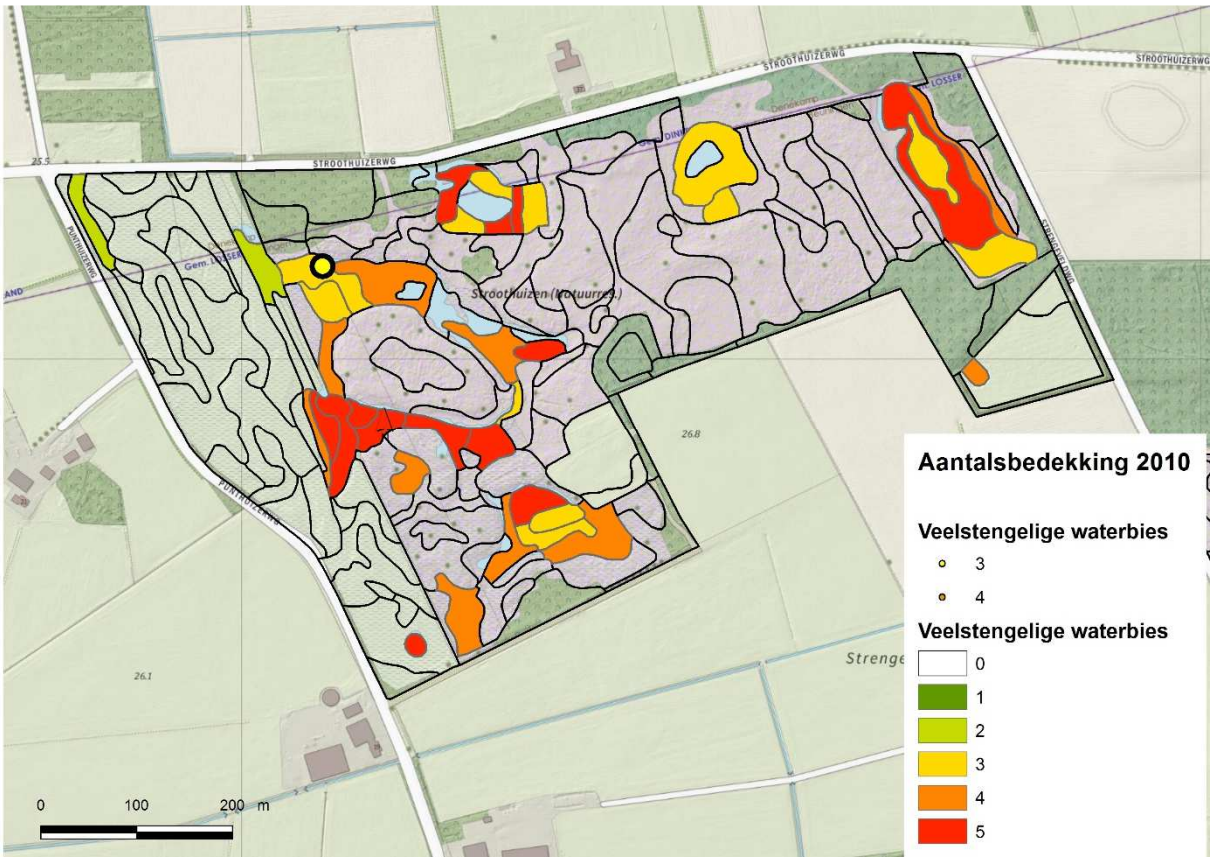
Rompgemeenschap van Veelstengelige waterbies en waterveenmos voorkomt. Vlottende bies laat tussen 2001 en 2010 een achteruitgang zien. Ondanks voldoende vochtige omstandigheden is de buffering van de zwak gebufferde vennen evenals bij de blauwgraslanden een knelpunt. Dat blijkt uit het onderzoek van Aggenbach en Cirkel (2017a). De trend is overwegend matige kwaliteit, lokaal goed ontwikkeld. Dit komt mogelijk door een combinatie van te geringe basenverzadiging en te hoge stikstofdepositie. In tabel 2 wordt nog gesproken over overwegend goede kwaliteit, lokaal matig ontwikkeld. De opgave is kwaliteitsverbetering.



Figuur 32 Verspreiding Veelstengelige waterbies in 1989



Figuur 33 Verspreiding Veelstengelige waterbies in 2001



Figuur 34 Verspreiding Veelstengelige waterbies in 2010

Vochtige heiden en Pioniervegetatie met snavelbiezen

De terreincondities voor de kenmerkende soorten van vochtige heide zijn nat tot vochtig, inundatie afwezig tot matig lange duur, matige tot geen buffering en (zeer) voedselarm (Aggenbach et al., 1998). De vochtige heiden zijn in Stroothuizen goed ontwikkeld. Met uitzondering van IJslands mos (zwaveldepositie) zijn alle soorten in de trendperiode 1944-2016 aanwezig met o.a. Veenbies, Klokjesgentiaan, Beenbreek en Lavendelheide, maar ook de drie kenmerkende veenmossen: Kussentjesveenmos, Week veenmos en Zacht veenmos. Ook de pioniervegetatie met snavelbiezen zijn rijk ontwikkeld (Horsthuis, 2017). Plaggen en vernatting door herinrichting perceel Groener (1993/1994) en plaggen in het bestaande natuurgebied hebben een positief effect gehad Aggenbach en Jansen, 2004). In Stroothuizen is de trend voor de vochtige heide overwegend een goede ontwikkeling en lokaal matige kwaliteit (Pranger en Tolman, 2011). In tabel 2 wordt nog gesproken over overwegend matige ontwikkeling, lokaal goede ontwikkeling. De trend voor de pioniervegetatie met snavelbiezen is voor het areaal overeenkomstig tabel 2 positief en de ontwikkeling van de kwaliteit is eveneens positief (Pranger en Tolman, 2011).

Heischrale graslanden

Het Natura 2000-gebied Punthuizen Stroothuizen is aangewezen voor het habitattype Heischrale graslanden. Echter, dit habitattype is niet opgenomen in de huidige habitattypenkaart. In 2016 is een hoge rijkdom aan soorten van heischrale graslanden in Stroothuizen waargenomen (Horsthuis, 2017 in bijlage 3). Deze soortenrijkdom is zelfs groter dan in het verleden. De vestiging en verspreiding heeft er nog niet toe geleidt dat de soorten als vegetatiekundige eenheid zijn te onderscheiden. De ontwikkelingen in de heischrale soorten speelt zich vooral af in het westelijke deel van Stroothuizen. Het verspreidingspatroon van Stijve ogentroost en Blauwe knoop in 2010 laat dat goed zien (bijlage 3). De zwak gebufferde omstandigheden kunnen nog het gevolg zijn van de bufferende meststoffen van het voormalig landbouwkundig gebruik. Wanneer dat het geval is dan ligt een ontwikkeling richting heide meer voor de hand. Bij de volgende vegetatiekartering zal blijken hoe de ontwikkelingen verder gaan.

Draadgentiaan-associatie

De Draadgentiaan-associatie is een kritische pioniervegetatie, die in Stroothuizen op plagplekken is verschenen waar een beekdalvegetatie met dominantie van Hennegras is geplagd (Eysink en de Bruijn, 1994). De terreincondities voor de kensoorten Draadgentiaan, Borstelbies en Wijdbloeiende rus van de Draadgentiaan-associatie zijn matig nat, inundatie van korte duur tot matig lange duur, matig sterke buffering en voedselarm (Aggenbach et al., 1998).
Bernink (1916) heeft de vegetatie met eenjarige pioniers al uitvoerig beschreven. Plagbeheer in 1988 tot 1991 leidt tot vestiging van eenjarige pioniers waaronder, Draadgentiaan, Dwergvlas, Wijdbloeiende rus en Borstelbies, maar ook soorten van meer bestendige basenrijkere milieus zoals Vetblad en Sierlijk vetmuur (Eysink en de Bruijn, 1994). Onder invloed van inundatie en langere perioden van hoge grondwaterstanden houden dergelijke pioniervegetaties stand (Eysink en de Bruijn, 1994). In Stroothuizen zijn de ontwikkelingen richting zure kleine zeggen vegetaties gegaan, terwijl de ontwikkelingen en verwachtingen richting blauwgrasland hoog gespannen waren (Eysink en de Bruijn, 1994). Aggenbach en Cirkel (2017a) constateren een geringe basenverzadiging. Ondanks de huidige gunstige grondwaterstanden en voldoende inundatie is plaggen onder onvoldoende gebufferde omstandigheden niet gunstig voor duurzaam herstel van blauwgrasland.

Voor een completer beeld van alle ontwikkelingen in de vegetaties en soortensamenstelling wordt verwezen naar Jansen (1991), de Boo, (1996), Eysink et al., (2001) en de soortentabel in bijlage 3 (Horsthuis,2017).

Een nadere beschouwing op Beuninger Achterveld

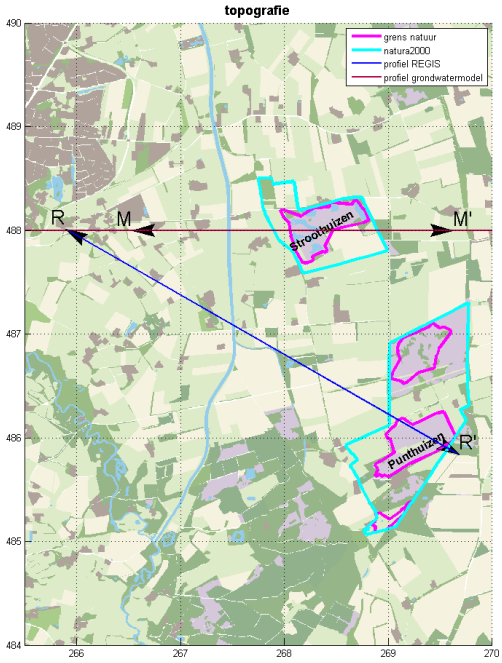
Vochtige heiden en Pioniervegetatie met snavelbiezen

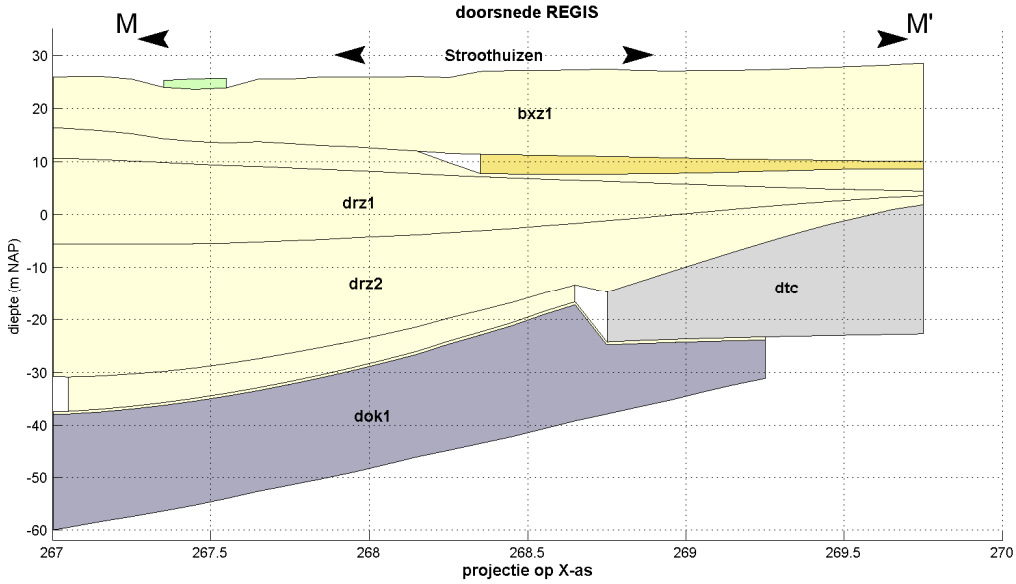
De terreincondities voor de kenmerkende soorten van vochtige heide zijn nat tot vochtig, inundatie afwezig tot matig lange duur, matige tot geen buffering en (zeer) voedselarm (Aggenbach et al., 1998). Net als in Punthuizen ontbreken hier de kenmerkende veenmossen van de vochtige heide. Klokjesgentiaan en Veenbies zijn schaars. Opvallend is de (her) vestiging van de kritische soort Beenbreek. De pioniervegetatie met snavelbiezen heeft zich op geplagde delen ontwikkeld. Overeenkomstig tabel 2 is de kwaliteit van de vochtige heide overwegend matig ontwikkeld, lokaal goed ontwikkeld en de trend in areaal en kwaliteit negatief (vegetatiekarteringen 1989, 2001, 2010). De

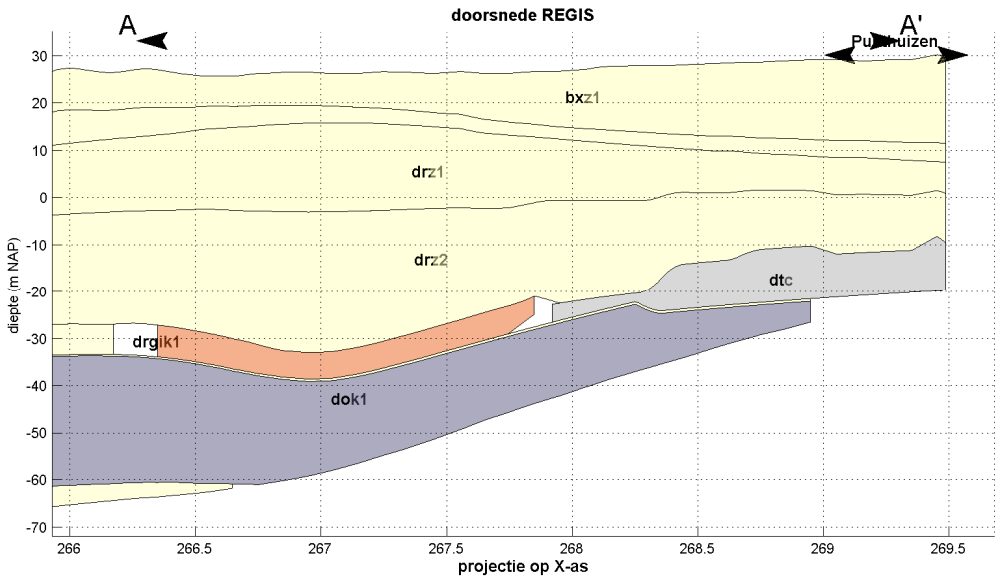
pioniervegetatie met snavelbiezen is met Bruine snavelbies en Kleine zonnedauw matig ontwikkeld. De trend in areaal is gelijk en de kwaliteit is negatief (vegetatiekarteringen 1989, 2001, 2010). Pijpenstrootje heeft namelijk al een hoge presentie op de relatief jonge plagplekken en Moeraswolfsklauw en Witte snavelbies ontbreken (waarnemingen, Eysink 2016).
De historische rijkdom is aanzienlijk groter geweest (Horsthuis, 2017 in bijlage 3). Naast droge en vochtige heide zijn soorten van heischrale graslanden, blauwgraslanden, zure kleine zeggen en zelfs kalkmoeras in dit gebied aangetroffen (Jansen, 1996).
Voor een completer beeld van alle ontwikkelingen in de vegetaties en soortensamenstelling wordt verwezen naar Jansen (1996) en de soortentabel in bijlage 3 (Horsthuis,2017).

2.3 Geohydrologie, grond- en oppervlaktewater

De geohydrologische opbouw van het gebied bestaat uit een goed doorlatend zandpakket met een dikte variërend tussen de 25-40 meter op een slecht doorlatende basis van zandsteen in het zuidelijke deel van het gebied en klei in het noordelijke deel. De dikte van het watervoerend pakket neemt vanaf het zuidoosten (Punthuizen) naar het noordwesten toe. De hydrologische basis van het systeem wordt gevormd door zandsteen uit het Krijt en klei (formatie van Dongen) uit het Tertiair. Bovenop deze afzettingen bevinden zich lokaal dunne lagen keileem die onder invloed van landijs in het Saalien zijn gevormd. Bovenop deze afzettingen bevinden zich zanden die behorende tot de formatie van Drenthe. Deze dikte van deze zandlaag varieert. Ter hoogte van Punthuizen is deze zandlaag circa 10 meter dik en de dikte neemt in noordwestelijke richting toe tot circa 35 meter. De formatie van Drenthe wordt afgedekt door veelal zandige afzettingen behorend tot de formatie van Boxtel. Deze dekzanden worden plaatselijk gescheiden van de onderliggende zanden door dunne kleilagen behorend tot de formatie van Boxtel. De dikte en verbreiding van deze kleilagen is variabel. Met name rondom Stroothuizen zijn deze lagen in boringen aangetroffen (Jansen, 1991). In figuur 35 is een tweetal dwarsdoorsnedes uit Regis opgenomen met daarin de verschillende geologische lagen die voorkomen in het gebied.







Figuur 35 Geologische dwarsdoorsnedes(Regis)

Ter hoogte van Stroothuizen is de geologische opbouw complexer. Door kleilagen op verschillende dieptes zijn hier 2 watervoerende pakketten te onderscheiden. Aan de westzijde van Stroothuizen wordt de dikte van het watervoerende pakket abrupt dunner waardoor kwel aan het oppervlak komt.
Voor alle gebiedsdelen is de regionale grondwaterstroming zuidoost – noordwest gericht. Deze grondwaterstroming is, zeker in de zomerperiode, dominant. Naast de (sub)regionale invloed van het grondwater speelt ook lokale grondwaterinvloed een belangrijke rol. Het gaat dan om opbolling en afstroming van relatief jong grondwater van dekzandruggen en –kopjes naar lagere gebiedsdelen (bestaande uit slenken, kommetjes en vennen) (Jansen 1996; Jansen en Aggenbach 1991; Bor 2017).

Binnen de lager gelegen delen van Stroothuizen (centrale slenk) en Punthuizen (centrale laagte) treedt in de winterperiode toestroom van basenrijk grondwater op (Jansen, 1996; Jansen en Aggenbach 1991). Op deze plekken bevindt zich het blauwgrasland. Deze laagst gelegen stukken inunderen in de winter met een mix van basenrijk grondwater en regenwater. De drempel aan de noordzijde van de laagte bepaalt het inundatieniveau. In Punthuizen is de invloed van basenrijk grondwater het grootste aan de rand van de geïnundeerde terreindelen. In Stroothuizen treedt afvoer over maaiveld op waardoor invloed van gebufferd water zich in de laagste terreindelen bevindt. Ook hier bevinden zich enkele drempels binnen de slenken die het afvoerniveau bepalen.

Het samenspel van (sub)regionaal grondwater en lokaal grondwater op een zwak glooiend reliëf is de basis van een grote variatie aan vegetatietypen van hoog naar laag met droge heide, vochtige heide, heischraalgrasland, veldrusschraalland, blauwgrasland en zwak gebufferde vennen.
Deze vegetatietypen komen in de deelgebieden Punthuizen en Stroothuizen het rijkst ontwikkeld voor inclusief de basenminnende vegetaties van veldrusschraalland, blauwgrasland, zwak gebufferde venvegetaties en inslag van kalkmoeras. Deelgebied Beuninger Achterveld wordt gekenmerkt door droge, vochtige heide en enkele schraallandjes. Op de laagste delen wijst Hennegras op basenrijkere omstandigheden.

Sloten, beken (Rammelbeek en Puntbeek) en het Omleidingskanaal van de Dinkel beïnvloeden grondwaterstromingen en grondwaterstanden op de landbouwgronden, maar ook de drie deelsystemen worden hierdoor beïnvloed. Een overzicht van de belangrijkste waterlopen is weergegeven in figuur 36.

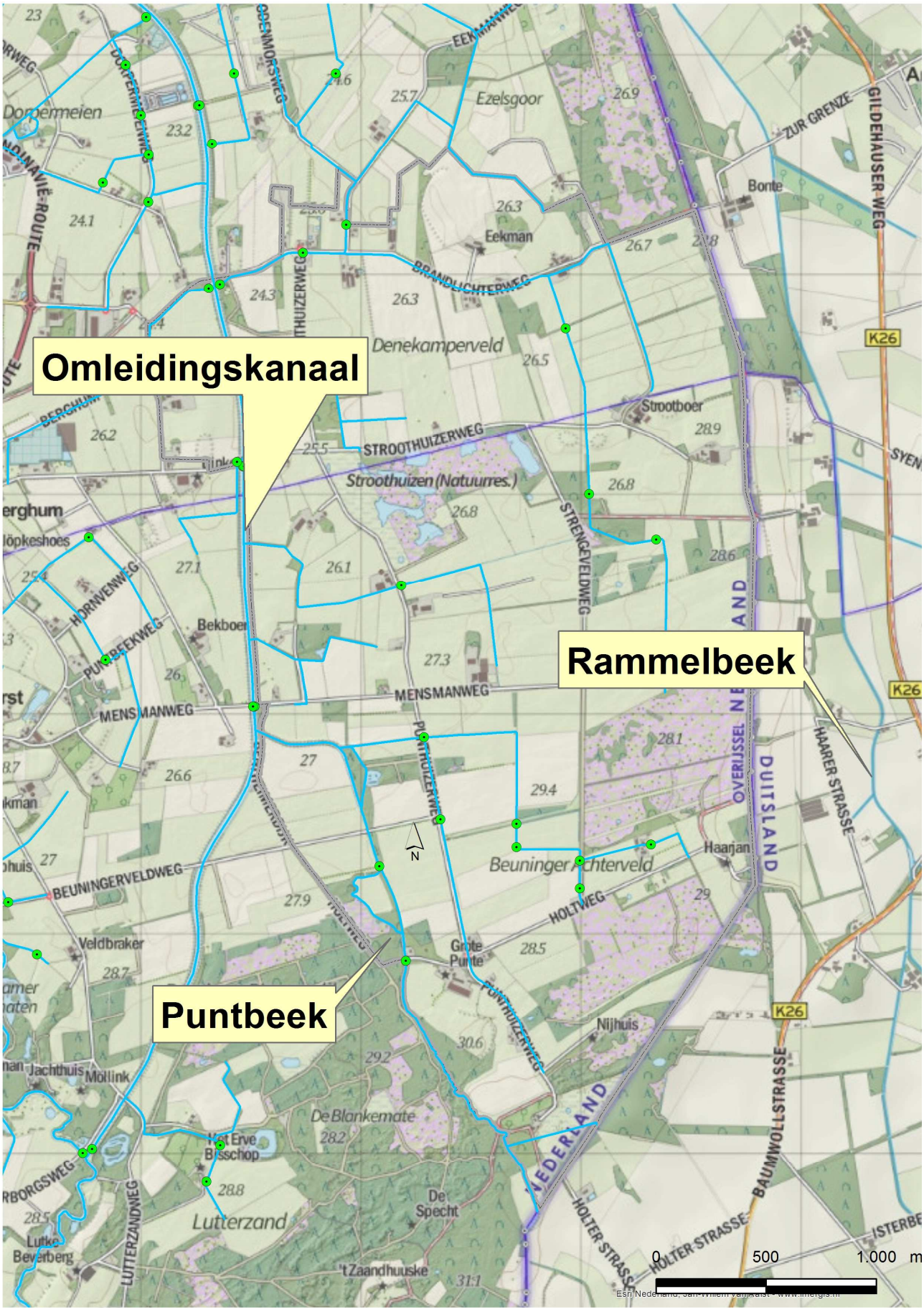
De grote systemen zoals de Puntbeek, Rammelbeek en het Omleidingskanaal beïnvloeden vooral de drainagebasis en daarmee het snel en diep wegzakken van de grondwaterstanden in de zomerperiode. Lokale slotenstelsels beïnvloeden voornamelijk de winter- en voorjaarsgrondwaterstanden in en rondom de deelgebieden. Deze sloten hebben in de zomer veelal geen invloed omdat ze droogvallen. Uitzondering hierop vormen enkele zeer diepe sloten in Duitsland die tezamen een bovenloopsysteem van de Rammelbeek vormen. Voor Punthuizen is in figuur 37 een dwarsdoorsnede weergegeven waarin duidelijk wordt dat voor dit deelgebied de Puntbeek de drainagebasis vormt omdat de drainagebasis hier lager ligt dan die van de Rammelbeek. Ter illustratie is in de kaartenbijlage ook de met tijdreeksanalyse berekende drainagebasis weergegeven. Deze zijn berekend met Menyanthes en tonen de gemiddelde drainagebasis voor een jaar. Deze berekeningen laten zien dat de drainagebasis wordt beïnvloed door zowel drainage van lokale waterlopen (winter en voorjaar) als door de drainerende werking van de grotere waterlopen in de omgeving (zomerperiode). Deze grotere waterlopen zijn in de zomerperiode dominant, aangezien dan het lokale slotenstelsel grotendeels droogvalt.

De sloten en beken in het gebied veroorzaken verdroging en verzuring. Verdroging doordat grondwaterstanden sneller en dieper wegzakken dan van nature het geval is. Verzuring wordt veroorzaakt doordat de invloed van basenrijk grondwater is verminderd (verdroging) en dus de invloed van (zuurder) regenwater is toegenomen.

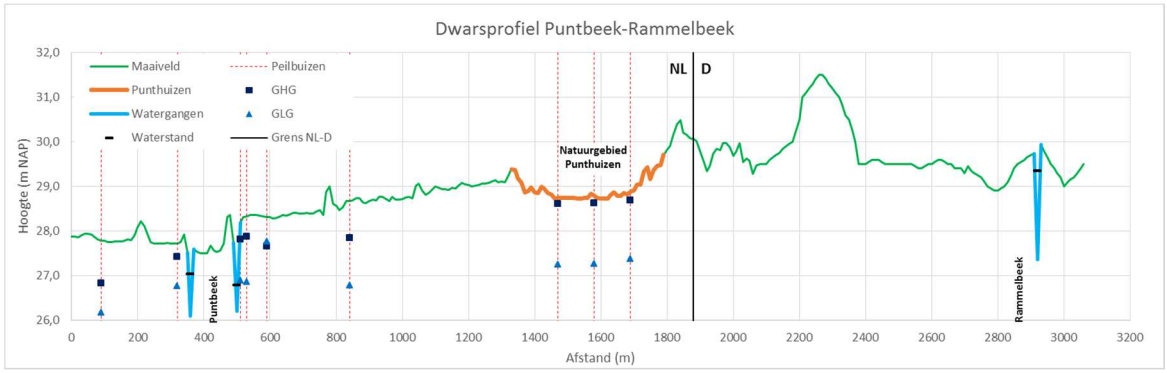
Naast grondwaterstanden is ook de grondwaterkwaliteit van uittredend grondwater van belang. Met name als gevolg van uitspoeling van meststoffen kan met nitraat en sulfaat verrijkt grondwater toestromen naar de lagere delen van de natuurgebieden. Directe toevoer van nitraatrijk grondwater is vooral een risico in lokale grondwatersystemen. Nitraat spoelt echter ook uit naar het diepere grondwater. Dit nitraatrijke grondwater reageert met pyrietrijke afzettingen, waardoor sulfaatgehalten in het grondwater toenemen. Verhoogde sulfaatgehaltes kunnen, vooral in terreindelen met een meer humusrijke bodem, leiden tot mobilisatie van fosfaat en daarmee interne eutrofiering (‘Aggenbach et al, 2007). In de PAS gebiedsanalyse staat aangegeven dat de toevoer van voedselrijk grondwater voor Stroothuizen een actueel of toekomstig probleem kan zijn, maar dat de mate waarin dit knelpunt optreedt onbekend is. Deze kennislacune is middels de uitvoering van een grondwaterkwaliteitonderzoek opgelost (Aggenbach en Cirkel, 2017b). De effecten van bemesting op de grondwaterkwaliteit en de daaraan gerelateerde maatregelen worden verder behandeld in de paragrafen 4.2, 5.2 en 6.2.

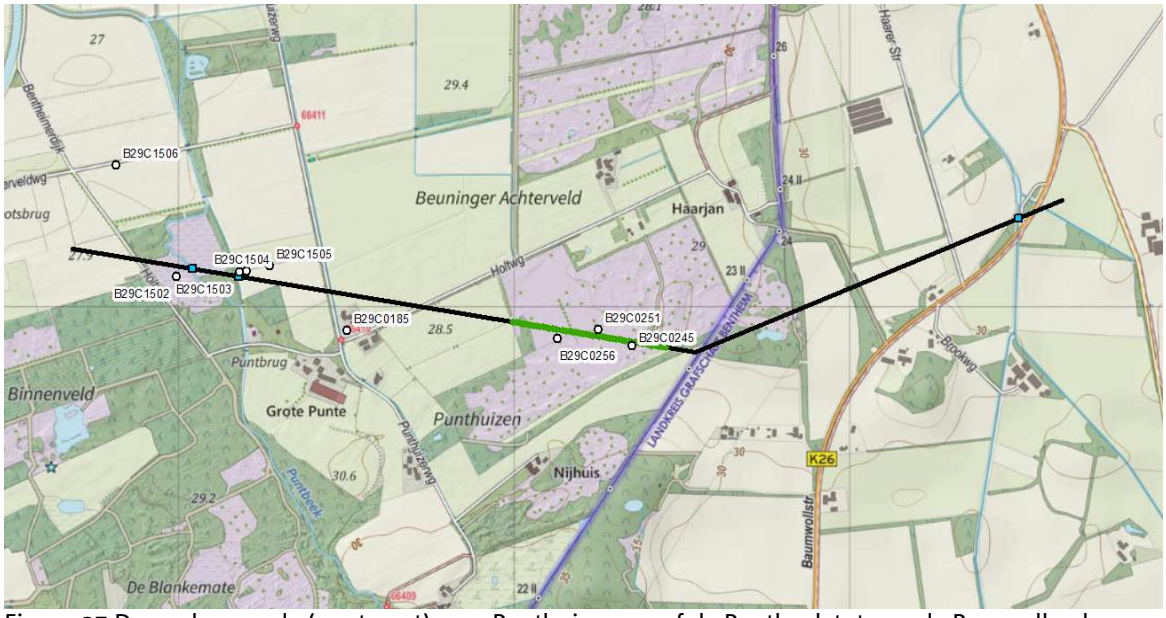
Samengevat zijn de belangrijkste systeemkenmerken:

- In de winterperiode zijn lokale systemen dominant. In de dekzandruggen treedt opbolling van de grondwaterstand op. De grondwaterstand volgt min of meer, in afgezwakte vorm, het lokale reliëf. Lokaal grondwater stroomt toe naar lokaal geïsoleerde laagtes en de flanken van slenken. De mate van opbolling wordt bepaald door het neerslagoverschot in combinatie met de aanwezigheid van laagtes en ontwatering door sloten in de directe omgeving. In de laagtes treedt inundatie en/of afvoer van water op. Dit water is een mix van regenwater en grondwater. De inundatieduur en diepte worden bepaald door de aanwezigheid van natuurlijke drempels en het neerslagoverschot. In Punthuizen treedt de grootste invloed van basenrijk water op aan de rand van de geïnundeerde laagtes. In Stroothuizen veelal in de laagste terreindelen waar geen of slechts kortstondige inundaties optreden. Deze laagste terreindelen in Stroothuizen worden gevoed door dieper grondwater. In het Beuninger Achterveld is de invloed van regenwater en jong grondwater dominant.
- Wanneer het neerslagoverschot omslaat in een neerslagtekort (voorjaar/overgangs zomersituatie) vallen de lokale grondwatersystemen stil. Het grondwater zakt uit naar de regionale drainagebasis en de grondwaterstroming (isohypsen) vertoont een regionaal karakter. Het gebied is in de zomer in zijn geheel een infiltratiegebied. De drainagebasis wordt gevormd door de diepere waterlopen in de omgeving: Puntbeek, Omleidingskanaal en (bovenlopen van) de Rammelbeek.



Figuur 36 Oppervlaktewatersysteem. De lichtblauwe waterlopen zijn in beheer bij Waterschap Vechtstromen. De groene punten op kaart zijn locaties waar stuwen aanwezig zijn.





Figuur 37 Dwarsdoorsnede (west-oost) over Punthuizen vanaf de Puntbeek tot aan de Rammelbeek

2.4 Sturende hydrologische processen in Punthuizen en Stroothuizen

Punthuizen

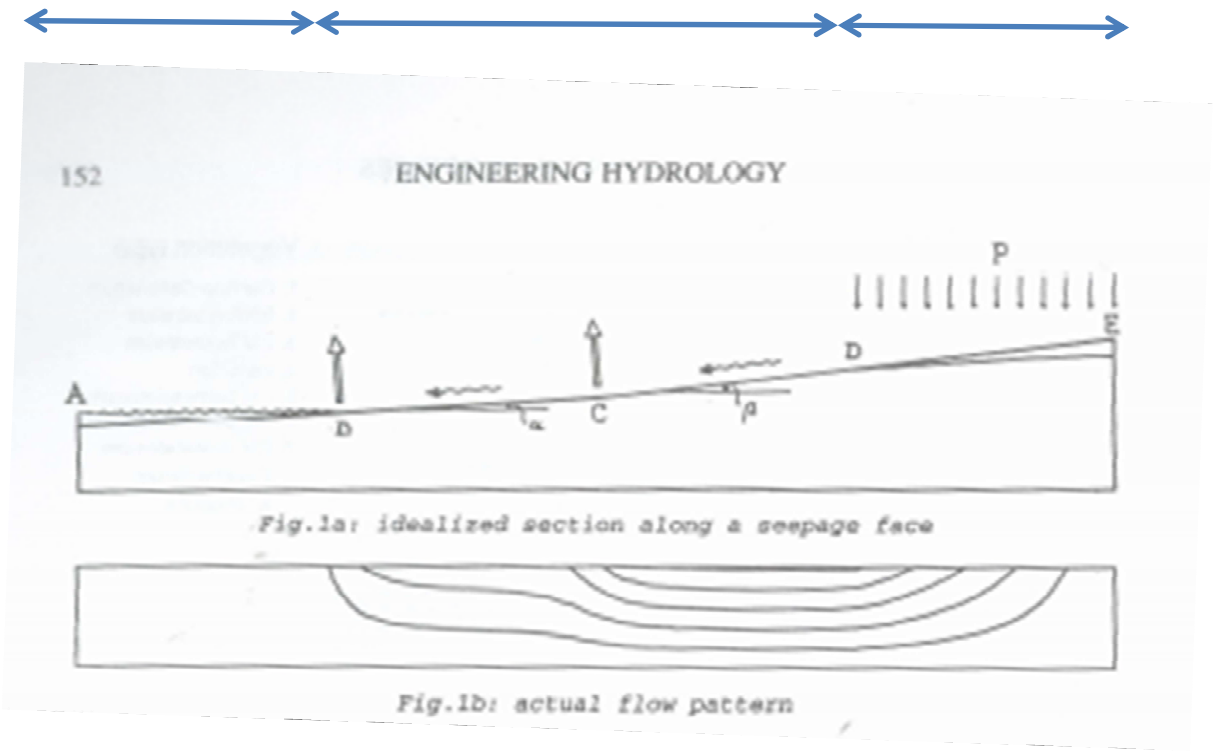
De sturende hydrologische processen in Punthuizen zijn beschreven een artikel van Jansen en Maas (1993). In het gebied is variatie in maaiveldhoogte aanwezig in de vorm van dekzandruggen en slenken. Dit vormt de motor achter het optreden het optreden van kwel en daarmee samenhangende gradiënten in waterkwaliteit. Al gelang naar de positie op de helling tussen dekzandruggen en de laagtes, welke in de winter inunderen, treden kwel- en infiltratieprocessen op de gradiënten tussen deze dekzandruggen en laagtes.

In figuur 38 zijn de verschillende relevante punten in een gradiënt weergegeven, evenals de stromingspatronen die als gevolg van deze gradiënten optreden.

Geen gradiënt door inundatie (traject AB) grootste flux bij B (dh grootst)

Grondwaterflux evenredig met helling (traject BD)
Uittredend grondwater op "knikken" in maaiveld, C

Opbolling in traject met onverzadigde zone (traject DE)



Figuur 38 Schematische voorstelling stromingsprocessen, infiltratie en kwel in een hellend gebied (Maas en Jansen, 1993)

Punt A en E vormen de waterscheidingen in de dwarsdoorsnede. E is daarbij het punt op een dekzandrug, A vormt het punt in de laagte, die in de winter inundeert. Kwel treedt op tussen de punten D en B. D vormt daarbij de bovenrand van het gebied waar kwel optreedt, B is het punt aan de rand van de laagte die inundeert in de winter.

Regenwater dat in de winter valt, in de figuur 38 weergegeven als P, kan in de wintersituatie (met hoge grondwaterstanden) alleen infiltreren in de delen met een onverzadigde zone op de helling. Op de lage delen in de gradiënt treedt dan kwel op en daar bevindt de grondwaterstand zich aan maaiveld. Op deze verzadigde delen stroomt regenwater oppervlakkig af over maaiveld naar de laagte die onder water staat. De intensiteit waarmee grondwater langs de helling uittreedt, varieert en wordt gestuurd door de lokale topografie.
Tussen punt D en E treedt als gevolg van neerslag een opbolling van de grondwaterstand op. Tussen punt C en D wordt grondwaterstroming aangedreven door de hydrologische gradiënt aan maaiveld. De grondwaterflux is hier evenredig met de helling van het maaiveld. Hetzelfde geldt feitelijk voor het deel tussen B en C. Omdat in het voorbeeld de helling hier flauwer is dan tussen C en D is ook de flux hier kleiner. Het verschil tussen beide "verlaat" het systeem als kwel op maaiveld op punt C. Hetzelfde gebeurt feitelijk op punt B. Echter, hier is de hoeveelheid water dat aan maaiveld uittreedt groter, omdat er tussen de punten A en B geen gradiënt in grondwaterstand aanwezig is. De laagte is immers geïnundeerd en de waterspiegel ligt daardoor vlak. Op de helling zelf treedt daarnaast in enige mate

grondwater uit, doordat het watervoerend pakket dunner wordt. Al is dit minimaal gezien de geringe helling.
Regen valt niet gelijkmatig, waardoor de grenzen in ruimte en tijd variëren. Punt D bijvoorbeeld zal heen en weer pendelen tussen de rand van de geïnundeerde laagte tot aan de bovenrand van de gradiënt. Maar ook het inundatieniveau van de laagte varieert in de tijd, omdat de laagte vol regent en weer opdroogt. Dus ook het punt B, waar de kwel zich concentreert, varieert in ruimte en tijd. Het uitstroomniveau van de laagte bepaalt daarbij het maximale inundatieniveau.
Een en ander betekent ook dat de locaties waar kwel uittreedt variëren in ruimte en tijd. Het proces, dat in het artikel (Maas en Jansen, 1993) stationair wordt beschreven, is in feite dus niet stationair en afhankelijk van de grondwaterstand/stijghoogte en het inundatieniveau in de laagte. Die worden op hun beurt weer beïnvloed door het neerslagoverschot en de diepte waarop de grondwaterstand zich aan het eind van het groeiseizoen bevindt. Immers hoe dieper de grondwaterstand zich onder maaiveld bevindt, hoe meer neerslag er nodig is om het grondwater weer aan maaiveld te krijgen waardoor het systeem “op druk” komt en bovenstaande processen kunnen optreden.

Bovenstaande processen maken duidelijk dat er een aantal stuurvariabelen zijn die van invloed zijn op de positie, intensiteit en duur waarop grondwater uittreedt. Duidelijk wordt dat neerslag de drijvende factor is. Immers het neerslagoverschot bepaald de opbolling in de dekzandruggen die als motor fungeren voor de grondwaterstroming. Maar diezelfde opbolling wordt ook beïnvloed door ontwateringsmiddelen in het infiltratiegebied (zie ook Maas, 2016). Daarnaast spelen inundatieduur, het inundatieniveau en de diepte van de grondwaterstand aan het eind van het groeiseizoen (de drainagebasis) een rol.

De modelberekeningen (Bor 2017) bevestigen dit beeld. De in het infiltratiegebied aanwezige ontwateringsmiddelen, die voor een groot deel in Duitsland liggen, hebben een fors effect op de opbolling van het systeem in het infiltratiegebied en daarmee dus ook op de positie, duur en intensiteit waarmee grondwater kan uittreden. Het scenario waarin deze waterlopen in Duitsland virtueel gedempt zijn toont dat in winter en voorjaar over een aanzienlijk groter areaal in het infiltratiegebied hogere standen optreden en laten zien dat de patronen van kwel en wegzijging veranderen. Over grotere arealen aan de rand van de laagte treedt kwel op of slaat infiltratie zelfs op in kwel.

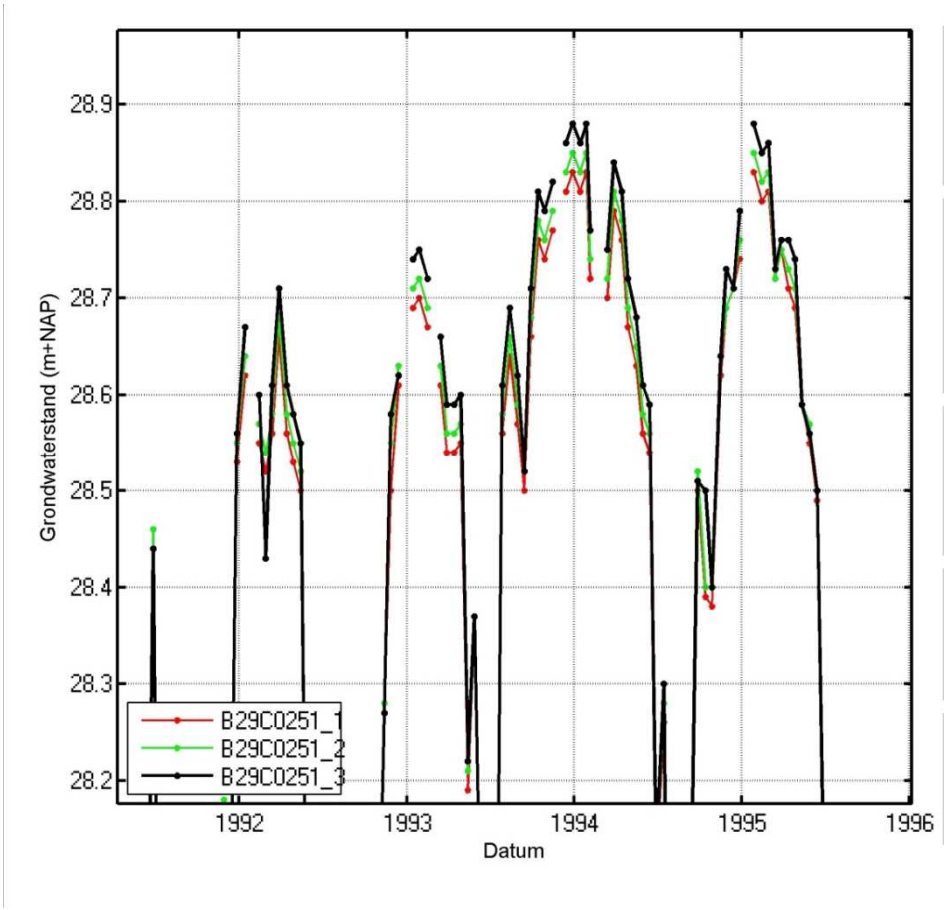
Aggenbach en Cirkel (2017a) hebben voor een aantal punten op basis van een modellering met SWAP de kwelintensiteit op een aantal punten berekend. De uitkomsten bevestigen dat juist op de randen van de laagte hoge kwelfluxen optreden en dat deze in natte jaren hoger zijn en langer optreden dan in droge jaren.
Ook het inundatieniveau en de inundatieduur van de laagte zijn sterk bepalend voor de intensiteit, duur en positie waarop kwel uittreedt. Immers dit niveau is sterk bepalend, omdat aan de rand van de inunderende laagte de kwelintensiteit het hoogste is. In winters waarin geen inundatie optreedt, treedt niet of nauwelijks kwel op hetgeen resulteert in een forse daling van de basenverzadiging (Aggenbach en Cirkel, 2017a).

De mate van opbolling wordt niet alleen bepaald door wat er in het winterhalfjaar gebeurd. De diepte van de grondwaterstand aan het eind van het groeiseizoen (of beter gezegd, aan het eind van een periode met een neerslagtekort) is ook van belang. Immers hoe dieper de grondwaterstand zich onder maaiveld bevindt, hoe meer neerslag er nodig is voordat de grondwaterstand zich aan maaiveld bevindt en er opbolling van de grondwaterstand in gebieden met een onverzadigde zone optreedt. Maar ook de snelheid waarmee de laagte leegloopt wordt natuurlijk, naast verdamping en afvoer, ook bepaald door de grondwaterstand. Immers zodra de grondwaterstand in de omgeving lager is dan de waterstand in de laagte treedt infiltratie van water naar de omgeving op. Dat betekent dat de drainagebasis ook een sturende factor voor de duur waarop het systeem in de winter en voorjaar actief kan zijn onder invloed van een neerslagoverschot.

Wanneer het neerslagoverschot omslaat in een neerslagtekort (voorjaar/overgangs zomersituatie) vallen de lokale grondwatersystemen stil. Het grondwater zakt uit naar de regionale drainagebasis en de grondwaterstroming (isohypsen) vertoont een regionaal karakter. In de zomer is in het hele gebied sprake van infiltratie. De drainagebasis van het gebied wordt bepaald door de grotere waterlopen in de

omgeving. Voor Punthuizen zijn dit de Puntbeek en de bovenlopen (afwaterende sloten) van de Rammelbeek in Duitsland. Voor Stroothuizen zijn met name het Omleidingskanaal en de waterlopen aan de noordzijde bepalend voor het niveau van de drainagebasis.

Daarnaast geldt dat het verschil in grond- en oppervlaktewaterstand in de laagte bepaald of er sprake is van afvoer van water (infiltratie) of kwel. De metingen laten zien dat in de centrale laagte in Punthuizen in het winterhalfjaar overdruk optreedt. De stijghoogte in de dieper filters is hoger dan de freatische grondwaterstand en oppervlaktewaterstand in de laagte. Ondanks het feit dat deze verschillen gering zijn (vaak niet meer dan enkele centimeters) treden toch grote fluxen op, omdat er geen scheidende lagen aanwezig zijn in het zandpakket en de filters van de buizen qua diepte niet veel in diepte variëren. De berekeningen die zijn uitgevoerd met SWAP ten behoeve van het basenonderzoek (Aggenbach en Cirkel, 2017a) bevestigen dit. Zolang als er aanvoer is van grondwater wordt dit verschil in stand gehouden en treedt er opwaartse grondwaterstroming (kwel) op. In het voorjaar zakt de grondwaterstand tot onder het waterpeil in de laagte en loopt de laagte door infiltratie en verdamping leeg. Een voorbeeld van een reeks met geringe stijghoogteverschillen in de winter is weergegeven in figuur 39.

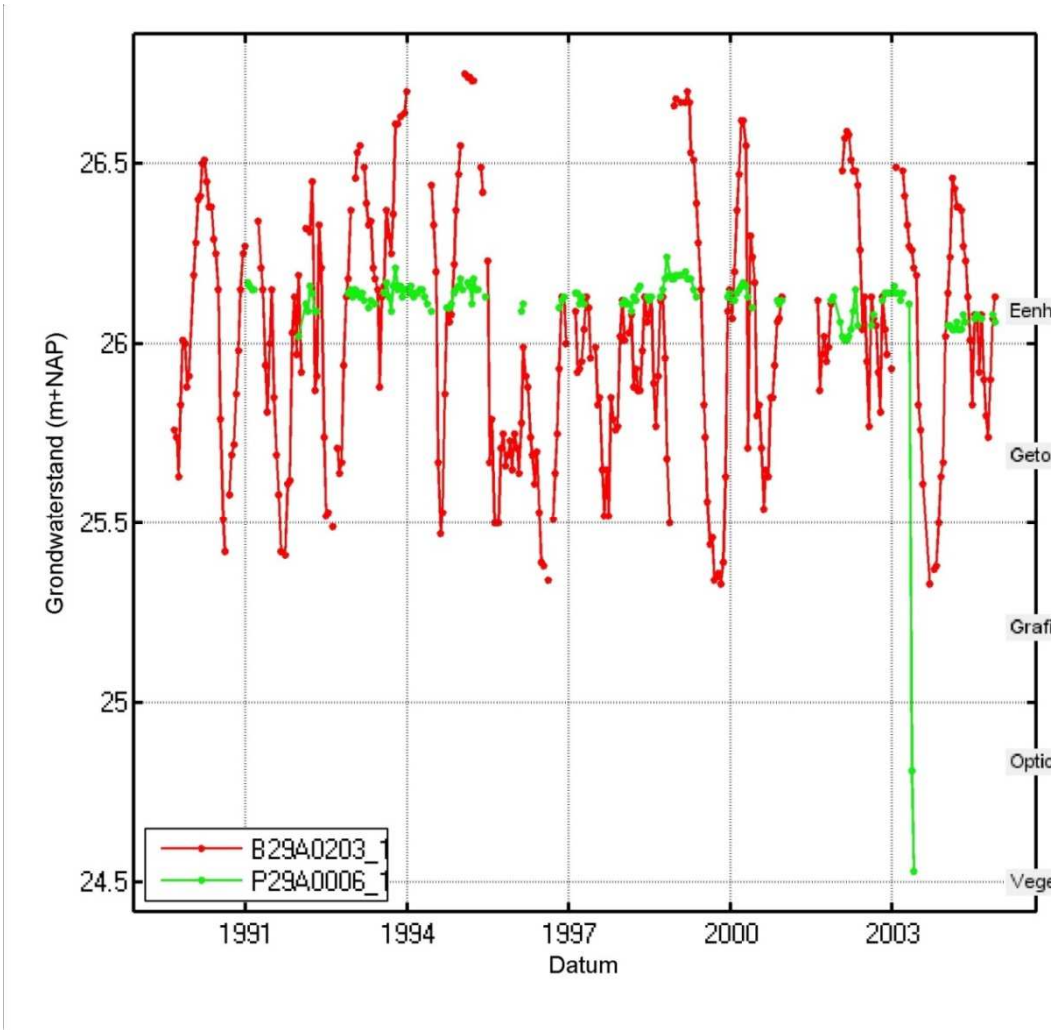


Figuur 39 Overdruk van enkele centimeters tussen de verschillende filters van peilbuizen B29C0251 in de centrale laagte van Punthuizen

Als laatste factor die van belang is voor het systeemfunctioneren is het inundatieniveau van de centrale laagte. De inundatieduur wordt voornamelijk door het neerslagoverschot bepaald. Het inundatieniveau is naast het neerslagniveau ook afhankelijk van de drempelhoogte van de laagte. Bij hoge waterstanden wordt er water uit het gebied afgevoerd. De hoogte van de drempel bepaald dus het niveau waarop het inundatieniveau in de laagte wordt afgetopt. Dit niveau (in Punthuizen ca. 28,80 m + N.A.P.) bepaald daarmee ook de positie waarop in natte perioden, wanneer de laagte maximaal gevuld is, met de hoogste intensiteit basenrijk water uitreedt.

Stroothuizen

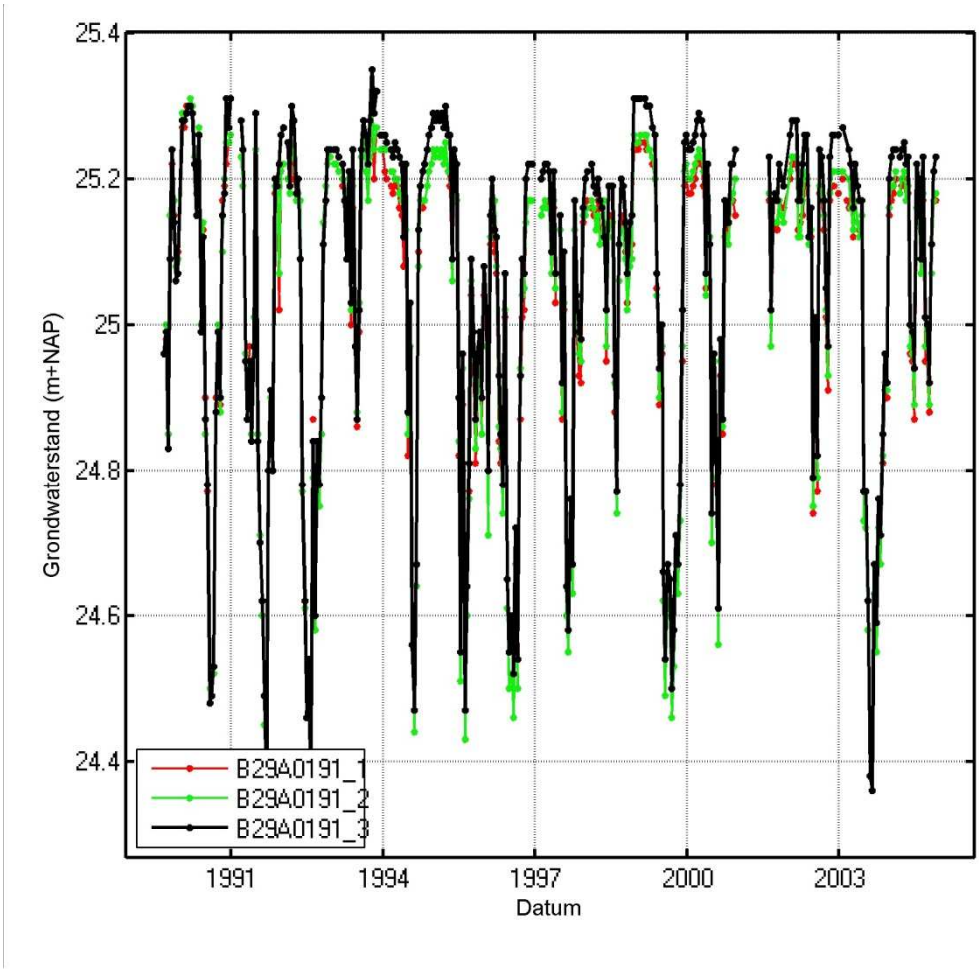
In Stroothuizen werken de processen vergelijkbaar als in Punthuizen. Ook hier treedt op de flanken van dekzandruggen in de winterperiode basenarm grondwater uit als gevolg van de helling van het maaiveld (Jansen, 1991). Dit water voedt de natte heides. Lokaal stroomt wat basenrijker water toe naar de in het gebied aanwezige vennen. Dit water zorgt ervoor dat de vennen zwak gebufferd zijn. In de huidige situatie treedt onvoldoende opbolling op in deze lokale systemen, met name rondom het Oortven. In droge jaren komt de grondwaterstand in de dekzandruggen niet boven het oppervlaktewaterniveau in het ven. Daardoor vindt er geen toevoer van licht gebufferde grondwater plaats en kan verzuring optreden. In figuur 40 is een voorbeeld opgenomen waarin de grondwaterstand in de venrand van het Oortven (toestroomkant grondwater) en de oppervlaktewaterstand van het ven zijn weergegeven. Uit figuur 40 wordt duidelijk dat toestroom van grondwater alleen plaats kan vinden in natte jaren. In droge jaren, zoals in de periode 1995-1997 treedt geen toestroom van lokaal grondwater uit de zuid/zuidoostelijk gelegen infiltratiegebieden op. Juist in deze periode is Waterlobelia in het Oortven, die was teruggekeerd na herstelmaatregelen begin jaren '90, weer verdwenen. Verzuring als gevolg van onvoldoende toestroom van licht gebufferd grondwater uit de aangrenzende dekzandruggen is hiervan de oorzaak.



Figuur 40 Gemeten grondwaterstand aan de kwelkant van het Oortven (rode lijn) in relatie tot het oppervlaktewaterpeil van het ven (groene lijn).

Naast overeenkomsten in het belang van het voldoende functioneren van lokale grondwatersystemen is er ook een belangrijk verschil tussen Stroothuizen en Punthuizen. In Stroothuizen treedt in het voorjaar ook kwel van dieper basenrijk grondwater op aan de westzijde van het gebied in de centrale slenk (Jansen en Aggenbach, 1994). Stroombaanberekeningen uitgevoerd met het grondwatermodel bevestigen dit. De centrale slenk wordt gevoed met water dat dieper uit het freatisch pakket, onder de Boxtelklei, afkomstig is (Bor, 2017; Aggenbach en Cirkel, 2017a).

De kwelintensiteit wordt in Stroothuizen bepaald door het verschil tussen stijghoogte en freatische (grond)waterstand. In de centrale laagte is er vrijwel het gehele jaar sprake van een stijghoogteverschil tussen de diepe en ondiepe filters in het freatisch pakket. Dit stijghoogteverschil is in het winterhalfjaar wel fors hoger dan in de zomer, wanneer het stijghoogteverschil afwezig is of slechts enkele centimeters bedraagt. Als voorbeeld zijn de gemeten reeksen van peilbuis B29A0191 opgenomen, zie figuur 41.

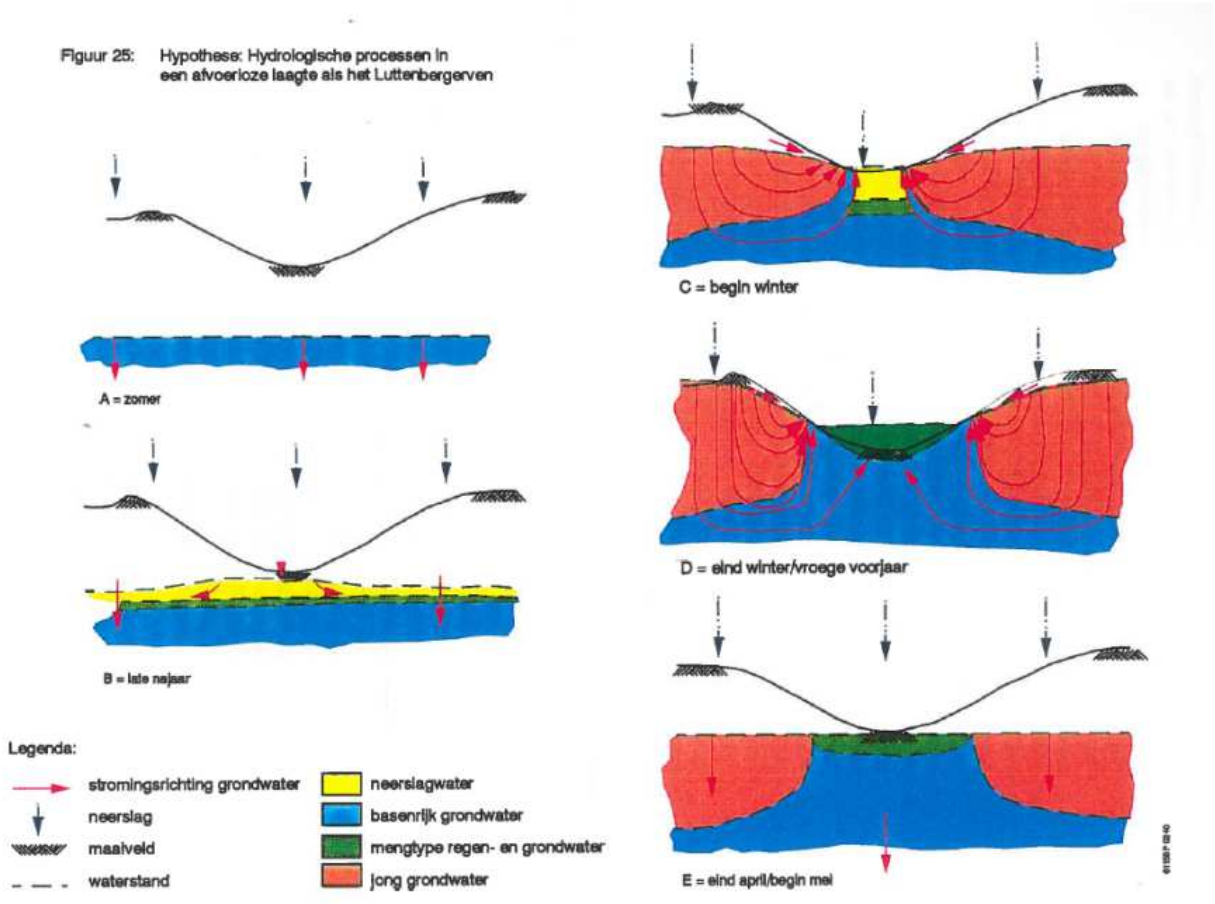


Figuur 41 Gemeten grondwaterstanden in een drietal filters van peilbuis B29A0191 in de centrale slenk in Stroothuizen

De diepere kwel in Stroothuizen wordt beïnvloedt door ontwateringsmiddelen in een ruimere omgeving, omdat het watervoerend pakket ter hoogte van Stroothuizen dikker is dan bij Punthuizen. Uit het onderzoek van KWR (Aggenbach en Cirkel, 2017a) blijkt dat de kwelflux in Stroothuizen duidelijk minder groot zijn dan in Punthuizen en dat de basenverzadiging duidelijk lager is. Naast kwelintensiteit speelt ook de ophoping van organische stof hierin een rol. Omdat de bodem doorgaans uit leem- en lutumarm zand bestaat is de kationadsorptiecapaciteit namelijk sterk afhankelijk van de hoeveelheid organische stof. In geval van opbouw van organische stof is aanvoer van basen nodig om de basenverzadiging van op voldoende hoog niveau te brengen (Aggenbach en Cirkel, 2017a).
Stroothuizen kent verder een aantal lokale maaiveld verhogingen die als drempels fungeren. Die sturen dus mede het inundatieniveau. Het afvoerpunt van het gebied bevindt zich aan de noordkant van de centrale slenk ter hoogte van de Stroothuizerweg.

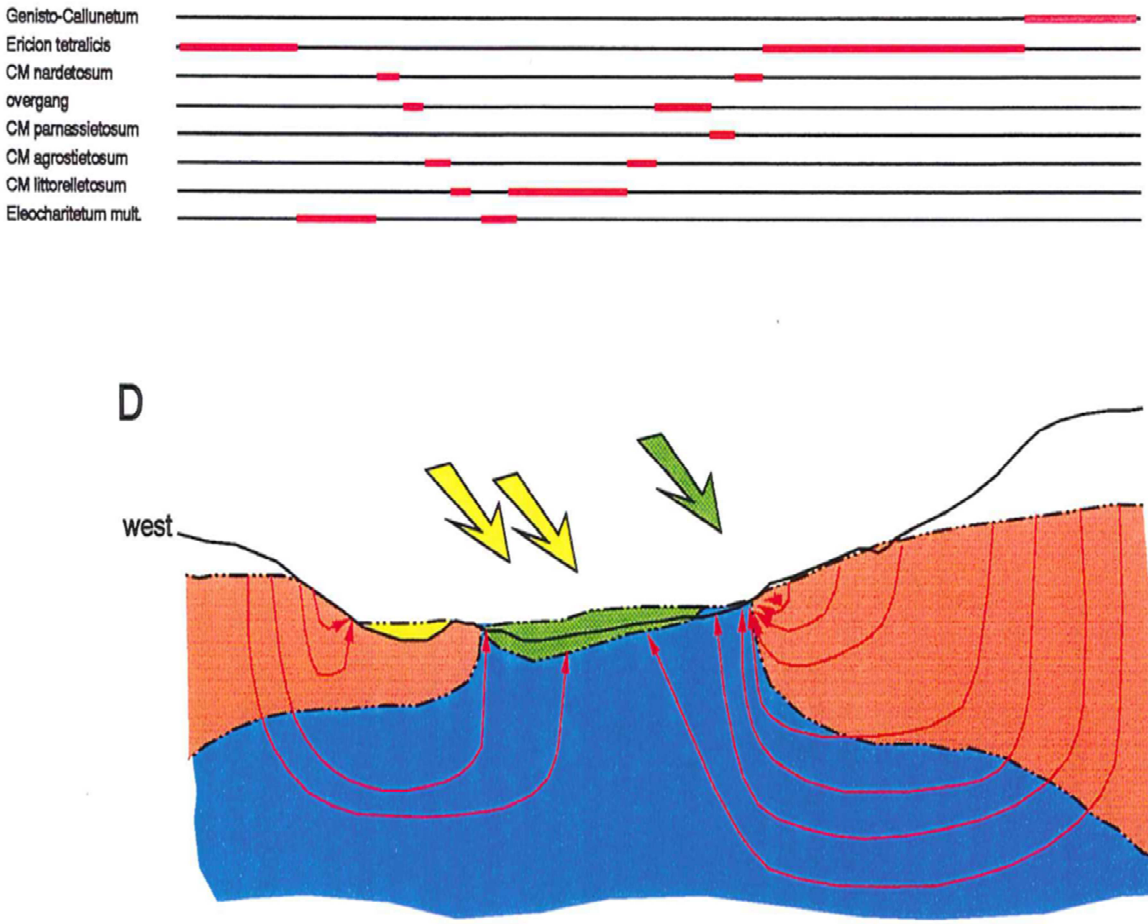
Toevoer basenrijke grondwater in relatie met hydrologische processen
De hydrologische processen zoals hiervoor beschreven zorgen niet alleen voor gradiënten van droog naar nat maar ook voor patronen in waterkwaliteit die gedurende het groeiseizoen optreden. In de zomer is Punthuizen een infiltratiegebied. Het basenrijke water bevindt zich dan diep onder maaiveld. In het late najaar vormt zich, als gevolg van het neerslagoverschot, een regenwaterlens bovenop het basenrijke grondwater. In het begin van de winter ontstaat er een bel van zuur regenwater in de dekzandruggen. Dit water komt aan het eind van de winterperiode aan de flanken van de

dekzandruggen kortstondig aan maaiveld. Op de flanken van de laagte, in de delen die niet inunderen, treedt in de winter over korte periode met hoge intensiteit basenrijk water uit. In de laagte bevindt zich dan een mix van regenwater en grondwater. De processen zoals deze optreden in Punthuizen zijn weergegeven in figuur 42.



Figuur 42 Hydrologische processen in een afvoerloze laagte (Jansen, 1996)

De afwisseling in nat en droog en basenarm en basenrijk zorgt voor een grote variatie in vegetatietypen die op de gradiënt voorkomen. Op de hoge, droge delen met een onverzadigde zone bevinden zich droge heidevegetaties. Op de flanken, die worden beïnvloed door zuur regenwater en jong, basenarm grondwater bevinden zich natte heidevegetaties en de zure variant van het blauwgrasland (subassociatie van Borstelgras). Op de rand van de laagte die niet inundeert en de kwelflux in de winter het sterkst is, bevindt zich de subassociatie met Parnassia. In de laagte die in de winter inundeert bevindt zich op de delen met een lage inundatiefrequentie en voeding van basenrijk grondwater de typische subassociatie van het Blauwgrasland. De laagste delen in de laagte, die de hoogste inundatiefrequentie kennen, worden ingenomen door zwakgebufferde venvegetaties (associatie van Veelstengelige waterbies). De gradiënten in vegetatietypen zijn op een aantal locaties in dwarsdoorsnedes uitgewerkt door Jansen (1996). Een voorbeeld voor de centrale laagte is weergegeven in figuur 43.



Figuur 43 Zonering vegetatietypen in de centrale laagte in Punthuizen op de gradiënt (Jansen 1996)

Samengevat wordt de mate waarin invloed van basenrijk grondwater kan plaatsvinden wordt gestuurd door een drietal factoren:

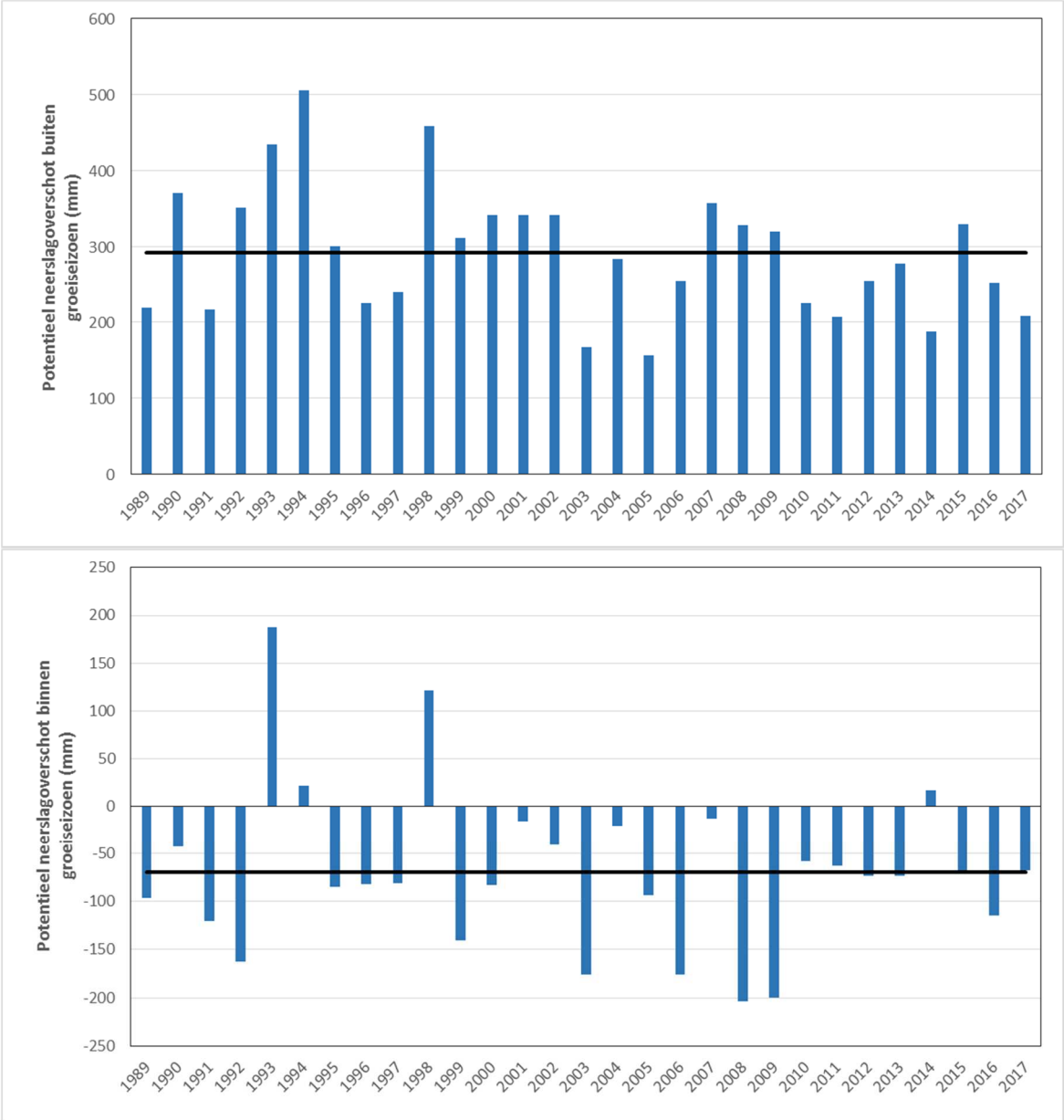
1. De regionale drainagebasis (c.q. de zomergrondwaterstanden)
2. De mate van opbolling van het freatisch grondwater in winter en voorjaar
3. De inundatieduur en het inundatieniveau van de laagte

De bovenstaande factoren beïnvloeden elkaar. In de conclusies van de OBN monitoring die tussen 1989 en 2004 is uitgevoerd schrijven Aggenbach en Jansen (2004) hierover:

"Wanneer de regionale drainagebasis (zomergrondwaterstanden) te laag is neemt in het winterseizoen de toevoer van basenrijk grondwater af en verzuren basenrijke standplaatsen op den duur. De opbolling in de dekzandruggen stuurt de lokale grondwaterstroming en bepaalt de aanvoer van grondwater vanuit de ruggen naar de laagtes in de winterperiode. In de laagtes die inunderen mengt basenrijk grondwater zich met regenwater waardoor hier zwak gebufferde omstandigheden optreden. De grootste invloed van basenrijk water treedt op aan de randen van deze geïnundeerde laagtes. Daarmee is zowel de inundatieduur als het niveau van invloed op de vegetatiegradiënt. Of en zo ja hoe lang inundatie optreedt, wordt sterk beïnvloed door de weeromstandigheden. In normale jaren inunderen de laagtes in de winterperiode. In droge jaren inunderen de laagtes niet."

Om meer grip te krijgen op het belang van de verschillende factoren zoals die hierboven worden genoemd (de stuurknoppen van het systeem) zijn de resultaten uit het onderzoek van Aggenbach en Cirkel (2017a) nader beschouwd. In figuur 44 is voor de periode 1989-2017 per jaar het potentieel neerslagoverschot binnen en buiten het groeiseizoen (april t/m september) en het gemiddelde over de gehele periode opgenomen. Binnen de beschouwde periode is er sprake van afwisseling in droge en natte jaren. De jaren 1993, 1994 en 1998 zijn bijvoorbeeld veel natter dan gemiddeld, terwijl 2003 en

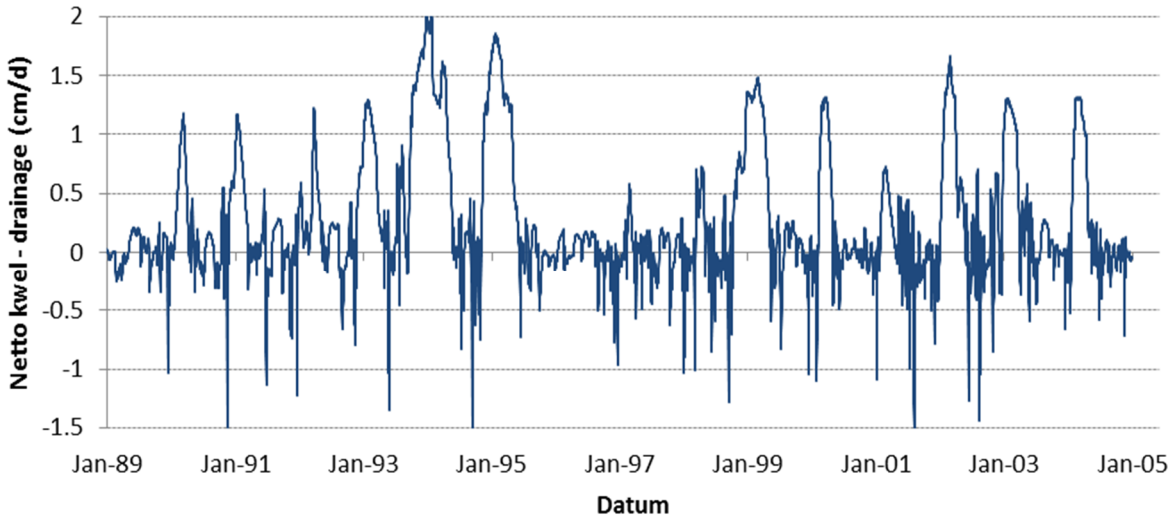
2006 relatief droge jaren zijn. Voor het systeemfunctioneren zijn echter niet alleen de jaren als geheel van belang maar is ook het optreden van droge winters en/of droge zomerperioden van belang. De jaren 1996, 1997, 2003 maar ook 2010, 2011 en 2014 kennen relatief droge winters. Verder valt op dat de winterperioden in na 2000 veel droger zijn dan in de periode daarvoor. Ook de zomerperioden laten duidelijke verschillen zien. Droge zomers zijn bijvoorbeeld de zomers van 1989, 1991, 1992, 1999, 2003, 2006, 2008, 2009 en 2016. Natte zomers waarin zelfs sprake is van een neerslagoverschot zijn die van 1993, 1994, 1998 en 2014.



Figuur 44 Potentieel neerslagoverschot buiten het groeiseizoen (oktober t/m maart, boven) en binnen het groeizoen (april t/m september, onder). Waarbij de grafiek boven begint in oktober 1989 en de grafiek onder begint in april 1989. Neerslaggegevens op basis van neerslagstation Denekamp. Verdampingsgegevens op basis van weerstation vliegveld Twente. De zwarte lijn geeft het gemiddelde over de periode 1989-2017.

In figuur 45 zijn de berekende kwelfluxen in de wortelzone in Punthuizen weergegeven (Aggenbach en Cirkel, 2017a) voor de periode 1989-2005. De lengte van de periode waarover kwelfluxen berekend zijn is korter loopt tot aan de periode waarover grondwaterstandsreeksen beschikbaar waren en is stopt daar begin 2005. Het patroon in droge en natte jaren komt duidelijk terug in de periode en de intensiteit waarmee kwel optreedt. In 1993, 1994, 1995 en 1999 treden langdurig hoge kwelfluxen op vanwege de grote neerslaghoeveelheden in de winters voorafgaand aan het groeiseizoen van die jaren. Ter illustratie een voorbeeld uit het jaar 1998/1999. In figuur 43 is te zien dat er in 1998 een aanzienlijk

neerslagoverschot is. Dit neerslagoverschot treedt op in de periode oktober 1998 – maart 1990 en komt daarom niet tot uiting in de hoeveelheid kwel in 1998, maar resulteert in hoge kwelfluxen in het voorjaar van 1999. In 1989, 1996, 1997 en 1998 treedt niet of nauwelijks kwel op, omdat het neerslagoverschot in die jaren aanzienlijk kleiner is. In de overige jaren treden kortstondig hoge kwelfluxen op in de winterperiode. Wanneer het neerslagoverschot in de winterperiode voorafgaand aan een groeiseizoen lager is dan 250 mm komt er niet of nauwelijks kwel aan maaiveld voor in het gebied.



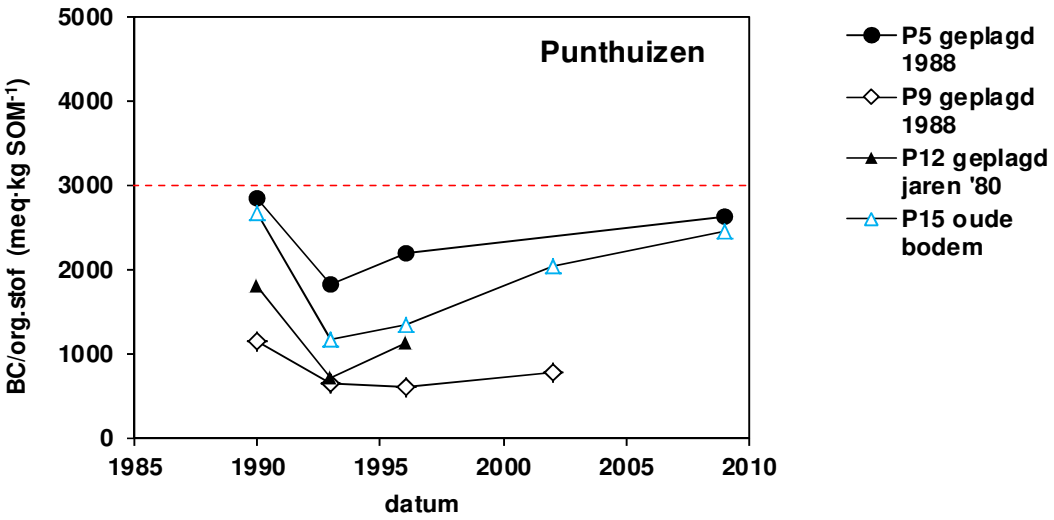
Figuur 45 Berekende fluxen met SWAP op de rand van de centrale laagte in Punthuizen (Aggenbach en Cirkel, 2017a)

Wanneer er voorafgaand aan de winterperiode ook sprake is van een droge zomer met een groot neerslagtekort treedt alleen kwel op indien het neerslagoverschot buiten het groeiseizoen hoger is dan gemiddeld (ca 300 mm). In jaren waarin dit niet het geval is, zoals in de periode 1989-1992 treedt slechts over korte perioden kwel in lage fluxen op. Dit laat zien dat naast het neerslagoverschot in het winterhalfjaar ook de uitgangspositie voorafgaand aan die winter van belang is. In droge jaren bevindt het grondwater zich dieper onder maaiveld, als gevolg van een groter neerslagtekort in het groeiseizoen. Dat betekent dat er meer neerslag nodig is om het grondwater aan maaiveld te krijgen. Na een droge zomer treedt alleen langdurige kwel op indien er sprake is van een hoger dan gemiddeld neerslagoverschot in de winter. Het groeiseizoen van 1999, na een extreem nat najaar in 1998 dat vooraf werd gegaan door een drietal relatief droge jaren, is hier een goed voorbeeld van.

Het systeem is dus in de huidige situatie sterk weerafhankelijk en de sturende factoren kunnen niet los van elkaar worden gezien. De mate waarin opbolling van de grondwaterspiegel in het winterhalfjaar optreedt wordt sterk gestuurd door het neerslagoverschot in de winter maar tegelijkertijd bepaald door de diepte waarop het grondwater zich in het najaar bevindt. Wanneer de zomer voorafgaand aan de winter droog is een groter neerslagoverschot nodig om het systeem op druk te krijgen en dus kwel aan maaiveld te krijgen.
In de huidige situatie functioneert het systeem in natte jaren zo dat er over langere periode kwelfluxen met een hoge intensiteit optreden. In jaren met gemiddelde weersomstandigheden treedt kwel over korte periodes op. In droge jaren treedt er geen kwel of slechts over korter perioden kwel op.

De mate waarin kwel optreedt beïnvloed de basenverzading in de wortelzone. In Punthuizen is op een viertal momenten de basenverzadiging gemeten. Deze zijn weergegeven in figuur 46. De figuur laat zien dat de basenverzadiging over het algemeen hoog is. Opvallend is de dip begin jaren ’90. Deze valt samen met een periode waarin minder langdurig kwel optrad begin jaren ’90. De kwelfluxen in deze perioden waren dus onvoldoende om de basenverzadiging op peil te houden. Het systeem verzuurde. Helaas is er rondom de droge periode tussen 1994 en 1998 niet gemeten na de opeenvolging van drie droge jaren.

De meting in 2010 laat zien dat de basenverzadiging na natte jaren kan toenemen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het natte jaar 2007 en de nattere winters van 2008 en 2009. Kwelfluxen zijn dan dusdanig hoog dat er voldoende kwel is om het adsorptiecomplex weer geheel op te laden.

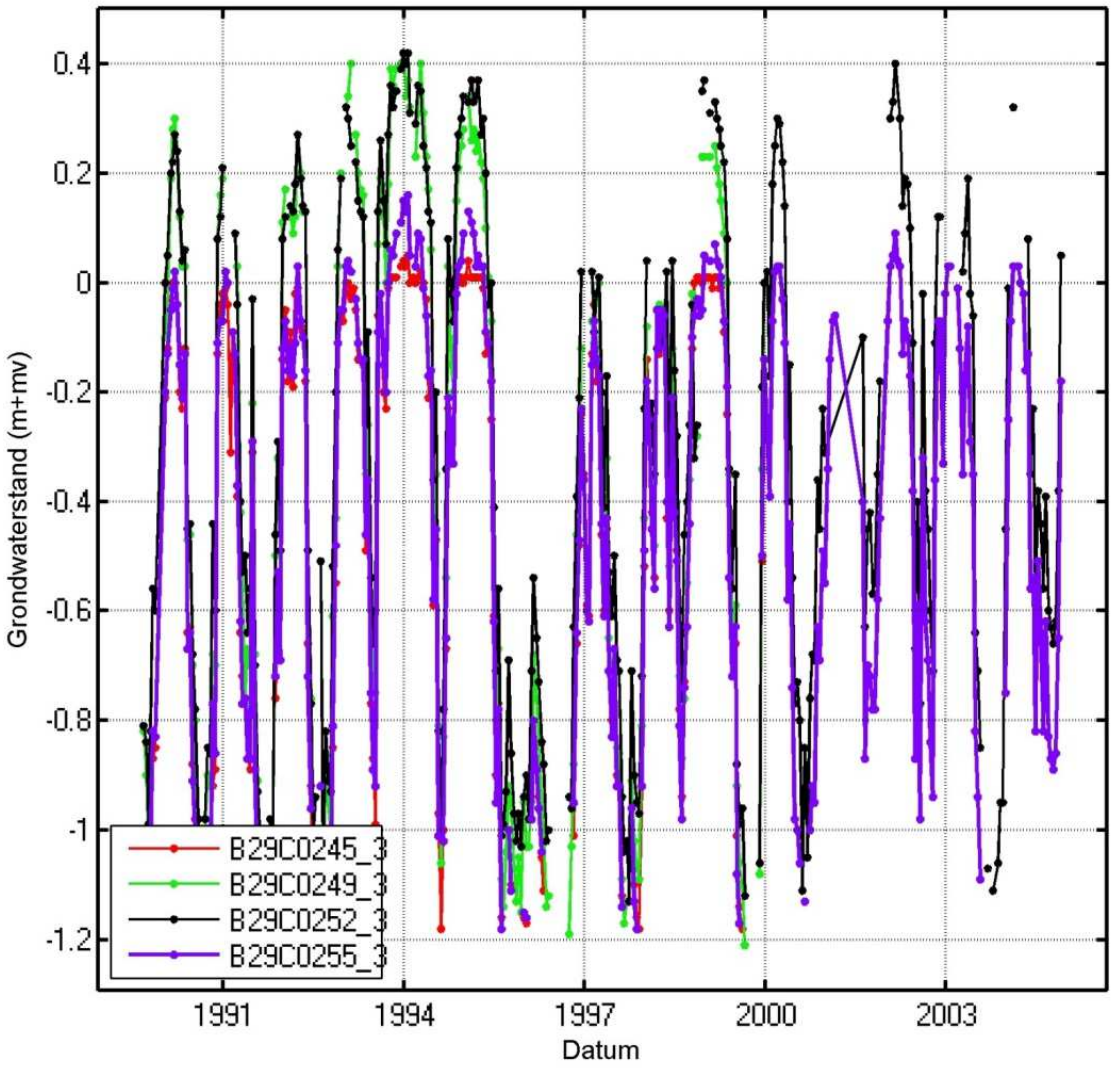


Figuur 46 Ontwikkeling van basenverzadiging in Punthuizen (Aggenbach en Cirkel, 2017a)

In figuur 47 zijn ter illustratie voor een viertal peilbuizen de meetreeksen t.o.v. maaiveld weergegeven voor de periode 1989-2004. De locaties komen overeen met de locaties waar de basenverzadiging is gemeten in het onderzoek van Aggenbach en Cirkel (2017a). De peilbuizen zijn kenmerkend voor de variatie in vegetatietypen binnen de laagte in Punthuizen. De peilbuizen bevinden zich in een gradiënt van laag naar hoog (relatief gezien binnen de laagte zelf):

- Peilbuis B29C0249: Zwakgebufferde venvegetatie, kenmerkend voor associatie van Veelstengelige waterbies
- Peilbuis B29C0252: Overgang zwakgebufferde venvegetatie naar blauwgrasland (typische subassociatie)
- Peilbuis B29C0255: Blauwgrasland (Parnassiarijke vorm)
- Peilbuis B29C0245: Combinatie Veldrusassociatie en typische subassociatie

Grondwaterstanden
De meetreeksen laten hetzelfde patroon zien als de berekende kwelfluxen in figuur 45. In het groeizoen van 1996,1997 en 1998 bijvoorbeeld treedt niet of nauwelijks inundatie van laagte op. In deze jaren vindt geen kwel naar maaiveld plaats. In de natte jaren inundeert de laagte langdurig. In 1999 bijvoorbeeld inundeert de laagte langdurig na een zeer nat najaar en een natte winter in 1998/1999. In de laagste delen staat het maaiveld dan 20-40 cm onder water. In de laagste delen waar de inundatieduur en diepte het hoogste zijn bevinden zich de zwakgebufferde vegetaties. Als de inundatieduur lager is, en het maaiveld hoger is, komt de typische subassociatie voor. De Parnassiarijke vorm van blauwgrasland komt voor op de flanken van de laagte die niet of nauwelijks inunderen. Wanneer de grondwaterstanden zich dieper onder maaiveld bevinden komen rompgemeenschappen van Blauwgrasland voor.
In de reeksen is zichtbaar dat na een droge zomerperiode, zoals in 1996,1997 en 2003 in de daarop volgende winterperiode minder hoge standen optreden en minder langdurig kwel naar maaiveld optreedt. Uitzondering hierop vormen de droge zomers die worden gevolg door een winter met een hoger dan gemiddeld neerslagoverschot zoals de winter van 1998/1999.

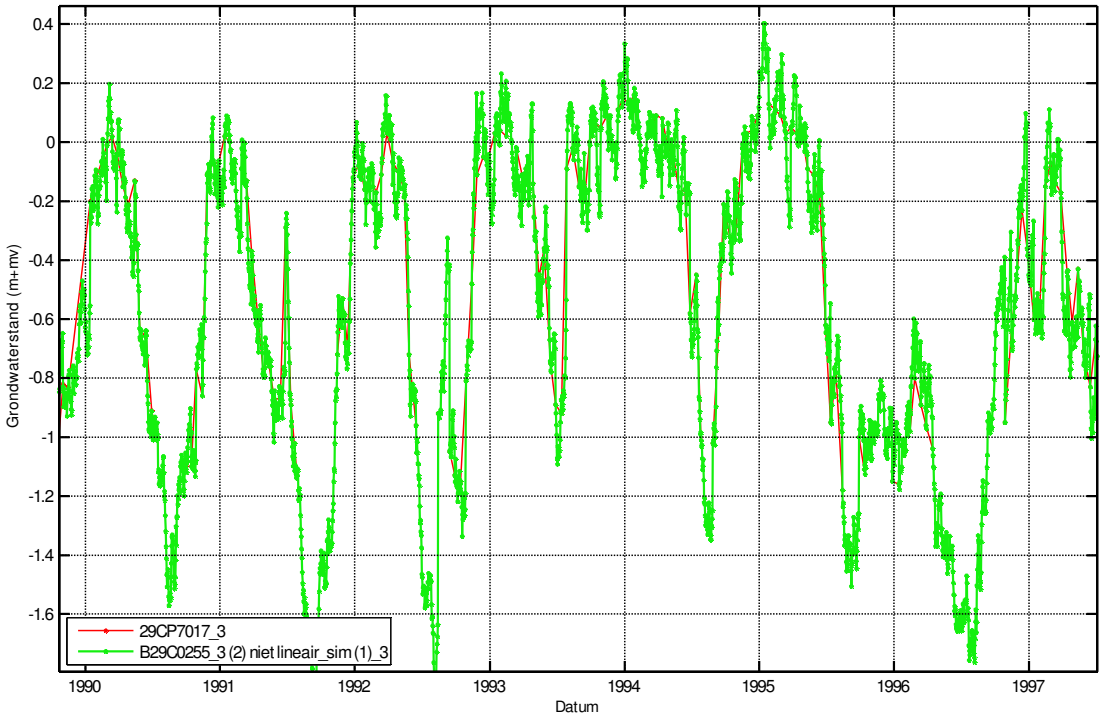


Figuur 47 Meetreeksen grondwaterstanden (diepste filters) voor enkele kenmerkende punten op de gradiënt in de centrale laagte in Punthuizen. De locaties komen overeen met de locaties waar de basenverzadiging is gemeten in het onderzoek van Aggenbach en Cirkel (2017a)

Uit de trendanalyse die op basis van vegetatiekarteringen en soort verspreiding van indicatorsoorten is uitgevoerd (zie paragraaf 2.2) blijkt dat kwaliteit van de habitattypen in zowel Punthuizen als Stroothuizen onder druk staat. Met name de zwak gebufferde venvegetaties en de blauwgraslanden vertonen een negatieve trend. Die trend is zichtbaar over meerdere decennia maar ook tussen de karteringen uitgevoerd 2001 en 2010 is een negatieve trend zichtbaar. De kwaliteit van habitattypen neemt dus ook in de huidige situatie nog af. In de hydrologische situatie is in die periode niks veranderd. Daarom is middels tijdreeksanalyse bepaald in hoeverre verschillen weersomstandigheden van invloed zijn op de grondwaterstanden en inundatieduur. Omdat er na 2003 nauwelijks metingen beschikbaar zijn, zijn middels tijdreeksanalyse op basis van neerslag en verdamping de reeksen verlengd t/m 2016.

De tijdreeksanalyse is uitgevoerd met behulp van het programma Menyanthes. Neerslag en verdamping zijn als verklarende factoren ingevoerd. Omdat de laagtes in Stroothuizen en Punthuizen in de winter inunderen en de waterstanden hier worden afgetopt vertonen de grondwaterstandsreeksen hier niet lineair gedrag. Daarom zijn voor deze locaties zowel lineaire als niet lineaire tijdreeksmodellen opgesteld. Voor de laagtes met inundatie vertonen de niet lineaire tijdreeksmodellen de beste resultaten. Deze zijn daarom gebruikt voor verdere analyse. Als voorbeeld zijn de gemeten en gesimuleerde reeks opgenomen van peilbuis B29C0256. De statistieken van de tijdreeksmodellen en de op basis van de tijdreeksanalyse berekende verschillen zijn opgenomen in bijlage 4b. De gxg's die op

basis van de gesimuleerde tijdreeksen zijn berekend voor de verschillende perioden en de berekende verschillen tussen de perioden zijn terug te vinden in bijlage 4c. In kaartenbijlage staan kaarten opgenomen waarop de verschillen voor Punthuizen en Stroothuizen ruimtelijk staan weergegeven.

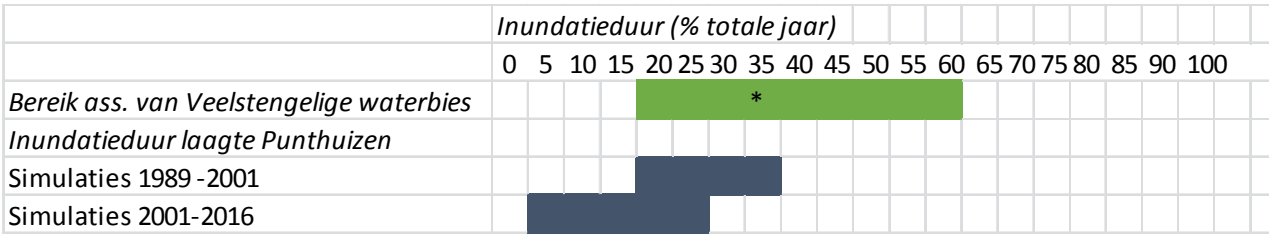


Figuur 48 Voorbeeld van een gemeten en gesimuleerde (niet lineair) reeks van peilbuizen B29C0256 aan de rand van de centrale laagte in Punthuizen

Wanneer de periode 1989-2001 wordt vergeleken met de periode 2001-2016 vallen een aantal zaken op:

- De verschillen in gxg's in Punthuizen tussen de beide perioden zijn groter dan in Stroothuizen, zowel in het voorjaar als in de zomer.
- Deze verschillen zijn te verklaren doordat Punthuizen een veel lokaler systeem is dan Stroothuizen en daardoor meer door weersomstandigheden wordt beïnvloed.
- In Punthuizen lopen de verschillen op tot 15-20 centimeter in zowel winter, voorjaar als zomer.
- In Stroothuizen varieert de invloed van de weeromstandigheden binnen het gebied. De gebiedsdelen die onder invloed staan van lokale grondwatersystemen (westzijde en zuidzijde) tonen verschillen in grondwaterstanden in winter en voorjaar die overeenkomstig zijn met de verschillen in Punthuizen. Aan de west- en zuidzijde zijn ghg's ook aanzienlijk lager in de periode 2010-2016 dan in de periode 1989-2001 en qua orde grootte zijn de verschillen vergelijkbaar met die in Punthuizen. Dat betekent dat in Stroothuizen de lokale systemen die worden gevoed vanuit de dekzandruggen ook gevoelig zijn voor weeromstandigheden. Deze liggen vooral aan de west en zuidzijde. Het Oortven en Ronde ven worden bijvoorbeeld voornamelijk gevoed uit lokale systemen (Jansen en Aggenbach, 1991). In de centrale slenk die door dieper grondwater gevoed worden zijn nauwelijks weersinvloeden waarneembaar. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de centrale laagte wordt gevoed vanuit een groter grondwatersysteem met een groter intrekgebied.
- Binnen Punthuizen zijn in de winter (ghg) en voorjaar (gvg) de verschillen op de flanken van de laagte en op de dekzandruggen groter dan in de laagte zelf, omdat de opbolling in de dekzandruggen en het optreden van basenarme kwel sterk afhankelijk is van het neerslagoverschot.
- In de zomer zijn in Punthuizen de grondwaterstanden in 2001-2016 7-21 cm lager dan in de jaren '90.

- In de laagte in Punthuizen is de inundatieduur duidelijk afgenomen. In de jaren '90 inundeerde de laagte 20-40% van het jaar. Tussen 2001 en 2016 5-25% van het jaar. Verschillen in inundatieduur binnen de laagte worden veroorzaakt door verschillen in maaiveldhoogtes. De laagste gelegen delen inunderen vanzelfsprekend langer dan de hogere delen. In figuur 49 is ter illustratie het bereik in inundatieduur in de centrale laagte in Punthuizen opgenomen voor de periode 1989-2001 en de periode 2001-2016. De inundatieduur voor de gesimuleerde reeksen zijn per beschouwde opgenomen in bijlage 4c.
- Binnen Punthuizen treden ruimtelijk gezien ook verschillen op. Met name de delen van de laagte waar zich rompgemeenschappen van het blauwgrasland bevinden maar ook de flanken van de laagte en de dekzandruggen laten de grootste verschillen zien tussen de beide perioden. Dit zijn veelal ook de locaties waar uit de trendanalyse bleek dat enkele kritische soorten verdwenen zijn of in bedekking achteruit zijn gegaan (zie paragraaf 2.3). Maar ook binnen de goed ontwikkelde delen laten de bedekkingen van indicatorsoorten tekenen zien van verdroging en verzuring (paragraaf 2.3).



Figuur 49 Inundatieduur centrale laagte in Punthuizen afgeleid uit simulaties voor de periode 1989-2001 en de periode 2001-2016 vergeleken met de vereiste randvoorwaarden voor de associatie van Veelstengelige waterbies (NOV rapport 3.1 De gewenste vereisten van terrestische natuurdoeltypen; Aggenbach et al., 1998)

Op basis van de uitgevoerde tijdreeksanalyse blijkt dat er als gevolg van weersinvloeden in de periode 2001-2016 sprake is van lagere grondwaterstanden dan in de periode 1989-2001. De grootste verschillen zijn zichtbaar in de lokale systemen in Punthuizen en aan de west- en zuidzijde van Stroothuizen. De waargenomen veranderingen komen overeen met het beeld (locaties en patronen) uit de trendanalyse die voor vegetatietypen en indicatorsoorten is uitgevoerd (paragraaf 2.2). Er treedt verdroging en verzuring op waardoor de habitattypen in kwaliteit achteruit zijn gegaan. Deze achteruitgang is vooral zichtbaar in de vegetatietypen die kritisch zijn qua grondwaterdynamiek en qua basenverzadiging. Dat zijn de zwakgebufferde venvegetaties en de blauwgraslanden.

De verschillen in weeromstandigheden verklaren niet de waargenomen achteruitgang binnen de centrale slenk in Stroothuizen. De verschillen in grondwaterstanden tussen de beide periodes zijn in de centrale slenk niet groot (enkele centimeters), terwijl wel duidelijk veranderingen in de vegetatie optreden. De afgenomen oppervlakte van zwakgebufferde venvegetaties kan hier wel verklaard worden vanuit een minder lange inundatieduur, maar de waargenomen verzuring is het gevolg van een te lage basenverzadiging veroorzaakt door te weinig kwel en ophoping van organische stof (Aggenbach en Cirkel, 2017a). Daarnaast speelt de kwaliteit van het toestromend grondwater (vermesting) hier een rol (Aggenbach en Cirkel, 2017b).

2.5 Ecologische randvoorwaarden

Voor het bepalen van de ecologische randvoorwaarden is gebruikt gemaakt van de profielendocumenten die voor de verschillende habitattypen zijn opgesteld inclusief de bij deze profielendocumenten behorende leeswijzer en de applicatie ecologische vereisten habitattypen (KWR, 2009).

Gemiddelde voorjaargrondwaterstand

De randvoorwaarden voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand is op vegetatietypeniveau bepaald. Daarbij zijn de gebruikte waarden uit Waternood gekozen. Deze komen overeen met de ranges uit de ecologische vereisten.

Zomergrondwaterstanden

Het profielendocument voor het habitattype Blauwgrasland geeft aan dat op minerale bodems de variatie in laagste grondwaterstanden groter is, dan op veen gronden en afhankelijk van het type grondwatersysteem. Op pagina 3 en 4 van het profielendocument staat ten aanzien van de laagste grondwaterstanden het volgende:

"Sommige blauwgraslanden op zand blijken te verzuren als de laagste grondwaterstanden dieper dan ca. 0,7 m onder maaiveld zakken, doordat dan geen capillaire nalevering van basenrijk water meer optreedt. Ook in blauwgrasland dat gevoed wordt door kwel uit regionale kwelsystemen zakt de grondwaterstand meestal niet veel dieper weg. In sommige blauwgraslanden waar periodiek basenrijk water uit lokale systemen tot in maaiveld opkwelt, komt blauwgrasland ook voor bij dieper (tot ca. 1 m onder maaiveld) wegzakkende grondwaterstanden. Om grenswaarden voor duurzaam voorkomen te kunnen bepalen is inzicht in de lokale situatie noodzakelijk."

De centrale slenk in Stroothuizen wordt gevoed door water uit een bovenlokaal systeem. Het grondwater dat opkwelt in de laagte is dus niet afkomstig van de aangrenzende dekzandruggen in het natuurgebied, maar is komt uit een groter intrekgebied aan de zuid-/zuidoostzijde van het natuurgebied. De grondwaterstanden zakken hier in de huidige situatie dan ook niet diep onder maaiveld weg. Als randvoorwaarde voor de Blauwgraslanden in Stroothuizen is daarom een glg van 70 centimeter onder maaiveld aangehouden overeenkomstig met het profielendocument voor situatie met kwel uit regionale systemen.

In Punthuizen treedt kwel in de winter kwel op uit een lokaal systeem. In de zomer is Punthuizen een infiltratiegebied. Hier vindt geen voeding met diep grondwater plaat gedurende het zomerhalfjaar, daarom zal de grondwaterstand ook in een niet verstoorde situatie hier dieper wegzakken dan in Stroothuizen. Voor Punthuizen is gekozen voor een gebiedsspecifieke randvoorwaarde, die rekening houdt met het systeemfuctioneren, voor de gemiddeld laagste grondwaterstand. De gekozen waarden komen voort uit de positie van de vegetatietypen op de gradiënt, de trendanalyse van vegetatie en de uitgevoerde tijdreeksanalyse op gemeten grondwaterstanden.

Uit de trendanalyse (paragraaf 2.2) is gebleken dat de blauwgraslanden en zwak gebufferde venvegetaties binnen Punthuizen een negatieve trend vertonen. In de delen van centrale laagte die ingenomen worden door rompgemeenschappen zijn de grondwaterstanden in voorjaar en zomer in de actuele situatie het laagst. In de delen met goed ontwikkelde gemeenschappen treden eveneens veranderingen op. Door verdroging nemen de zwakgebufferde venvegetaties in omvang en kwaliteit af en ook de blauwgraslanden vertonen tekenen van verdroging.

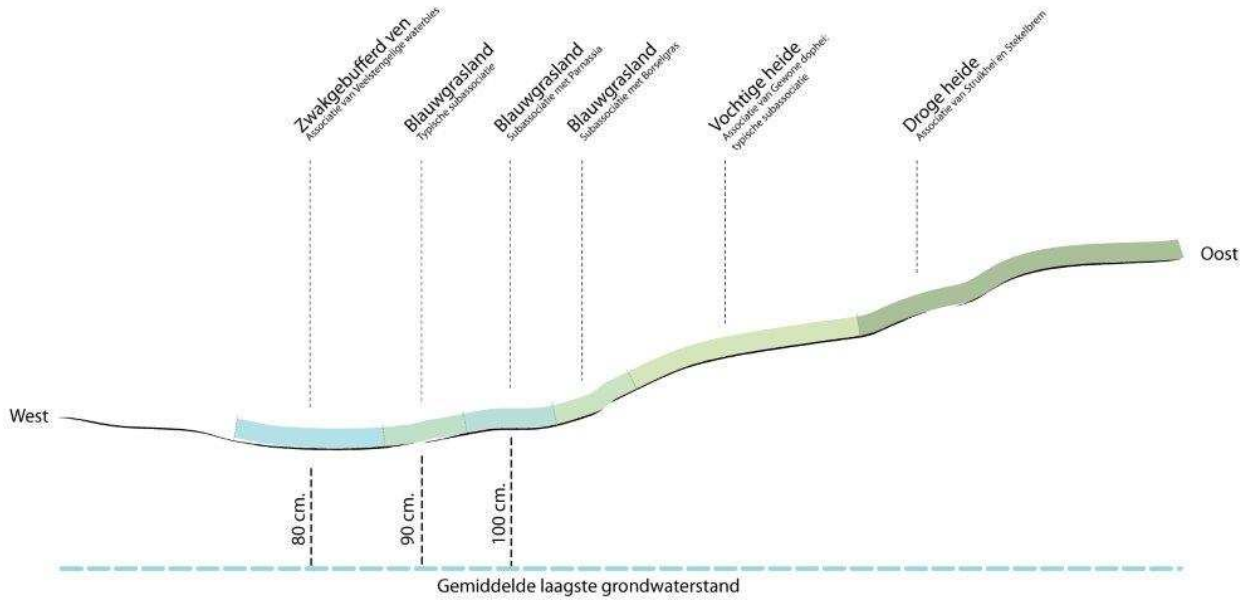
Die achteruitgang wordt door verschillende dingen veroorzaakt. Als gevolg van de uitgevoerde ruilverkaveling in de periode 1962-1968 zijn grote delen van het Denekamper veld ontgonnen. Als gevolg van die ontginning zijn de grondwaterstanden in de resterende natuurgebieden gedaald en is de hoeveelheid kwel binnen Punthuizen en Stroothuizen afgenomen. Daardoor is verdroging en verzuring opgetreden. Daarnaast spelen weersinvloeden een rol. De glg was in de afgelopen 15 jaar 5 tot 20 cm lager dan in de jaren '90. Tussen 2001 en 2016 was de glg op locaties met goed ontwikkeld blauwgrasland 110 tot 130 cm – maaiveld.

Dit geeft aan dat Punthuizen in de huidige situatie zeer gevoelig is voor grondwaterstandsdaling en dat de huidige grondwatersituatie onvoldoende is om achteruitgang van de kwaliteit van het Blauwgrasland te voorkomen. Het systeem is gevoelig voor droge winter en zomers. In droge jaren komt er onvoldoende kwel in maaiveld, waardoor de basenverzading onderuit zakt. Het gebied is daarom gebaat bij een minder grote dynamiek in grondwaterstanden. In jaren dat de glg op de rand van slenk (zie figuur 48) ondieper wegzakt dan 100 cm-maaiveld treedt in de winter daarna vrijwel altijd kwel van

basenrijk water op. Als de grondwaterstand in de zomer dieper wegzakt, treedt alleen kwel in de winter op wanneer het neerslagoverschot hoger dan gemiddeld is.

Het is de vraag bij welke gemiddeld laagste grondwaterstand in de zomer er in een droger dan gemiddelde winter nog kwel aan maaiveld optreedt. De eerdere analyse laat zien dat bij een neerslagoverschot in het winterhalfjaar van 200mm of minder (zie jaren 1996, 1997) er geen inundatie van de laagte en geen kwel optreedt. Daarbij is ook de diepte van de zomergrondwaterstanden in de zomer voorafgaand aan het winterhalfjaar van belang. Hoe dieper de zomergrondwaterstanden, hoe meer neerslag er nodig is om het grondwater aan maaiveld te krijgen.
In Punthuizen komt een porositeit van 0,2 voor (Bot, 2011). Dat betekent dat bij een gemiddeld laagste grondwaterstand van 100 cm min maaiveld, het water nog net aan maaiveld komt bij een neerslagoverschot in het winterhalfjaar van 200 mm. Daarmee is glg grens van 100 cm min maaiveld een logische ondergrens. Immers bij diepere zomergrondwaterstanden treedt in droge winterperioden geen kwel op, waardoor verzuring en verdroging kunnen optreden.

De verschillende vegetatietypen binnen het blauwgrasland komen op verschillende posities voor op de gradiënt. De subassociatie met Parnassia komt binnen de centrale laagte met Blauwgrasland op de hoogste delen voor. Hiervoor is een ondergrens van de glg van 100 centimeter, overeenkomstig met het profielendocument aangehouden en de wens om ook in winters met een laag neerslagoverschot de grondwaterstand tot in maaiveld te laten stijgen.
De typische subassociatie van het Blauwgrasland en de associatie van Veelstengelige waterbies liggen lager op de gradiënt. Omdat de grondwaterspiegel in de zomer nagenoeg vlak ligt bevindt de grondwaterstand zich hier ondieper onder maaiveld. De randvoorwaarden voor deze typen houden daarom rekening met de aanwezige gradiënt in maaiveldshoogte. Dit is schematisch weergegeven in figuur 48. Voor de locaties lager op de gradiënt waar de typische subassociaties voorkomt is een ondergrens voor de glg van 90 centimeter aangehouden. In de laagste delen waar Blauwgrasland in mozaïekvorm voorkomt met de Associatie van Veelstengelige waterbies is een ondergrens voor de glg van 80 centimeter aangehouden.
Voor de heischrale variant van het blauwgrasland (subassociatie met Borstelgras) is geen glg grens aangehouden, omdat deze zich hoger op de gradiënt bevindt en minder kritisch is wat betreft basenverzadiging.



Figuur 50 Hydrologische randvoorwaarden gemiddeld laagste grondwaterstand voor habitattypen/vegetatietypen op de hydrologische gradiënt in Punthuizen

Samengevat:

1) er is gekozen voor gebiedsspecifieke glg randvoorwaarde die gericht is op het functioneren van het lokale hydrologisch systeem in Punthuizen.

2) Voor het goed functioneren van dit systeem is opbolling in dekzandruggen, een voldoende hoge drainagebasis/zomergrondwaterstand en inundatie van de laagtes belangrijk voor optreden kwel/basen

3) de vegetaties die afhankelijk zijn van dit systeem staan op de flanken van hoog naar laag: subassociatie Parnassia, Typische subassociatie, Associatie van Veelstengelige waterbies). Maaiveldverschillen over deze gradiënt zijn 10-20 cm.

4) om het lokale hydrologische systeem te laten functioneren, moet bij een relatief laag neerslagoverschot van 200 mm de gws aan maaiveld voorkomen op de hogere delen van de gradiënt waar subassociatie Parnassia groeit. Bij een lager neerslagoverschot komt basenrijk grondwater niet of onvoldoende in maaiveld

5) Binnen de laagte komen verschillen voor in maaiveld. De basenrijke vegetaties aan de rand van de laagte vormen het meest kritisch punt in dit systeem, omdat deze het hoogste liggen op de flank. De glg heeft een vlakke vorm in de zomer. Als de glg voldoet aan de eis van 100 cm-mv op de flank, ligt de GLG lager in slenk automatisch ondieper aan maaiveld

6) op deze lagere delen van de slenk, waar de typische subassociatie voorkomt en nog lager de Veelstengelige waterbies, ligt de glg dan op circa 90 en 80 cm-mv. Deze waardes zijn ook aangehouden als gebiedspecifieke glg eis in voor deze vegetaties.

Inundatieduur

Naast voldoende hoge grondwaterstanden in voorjaar en zomer is de inundatieduur in de laagten in Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld een belangrijke sturende factor voor de in het gebied aanwezige gradiënten in vegetatietypen/habitattypen.

Inundatieduur is niet als ecologische randvoorwaarde onderscheiden in de database ecologische vereisten. In die applicatie staat alleen aangegeven dat de in het gebied voorkomende habitattypen slecht bestand zijn tegen inundatie met voedselrijk water

In het rapport “De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van pleistoceen Nederland” (Aggenbach et al, 1998) staan, op basis van overschrijdingsduurlijnen uit (grond)waterstandsmetingen, voor een groot aantal vegetatietypen bandbreedtes voor inundatieduur uitgewerkt. Inundatieduur wordt hierin weergegeven als het percentage van het jaar waarin inundatie optreedt.
Veel vegetatietypen binnen het gebied kennen grote bandbreedtes en komen zowel in situaties voor waar wel en waar geen inundatie optreedt. Voor deze vegetatietypen lijkt het wel of niet optreden van inundatie daarmee geen onderscheidende factor. De associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies komt in Nederland bijvoorbeeld voor op locaties die niet of grote delen van het jaar inunderen. Het overgrote deel van de beschouwde locaties kent echter een geringe inundatieduur die gemiddeld ca 8% van het jaar beslaat.
Ook blauwgraslandvegetaties komen zowel voor op locaties die wel maar ook niet inunderen. De inundatieduur is over het algemeen laag. Specifiek voor Punthuizen is echter dat de subassocatie met Parnassia duidelijk buiten de inundatiezone van de laagte ligt in een smalle overgang naar heischraal grasland en natte heidevegetaties. De overige typen blauwgraslanden inunderen allemaal. Ook in Stroothuizen treedt in de centrale slenk met blauwgraslandvegetaties inundatie op.
De associatie van Veelstengelige waterbies vertoont wel een duidelijk relatie met de inundatieduur. Deze inundatieduur ligt voor dit vegetatietype gemiddeld op 35% van het jaar. De volledige bandbreedte ligt tussen 20 en 60% van het jaar (Aggenbach et al, 1998).
Omdat alleen de zwakgebufferde venvegetaties een voor hun voorkomen een duidelijke relatie met de inundatieduur vertonen is alleen voor locaties met dit vegetatietype de inundatieduur als randvoorwaarde meegenomen. Voor de andere typen is inundatieduur geen duidelijk onderscheidende factor.

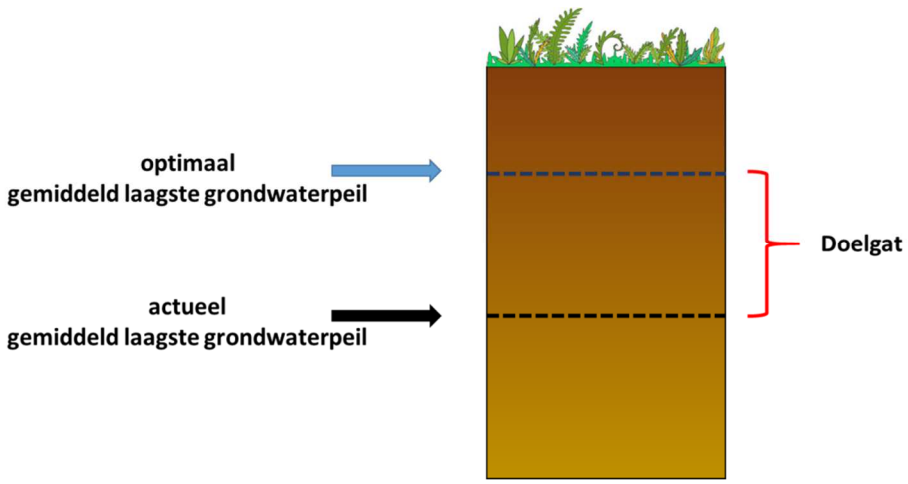
3 Synthese systeemfunctioneren en huidige situatie (doelgat) per deelgebied

Ondanks de geringe hoogteverschillen van enkele meters in dit dekzandlandschap is de uitwerking op de eco-hydrologische gradiënt groot. De directe afwisseling van dekzandruggen en slenkenstructuren accenturen deze kleinschalige hoogteverschillen. De slenken met drempels vormen in natte perioden de drainagebasis van de deelsystemen Punthuizen, Beuninger Achterveld en Stroothuizen. Het samenspel van het regionale grondwatersysteem en de lokale grondwatersystemen leidt per deelgebied tot een karakteristiek ensemble van vegetatietypen/habitattypen. De vegetatiegradiënten zijn geen toeval, maar hebben een verklaarbare relatie vanuit het reliëf en het samenspel tussen die watersystemen. De dynamiek in dit soort landschappen laat zich niet makkelijk duiden. Naast grondwaterstanden gaat het gelijktijdig over inundatieduur en basenverzadiging. Daarnaast blijkt dat weersinvloeden snel doorwerken. Al deze invloeden weerspiegelen zich in meer of minder dynamische vegetatiegradiënten. Het beoordelen van de kwaliteit van de vegetatietypen/habitattypen moet tegen deze dynamiek afgezet worden. Daarnaast is het zaak om verdroging, verzuring en vermesting te duiden. Het gaat daarbij om de verschillen tussen de huidige en de gewenste situatie. Het zogenaamde doelgat: voor grondwaterstanden, inundatieduur, en basenverzadiging. Verandering in soorten en vegetatietypen geven informatie over veranderingen in standplaatscondities. De verarming binnen vegetatietypen wordt daarom eveneens in deze paragraaf beschreven.

De mate waarin invloed van basenrijk grondwater kan plaatsvinden wordt gestuurd door een drietal factoren:

1. De regionale drainagebasis (c.q. de zomergrondwaterstanden)
2. De mate van opbolling van het freatisch grondwater in winter en voorjaar
3. De inundatieduur en het inundatieniveau van de laagte

Voor alle deelgebieden is beschreven in hoeverre de actuele grondwatersituatie voldoet aan de randvoorwaarden die vanuit de hiervoor beschreven bronnen worden gesteld. Dit wordt ook wel het doelgat genoemd: het verschil tussen de actuele en optimale grondwatersituatie. Veel vegetatietypen kennen bandbreedtes waarbij t.o.v. van de onderkant van de optimale bandbreedte wordt getoetst. In figuur 51 is een versimpelde schematische weergave gegeven van het doelgat.



Figuur 51 Versimpelde schematische weergave doelgat (Unie van Bosgroepen, 2016)

Op basis van de ecologisch vereisten is voor de grondwaterstanden op peilbuislocaties met habitattypen het doelgat bepaald. Hiervoor zijn de gxg's die berekend zijn voor de periode 2001-2016 als uitgangspunt

genomen omdat deze representatief zijn voor de actuele situatie en omdat de habitattypekaart is gebaseerd op de vegetatiekartering uit 2010.

3.1 Punthuizen

De hydrologische omstandigheden in Punthuizen worden sterk gestuurd door de weersomstandigheden. Dat maakt het gebied gevoelig voor zowel droge winters als voor langdurige periode van droogte in de zomer. In droge winters is basenrijk water niet in staat om de in maaiveld uit te treden. Wanneer de winter vooraf wordt gegaan door een droge zomer waarin de grondwaterstanden diep wegzakken is een groot neerslagoverschot in de daarop volgende winter nodig om het systeem voldoende “op druk te krijgen”.
De analyse van basenverzadiging (Aggenbach en Cirkel, 2017a) laat zien dat na een droge winter de basenverzadiging sterk terug kan lopen omdat basenrijke kwel in droge winters onvoldoende het maaiveld kan bereiken en omdat het gebied gevoelig is voor verzuring vanwege hoge pyrietgehalten in de bodem. In natte winters treden, zeker aan de bovenstroomse kant van de centrale laagte, hoge kwelfluxen op waardoor de basenverzadiging zich kan herstellen. De kwelfluxen aan de westzijde van de laagte zijn echter aanzienlijk lager. Dit heeft enerzijds een natuurlijk oorzaak. De beschouwde punten liggen niet in de aanvoerrichting van het grondwater. Dit is wel het geval voor de punten aan de oost en zuidzijde van de laagte. Tegelijkertijd staan deze punten sterker onder invloed van ontwatering in de omgeving. Er treedt niet of nauwelijks opbolling van de grondwaterstand op in de westelijke zandrug, als gevolg van ontwatering direct ten westen van deze dekzandrug. Daarnaast is er meer invloed van diepere ontwateringsmiddelen in de omgeving zoals de Puntbeek op deze locaties. Diep wegzakkende grondwaterstanden in de zomer zijn zowel van invloed op de vochtvoorziening als op verzuringscapaciteit van de bodem.

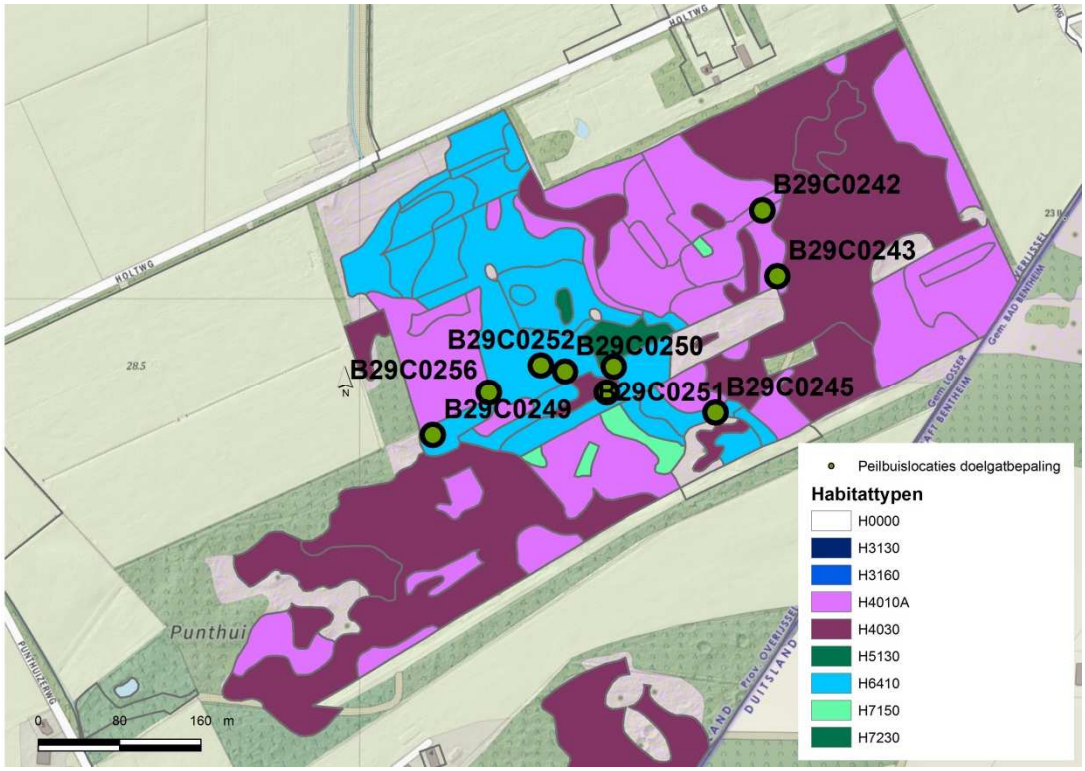
De analyse van grondwaterstanden (paragraaf 2.4) toont aan dat de grondwaterstanden in de periode 2002-2010, door weersinvloeden, aanzienlijk lager waren dan in de jaren ’90 en over een klimaatonafhankelijke periode van 40 jaar (1976-2016). De zomergrondwaterstanden in de periode tot aan 2010 liggen in de laagte van Punthuizen ca 20 cm lager. Ook de winter- en voorjaarsgrondwaterstanden liggen 5-15 centimeter lager dan in de jaren ’90 (zie bijlage 4 en Bor, 2017).

Het bovenstaande geldt niet alleen voor de grondwaterstanden. Ook de inundatieduur ligt in de periode 2002-2010 in de centrale laagte aanzienlijk lager dan in de jaren ’90 en over een klimaatsonafhankelijke periode van 40 jaar. Op veel locaties is de inundatieduur tussen 2002 en 2010 suboptimaal (28%)(of ligt deze zelfs ver onder de onderrand op ca 9% (zie paragraaf 2.4).

Deze verschillen in grondwaterstanden en inundatieduur verklaren de waargenomen veranderingen in de vegetatie. Door de drogere omstandigheden, als gevolg van enkele opeenvolgende drogere jaren, nemen de meest kritische vegetaties in omvang of bedekking af, of er zijn verschuiven naar een lagere positie op de gradiënt waargenomen. Waar de grondwaterstanden zich in de jaren ’90 aan de rand van of net onder het (sub)optimale) bereik bevonden, neemt het doelgat tussen in de huidige situatie (2002-2016) door langdurig droge periode in omvang toe. De inundatieduur van de laagte is zover afgenomen dat de zwakgebufferde venvegetaties in omvang en kwaliteit zijn afgenomen.

In de actuele situatie is sprake van zowel verdroging als verzuring. In de centrale laagte zijn op de locaties waar blauwgrasland voorkomt de grondwaterstanden in de zomer 20-25 cm te laag. Op de flanken maar ook op de allerlaagste delen waar zwakgebufferde venvegetaties voorkomen is het doelgat groter en loopt op tot 40-50 cm. Het feit dat dit doelgat groter is, hangt samen met de positie van de peilbuis in het systeem (hoogteligging en het vegetatype waarin de buis staat omdat deze de randvoorwaarde bepaald waaraan het vegetatietype moet voldoen. Peilbuis B29C0249 bevindt zich van alle peilbuizen het laagst op de gradient. Het doelgat is hier groot omdat hier zwak gebufferde venvegetaties voorkomen die een strenge glg eis kennen (80 cm). Peilbuis B29C0245 bevindt zich in een slenk die doorloopt tot in de centrale laagte van Punthuizen. Deze buis ligt dus hoger in het systeem.

Hier komt in de actuele situatie sterk verdroogd en verzuurd blauwgrasland voor dat in kwaliteit achteruit is gegaan (zie trendanalyse paragraaf 2.2.) In 2010 werd de vegetatie hier als Romgemeenschap van het Blauwgrasland (Veldrusassociatie) gekarteerd. Historisch gezien kwam hier de Parnassiarijke variant van het Blauwgrasland voor. Het grotere doelgat verklaart het verschil in kwaliteit tussen de blauwgraslanden in de centrale laagte en de hoger gelegen slenken. .
De grondwaterstanden in het voorjaar voldoen in delen van het gebied. Voor een deel van de beschouwde locaties is sprake van een doelgat van 5-20 centimeter. Deze bevinden zich met name op de locaties waar in de huidige situatie rompgemeenschappen van het blauwgrasland of zwakgebufferde venvegetaties voorkomen.
De locaties waar voor het deelgebied Punthuizen een doelgat is bepaald, zijn weergegeven in figuur 52. Het doelgat per peilbuislocaties is weergegeven in tabel 3.



Figuur 52 Peilbuislocaties op locaties met grondwaterafhankelijke habitattypen waarvoor een doelgat is bepaald.

			Huidig (m.-mv.)			Randvoorwaarde (m.-mv)			Doelgat (m.)	
Peilbuis	Deelgebied	Habitattype	GLG	GVG	GHG	GLG ond	GVG bov	GVG ond	GLG	GVG
B29C0258	Punthuizen	H6410	1,34	0,45	0,22		0,10	0,30		0,15
B29C0256	Punthuizen	H4010A	1,22	0,13	-0,14		0,08	0,35		-0,22
B29C0252	Punthuizen	H6410	1,10	0,03	-0,18	0,90	0,05	0,22	0,20	-0,19
B29C0251	Punthuizen	H6410	1,24	0,11	-0,12	1,00	0,02	0,15	0,24	-0,04
B29C0250	Punthuizen	H6410	1,25	0,13	-0,16	1,00	0,02	0,15	0,25	-0,02
B29C0249	Punthuizen	H6410	1,31	0,10	-0,11	0,80	-0,35	-0,10	0,51	0,20
B29C0245	Punthuizen	H6410	1,42	0,28	0,10	1,00	0,02	0,15	0,42	0,13
B29C0243	Punthuizen	H4010A	1,51	0,32	0,13		-0,02	0,25		0,07
B29C0242	Punthuizen	H4010A	1,60	0,39	0,18		0,08	0,35		0,04

Legenda

	Grondwaterstand te laag
	Grondwaterstand nagenoeg op ondergrens optimale bereik
	Grondwaterstand binnen randvoorwaarden
	Geen randvoorwaarden

Habitattypen

H6410	Blauwgraslanden
H4010A	Vochtige heiden

Tabel 3 Doelgat huidige situatie in Punthuizen (periode 2001 t/m 2016))

Voor zwakgebufferde venvegetaties is de inundatieduur in de centrale laagte van Punthuizen bepaald op basis van de gesimuleerde tijdreeksen met Menyanthes (zie hoofdstuk 2 en bijlage 4). In de periode 2001-2016 is de iundatieduur van de centrale laagte afgenomen ten opzichte van de periode 1989-2001. In de jaren '90 inundeerde de laagte afhankelijk van de maaiveldhoogte nog 20-35% van het jaar. Daarmee viel de inundatieduur binnen de bandbreedte van 20-60% en lag deze rond de gemiddelde optimale waarde van 35%. In de periode 2001-2016 is de inundatieduur afgenomen tot 5-25% van het jaar. Delen van de laagte bevinden zich daarmee buiten het optimale bereik en de allerlaagste delen bevinden zich nog net binnen de bandbreedte).

Samengevat: Omdat Punthuizen een lokaal grondwatersysteem is, is het zeer gevoelig voor veranderingen in weeromstandigheden. De grondwaterstanden in de jaren '90 waren voor de meest kritische habitattypen reeds te laag of bevonden zich aan de rand van het optimale bereik. Als gevolg van een langdurige periode van droogte neemt de kwaliteit en omvang van de meest kritische habitattypen af. Er zijn maatregelen nodig om duurzame instandhouding te garanderen. Daarbij is zowel een verhoging van de inundatieduur, de voorjaarsgrondwaterstanden als ook van de laagste grondwaterstanden noodzakelijk. Het is daarbij van belang om meer in het "midden" van de optimale bandbreedte te komen. Op deze manier wordt het systeem dusdanig robuust dat zowel in droge als in natte perioden de aanwezige vegetatietypen voldoende ruimte hebben om te kunnen pendelen op de gradiënt.

3.2 Stroothuizen

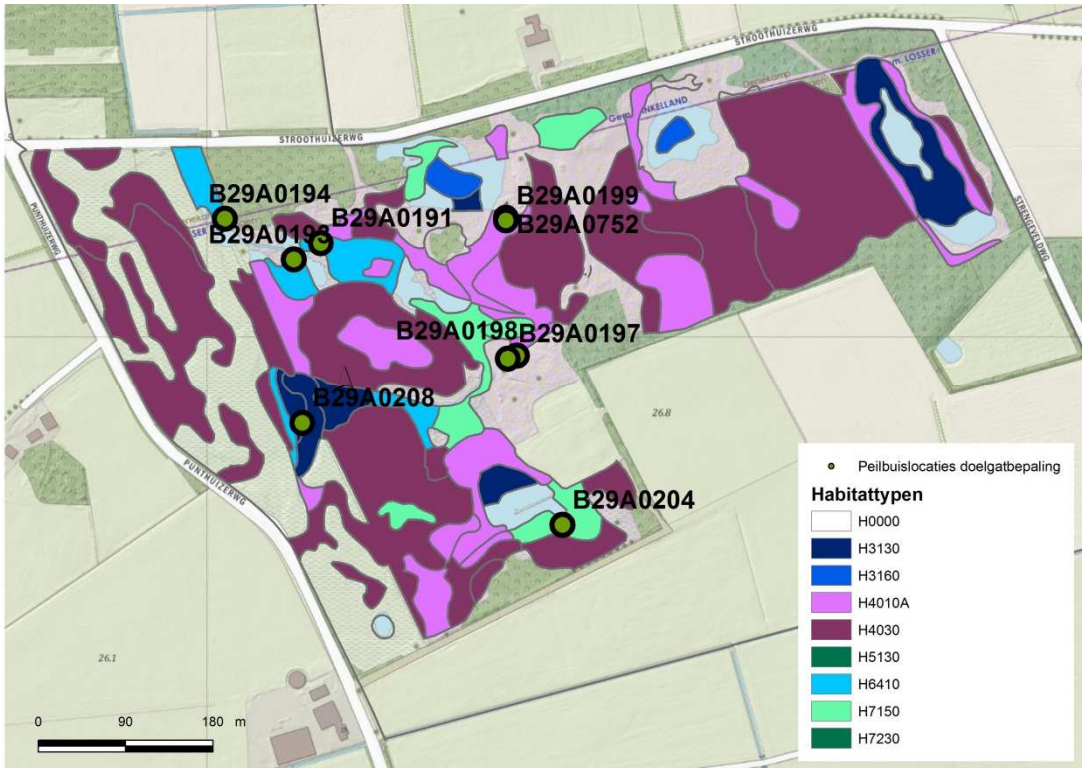
In de periode 1988-1995 (eerste helft van de jaren '90) zijn binnen Stroothuizen herstelmaatregelen uitgevoerd. De effecten van deze maatregelen zijn uitgebreid gemonitord en onder andere beschreven in Aggenbach en Jansen (2004). De herstelmaatregelen bestonden uit een meerjarenplan 1991-1995 EGM plaggen vennen en centrale slenk, de inrichting van perceel Groener[1], het dempen van een diepe sloot centraal in het reservaat, het verwijderen van drainage, het verwijderen van een dam die zorgde voor stagnatie van zuur regenwater en het plaggen van lagere delen van het reservaat.

Het effect van de herstelmaatregelen was aanvankelijk positief. De natte heide vegetaties in Stroothuizen hebben zich bijzonder fraai ontwikkeld met op de lagere delen een ontwikkeling richting veenmosrijke natte heide en op de hogere delen goed ontwikkelde vormen van de typische subassociatie van vochtige heide. In perceel Groener hebben zich doelsoorten van zwakgebufferde vennen en blauwgraslandvegetaties ontwikkeld.
Hoewel de ontwikkelingen als gevolg van de maatregelen positief zijn, hebben ze niet geleid tot duurzaam herstel van blauwgraslanden en zwakgebufferde venvegetaties. De ontwikkelingen welke in 2004 zijn beschreven door Aggenbach en Jansen, zijn na 2004 verder voortgeschreden. Een vergelijking van de karteringen uit 2001 en 2010 laat zien dat het oppervlak aan zwakgebufferde venvegetaties in de centrale slenk duidelijk is afgenomen. Deze veranderingen worden uitgebreid beschreven door Pranger en Tolman (2010) en zijn eveneens beschreven in paragraaf 2.2 (trendanalyse). Tijdens veldbezoeken (door F. Eysink en R. van Dongen) in 2016 werd geconstateerd dat deze negatieve trend zich voortzet. Zwakgebufferde venvegetaties nemen in areaal en kwaliteit af. Met name kritische, meer gebufferde soorten zoals Moerashertshooi nemen qua verspreiding af terwijl een soort als Knolrus, kenmerkend voor zure omstandigheden toeneemt.
Binnen het areaal dat als habitattype Blauwgrasland is aangewezen, komen in de huidige situatie rompgemeenschappen van blauwgraslanden en de associatie van Veldrus voor.

[1] Het in 1993/94 ingerichte perceel aan de westzijde van Stroothuizen

Deze negatieve ontwikkeling is vooral het gevolg van een te lage basenverzadiging en te diep wegzakkende grondwaterstanden in de laagste delen van het reservaat. Aggenbach en Cirkel (2017a) tonen aan dat een aanzienlijke verhoging van de kwelflux naar de wortelzone nodig is om de basenverzading op voldoende niveau te krijgen en te houden. Het effect van lagere grondwaterstanden als gevolg van de weeromstandigheden speelt net als in Punthuizen ook een rol. De verschillen in grondwaterstanden in de periode 1989-2001 en de periode 2001-2016 zijn echter minder groot. Zowel de winter, voorjaars als zomergrondwaterstanden liggen ca. 0-10 centimeter lager dan in de jaren '90 het geval was.

In tabel 4 zijn voor de grondwaterafhankelijke habitattypen de berekende doelgaten voor de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand en gemiddeld laagste grondwaterstand opgenomen. Indien een getal negatief is, is er geen sprake van een doelgat (groen). De grondwaterstanden bevinden zich binnen de gewenste range van grondwaterstanden. Is een getal positief (rood in tabel 4) dan is er sprake van een doelgat. Alleen de peilbuislocaties die daadwerkelijk in een habitattypen staan zijn meegenomen in de doelgatbepaling. De peilbuislocaties waarvoor een doelgat is bepaald zijn opgenomen in figuur 53. Opgemerkt moet worden die niet van alle relevante locaties peilbuisgegevens direct in de habitattypen beschikbaar zijn.



Figuur 53 Peilbuislocaties in Stroothuizen waarvoor een doelgat is bepaald

			Huidig (m.-mv.)			Randvoorwaarde (m.-mv)			Doelgat (m.)	
Peilbuis	Deelgebied	Habitattype	GLG	GVG	GHG	GLG ond	GVG bov	GVG ond	GLG	GVG
B29A0752	Stroothuizen	H4010A	0,71	0,23	0,08		-0,02	0,25		-0,02
B29A0208	Stroothuizen	H3130	0,63	0,02	-0,09	0,70	-0,35	-0,10	-0,07	0,12
B29A0204	Stroothuizen	H4010A	0,62	0,05	-0,05		0,08	0,35		-0,30
B29A0199	Stroothuizen	H4010A	0,73	0,13	0,02		-0,02	0,25		-0,12
B29A0198	Stroothuizen	H4010A	0,71	0,19	0,05		-0,02	0,25		-0,06
B29A0197	Stroothuizen	H4010A	0,69	0,17	0,08		-0,02	0,25		-0,08
B29A0194	Stroothuizen	H6410	0,30	-0,21	-0,42	0,70	0,02	0,15	-0,40	-0,36
B29A0193	Stroothuizen	H6410	0,67	0,04	-0,08	0,70	0,02	0,15	-0,03	-0,11
B29A0191	Stroothuizen	H6410	0,53	-0,03	-0,15	0,70	-0,35	-0,10	-0,17	0,07

Legenda

Grondwaterstand te laag

Grondwaterstand nagenoeg op ondergrens optimale bereik

Grondwaterstand binnen randvoorwaarden

Geen randvoorwaarden

Habitattypen	
H6410	Blauwgraslanden
H4010A	Vochtige heiden
H3130	Zwakgebufferde vennen

Tabel 4 Doelgat peilbuislocaties Stroothuizen (periode 2001-2016)

In Stroothuizen voldoen op de meeste punten de grondwaterstanden zowel in de voorjaars als de zomersituatie aan de ecologische vereisten. Alleen op een locatie met Blauwgrasland en een locatie met een zwakgebufferde venvegtatie zijn de grondwaterstanden in het voorjaar 7-12 cm te laag. Directe verdroging is hier dan ook geen belangrijk knelpunt. In Stroothuizen zijn een te lage basenverzadiging door te lage kwelfluxen, met als gevolg verzuring zowel in de centrale laagte met diepe kwel als in de lokale systemen zoals het Oortven en het Ronde ven het belangrijkste probleem (Aggenbach en Cirkel, 2017a). Daarnaast speelt vermesting van grondwater hier een belangrijke rol (zie Aggenbach en Cirkel, 2017b)

Samengevat: Het belangrijkste knelpunt voor Stroothuizen is een onvoldoende toestroom van basenrijk kwelwater, zowel qua duur als qua intensiteit. Dat resulteert zowel in centrale slenk, met zwakgebufferde venvegetaties en rompgemeenschappen van blauwgrasland en de associatie van Veldrus, maar ook in het Oortven, in verzuring en daarmee in achteruitgang in kwaliteit van de basenminnende vegetatietypen. Het zeer zwak gebufferde Oortven is ook verzuurd. Maatregelen die resulteren in een sterke verbetering van de toestroom van basenrijk water naar de lagere delen met de habitattypen Zwakgebufferde vennen en Blauwgrasland zijn noodzakelijk, evenals herstel van de aanvoer van zeer zwak gebufferd water naar het Oortven. Naast voldoende toevoer van basenrijk water speelt ook de grondwaterkwaliteit van het toestromende grondwater een belangrijke rol (zie paragraaf 5.2)

3.3 Beuninger Achterveld

Door Jansen (1991) is een hydro-ecologische analyse opgesteld van de Beuninger Achterheide. In de huidige situatie wordt het Beuninger Achterveld gekenmerkt voor droge en natte heidevegetaties (Pranger en Tolman, 2010). De natte heidevegetaties behoren voornamelijk tot soortenarme vorm van gewone Dophei en zijn daarmee eerder kenmerkend voor vochtige dan natte heides. Goed ontwikkelde vormen komen slechts over kleine oppervlaktes voor.
Er is weinig historische informatie bekend over de situatie voor de ruilverkaveling Denekamperveld. Jansen concludeert dat in de laagste delen van het Beuninger Achterveld vermoedelijk in het verleden wel veenmosrijke natte heidevegetaties voorkwamen en dat deze door ontwatering in de omgeving zijn verdwenen. Gezien het feit dat in het noordelijk gelegen Strengeveld voor de grootschalige ontginning zowel veenmosrijke natte heides als basenrijke vormen van blauwgrasland voorkwamen, lijkt dit aannemelijk. Dat betekent dat als gevolg van de toegenomen ontwatering de grondwaterstanden in het Beuninger Achterveld vanaf de jaren ’50 fors zijn gedaald, zowel in het voorjaar als in de zomer.

Door Pranger en Tolman (2010) is een vergelijking gemaakt tussen de karteringen uit 2001 en 2010. Zij concluderen dat het areaal aan goed ontwikkelde natte heide en het areaal aan soortenarme natte heide is toegenomen ten koste van natte heides met een groot areaal aan Pijpestrootje. Dit is het gevolg plagmaatregelen die tussen 2001 en 2010 zijn uitgevoerd. Daarnaast is de opslag van struiken en bomen op de droge heide toegenomen. Op de laagste delen zijn enorme horsten van Pijpestrootje aanwezig. Dit wijst op sterke fluctuaties in waterstanden. Ook op de als goed gekwalificeerde delen met o.a. Klokjesgentiaan staat veel Pijpestrootje. Dit geeft aan dat het gebied hydrologisch niet op orde is. Naast effecten van stikstofdepositie is er sprake van verdroging.

In het Beuninger Achterveld zijn vrijwel geen grondwaterstanden gemeten. In de hydro-ecologische analyse van Jansen (1991) zijn voor een vijftal locaties gemeten grondwaterstandsreeksen opgenomen. Deze metingen beslaan echter maar een korte periode van één jaar. Op basis van deze reeksen zijn duurlijnen opgesteld. De metingen laten zien dat de laagste delen van het Beuninger Achterveld in natte periode inunderen met regenwater. In de hogere gelegen dekzandruggen treedt in natte perioden opbolling van de grondwaterstand op waardoor in natte perioden water vanaf de dekzandruggen kan toestromen naar de laagtes. In de zomerperiode zakt de grondwaterstand weg tot meer dan 120 centimeter onder maaiveld. Op de flanken en dekzandruggen ligt de grondwaterstand in de zomer aanzienlijk dieper.

De gemeten grondwaterstanden in het rapport van Jansen (1991) komen goed overeen met de grondwaterstanden die door het grondwatermodel (Bor, 2017) berekend worden. De gemiddelde zomergrondwaterstand ligt in de laagste delen op ongeveer 120-125 cm beneden maaiveld. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand ligt op ca 40 centimeter beneden maaiveld.

Dat betekent dat de grondwaterstanden, zowel in het voorjaar als in de zomer, op de lagere delen zich aan de rand van het bereik bevinden van de voor dit doeltype (habitattype Vochtige heide) gewenste waarden. Op de flanken liggen de grondwaterstanden duidelijk te laag. Dit verklaart in belangrijke mate waarom de arealen met natte heide over grote delen te kampen hebben met sterke vergrassing. Naast de effecten van stikstofdepositie speelt ook verdroging door te lage en te snel wegzakkende grondwaterstanden hier een belangrijke rol.

4 Werkwijze uitwerking PAS maatregelen (korte termijn)

Uitgangspunt voor de uitwerking van de maatregelen zoals opgenomen in het inrichtingsplan vormen de maatregelen die opgenomen zijn in het rapport “Natura 2000 gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Dinkelland” (KWR, 2015).

Door het kennisteam Punthuizen-Stroothuizen zijn deze maatregelen verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft voornamelijk een nadere detaillering van de maatregelen, zoals opgenomen in de PAS gebiedsanalyse.

Voor een aantal maatregelen worden voorstellen gedaan om deze te laten vervallen, aan te passen of aanvullende maatregelen te nemen ten opzichte van de gebiedsanalyse. De onderbouwing bij deze voorgestelde wijzigingen is terug te vinden in paragraaf 6.2.

4.1 Uitwerking hydrologische maatregelen

Om tot een detaillering van maatregelen zijn allereerst de maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse (zie kaartenbijlage) doorgerekend met een grondwatermodel. De maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse wijken op onderdelen af van de doorgerekende maatregelen in het GGOR achtergronddocument (Waterschap Regge en Dinkel, 2011). Daarom zijn de maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse opnieuw doorgerekend.
In 2014 is er een nieuw regionaal grondwatermodel voor Twente opgeleverd (Tauw 2014). Dit model is als basis gebruikt voor de uitgevoerde modelberekeningen. Om de kwaliteit van het bestaande model te bepalen is allereerst een verificatie van het model uitgevoerd door gemeten en berekende grondwaterstanden met elkaar te vergelijken. Daarnaast zijn een aantal controles uitgevoerd op de juistheid van de verschillende modelonderdelen zoals de oppervlaktewaterpeilen, ligging en dimensionering van het oppervlaktewaterstelsel. Daarnaast bleken aanpassingen aan Duitse zijde noodzakelijk voor een juist functioneren van het grondwatermodel voor het deelgebied Punthuizen. De

doorgevoerde wijzigingen in het model en de verificatieresultaten zijn opgenomen in een aparte rapportage (Bor, 2017). De belangrijkste doorgevoerde modelwijzingen zijn:

- Aanpassing van het oppervlaktewaterstelsel. De ligging, dimensionering en peilen van de leggerwaterlopen zijn aangepast op basis van informatie versterkt door Waterschap Vechtstromen.
- De sloten die niet in beheer zijn bij het waterschap zijn op basis van de meeste recente top10 opgenomen in het model. Deze kaarten zijn gecontroleerd door een tweetal gebiedskenners. De resultaten van deze controle zijn eveneens verwerkt in het model.
- De modelbestanden in Duitsland zijn aangepast. Belangrijkste wijzingen betroffen de ligging, dimensionering en peilen van het oppervlaktewaterstelsel en het maaiveldsniveau. Informatie (hoogtebestanden, dwarsprofielen) is beschikbaar gesteld door Waterschap Vechtstromen.

Na de doorrekening van de maatregelen uit de gebiedsanalyse is een eerste toets uitgevoerd op de effecten van de maatregelen op de doelen (habitattypen) en de omgeving (landbouw, bebouwing). Daarnaast zijn de maatregelen uit de gebiedsanalyse tijdens een veld 3-daagse nagelopen in het veld en waar nodig aangevuld of gecorrigeerd. Dit heeft geresulteerd in een eerste uitwerking van maatregelen die vervolgens wederom is doorgerekend met het grondwatermodel. Met het model zijn effecten van maatregelen op grondwaterstanden (ghg,gvg,glg) en kwel bepaald. Deze effecten zijn vervolgens gebruikt om de effecten op habitattypen, landbouw en bebouwing te bepalen. De resultaten van deze analyses zijn per eigenaar verwerkt in inrichtingsvoorstellen. Deze inrichtingsvoorstellen zijn, met de eigenaren individueel middels keukentafelgesprekken, besproken. Deze rekenronde en bespreking van maatregelen heeft geleid tot een verdere detaillering van maatregelen. Voor dit maatregelenpakket is tevens het effect op erfafwatering en een toetsing van de normering wateroverlast (NBW-toets) uitgevoerd. Op basis van de resultaten van dit onderzoek (Tauw, 2017B) is vervolgens het definitieve maatregelenpakket, inclusief omgevingseffecten uitgewerkt, zoals dat is opgenomen in dit rapport en het Inrichtingsplan (Tauw, 2017c).

4.2 Uitwerking maatregelen bemesting

Voor het uitwerken van de definitieve bemestingsbeperkende maatregelen is gebruik gemaakt van de volgende hulpmiddelen:

- Handreiking Bemesting Ontwikkelopgave EHS/Natura2000 in Overijssel (Moning en Siebinga, 2016)
- Bijbehorende BemestingsMaatregelWijzer
- Onderzoek vermesting van het grondwater (Aggenbach en Cirkel 2017b)
- Stroombaanberekeningen en isohypsenpatronen berekend met het grondwatermodel (Bor, 2017)
- Expertkennis van het kennisteam

De Bemestingsmaatregelenwijzer is nadrukkelijk een hulpmiddel om risico's van bemesting voor grondwaterafhankelijke habitattypen in beeld te brengen. De uitkomsten zijn, samen met de resultaten uit het onderzoek naar vermesting van grondwater en expertkennis van het kennisteam ingezet bij de totstandkoming van een definitief pakket aan bemestingsmaatregelen.

Bij de uitwerking van maatregelen is binnen de Natura 2000 begrenzing ook rekening gehouden met de mogelijkheden voor realisatie van uitbereidingsdoelen (paragraaf 6.5). Buiten de begrenzing zijn voor Stroothuizen de resultaten van het onderzoek naar vermesting van grondwater (Aggenbach en Cirkel, 2017b) leidend. Voor de gebieden buiten de Natura 2000 begrenzing is ook rekening gehouden met de effecten van vernatting op de landbouwkundige gebruiksmogelijkheden (Aequator, 2017). Daar waar landbouwkundige gebruiksmogelijkheden zeer sterk beperkt worden door vernatting en bemestingsmaatregelen is functieverandering voorgesteld in het Inrichtingsplan.

Bemestingsmaatregelwijzer

De maatregelen voor bemesting zijn voor alle percelen in het uitwerkingsgebied uitgewerkt op basis van de Handreiking Bemesting Ontwikkelopgave EHS/Natura2000 in Overijssel (Moning en Siebinga, 2016), de bijbehorende BemestingsMaatregelWijzer en de gebiedskennis van het kennisteam.

Met behulp van de BemestingsMaatregelwijzer kan per perceel een risico-inschatting worden gemaakt voor:

- Oppervlakkige afspoeling van N en P
- Erosie (P gebonden aan sedimentdeeltjes)
- Ondiepe uitspoeling van N en P naar oppervlaktewater
- Nitraatuitspoeling naar het grondwater

Om de BemestingsMaatregelwijzer te kunnen gebruik zijn een aantal gegevens nodig. Per ingevuld item is hierna aangegeven welke informatiebronnen voor de verschillende gegevens zijn gebruikt.

De inschatting van het risico van beïnvloeding van de natuur voor overland transport en oppervlaktewater is ingeschat op basis van veldbezoeken en gebiedskennis. Op twee locaties in het gebied is sprake van een risico op overland transport. Dit betreft de percelen die aan de zuidzuide van het kerngebied Stroothuizen grenzen. Daarnaast zijn er drie percelen waar zowel een risico is op overland transport als beinvloeding via oppervlaktewater in de toekomstige situatie. Dit betreft de huidige landbouw enclave in Punthuizen en twee landbouw enclaves, gelegen tussen Punthuizen en Beuninger Achterveld. Hier worden de slenken gerealiseerd, waardoor in de toekomstige situatie water over maaiveld natuurgebieden met kwetsbare habitattypen in kan lopen.

De reistijd van het grondwater is bepaald op basis van stroombaanberekeningen die zijn uitgevoerd met het grondwatermodel. Intrekgebieden van het grondwater dat als kwel in de natuurgebieden uittreedt, zijn bepaald op basis van stroombaanberekeningen en isohypsenpatronen berekend met het grondwatermodel.
De stroombaanberekeningen (Bor 2017, bijlage 7) geven inzicht in de regionale grondwaterstroming. De stroombanen geven laten zien wat de herkomst van het grondwater is (ligging intrekgebieden) dat als kwel uittreedt in de lager gelegen delen van Punthuizen en Stroothuizen. Daarnaast geven de stroombanen inzicht in de pakketten die het grondwater doorstroomt (diepte stroombanen) en de reistijd van het grondwater. Op basis van de stroombanen zijn de intrekgebieden op regionaal niveau bepaald.
De stroombanen geven echter geen volledig inzicht in de ligging van lokale intrekgebieden, veelal dekzandruggen, waar water infiltreert en op korte afstand uittreedt als basenarme kwel. Dat is enerzijds te wijten aan de schaalgrootte (rekencellen van 25x25 meter) van het model maar komt ook doordat opbolling van grondwater in de dekzandruggen alleen in natte winterperioden gedurende korte tijd optreedt. Daarom zijn naast stroombaanberekeningen ook isohypsenpatronen voor winter (ghg) en zomerperiode berekend.
Wanneer de isohypsen (Bor 2017, bijlage 8) beschouwd valt op dat er in de winter opbolling plaatsvindt in dekzandruggen en dat er, door de aanwezigheid van drainerende sloten, lokale stromingsstelsel actief zijn. In de zomersituatie vindt er geen opbolling meer plaats en vallen perceelssloten droog waardoor de grondwaterstroming een meer regionaal karakter vertoont en de intrekgebieden van vorm veranderen.
Voor technische achtergrondinformatie over de wijze waarop de stroombanen en isohypsenpatronen zijn bepaald wordt verwezen naar de modelrapportage (Bor, 2017) en de hierin opgenomen bijlagen met isohypsenpatronen (bijlage 8 modelrapportage) en dwarsdoorsnedes met stroombanen (bijlage 7 modelrapportage).Om te bepalen of er een relatie tussen een landbouwperceel en een natuurgebied zijn de infiltratiegebieden van de drie natuurgebieden in beeld gebracht door de informatie uit de stroombaanberekeningen en isohypsenpatronen te combineren (Bor 2017). Alleen voor de percelen binnen het plangebied van waaruit water infiltreert en toestroomt naar de natuurgebieden is de bemestingsmaatregelenwijzer ingevuld Wanneer op basis van de stroombaanberekeningen en/of de isohypsenpatronen blijkt dat een perceel geheel of gedeeltelijk als infiltratiegebied voor de kwelgevoedde habitats fungeert is de bemestingsmaatregelenwijzer ingevuld. Er is dan immers sprake van een (mogelijke) relatie tussen landgebruik in het infiltratiegebied en de kwaliteit van het grondwater dat uittreedt als kwel. Voor percelen waarvoor geen relatie is aangetoond tussen infiltratie- en kwelgebied zijn is de bemestingsmaatregelenwijzer niet ingevuld en zijn geen maatregelen uitgewerkt

omdat water dat in deze gebieden infiltreert het natuurgebied niet bereikt. Bij het uitwerken van maatregelen is ook rekening gehouden met het feit dat zowel de stroombanen als isohypsenpatronen veranderen als gevolg van de geplande inrichtingsmaatregelen.
In bijlage 7 is aan de hand van een aantal voorbeelden uitgewerkt hoe de intrekgebieden binnen het plangebied zijn bepaald en hoe deze onder invloed van de maatregelen kunnen veranderen.

De gevoeligheid van het habitat voor nutrientenverlies is bepaald op basis van Achtergronddocument Handreiking bemesting Natura 2000 (Groenendijk et al, 2017), informatie uit de profielendocumenten (Minsterie EZ, 2009) en herstelstrategieën stikstofgevoelige habitattypen (Ministerie EZ, 2014). Vrijwel alle (grond)waterafhankelijke typen (Vochtige heide, Blauwgrasland en Zwakgebufferde vennen) die voorkomen in het gebied, kennen een hoge gevoeligheid voor nutriëntenbelasting.

Perceelsgegevens over grondgebruik, fosfaattoestand, de ligging van drainage en bemesting zijn aangeleverd door de eigenaren en geverifieerd tijdens de eigenarenbezoeken. Voor fosfaattoestand zijn daarbij gegevens uit de meest recente bodembemonsteringen gebruikt. Voor de percelen waar geen informatie beschikbaar was is de volledige range in PAL getallen ingevuld in de BemestingsMaatregelenWijzer. Hieruit bleek dat voor de betreffende percelen het PAL getal geen effect had op de risico inschatting in het plangebied.

Bodeminformatie zoals grondsoort en grondwatertrap is afgeleid uit de detailbodemkartering die voor de gebiedsuitwerking is uitgevoerd (Aquator, 2017). Indien binnen percelen verschillende grondwatertrappen voorkomen is op perceelniveau de het risico weergegeven op basis van de grondwatertrap die het hoogste risico op uit of afspoeling van N en P geeft.
Omdat het risico voor af- en uitspoeling van nutriënten kan veranderen na het uitvoeren van hydrologische maatregelen is de toekomstige situatie, dus na uitvoering van de PAS maatregelen (korte termijn) als uitgangspunt genomen bij het invullen van de BMW. Wijzigingen in grondwatertrap zijn bepaald door modeleffecten op te tellen bij de huidige situatie die is afgeleid uit de bodemkartering (Aquator, 2017).

Van de resultaten van de bemestingswijzer is in de kaartenbijlage een kaart opgenomen met de risico's op Nitraatuitspoeling naar grondwater. Naast deze risico's is het risico op beïnvloeding via oppervlaktewater, het onderzoek van KWR naar vermesting van het grondwater in Stroothuizen en de gebiedskennis van het kennisteam meegenomen in het bepalen van de definitieve risico-inschatting en bijbehorende maatregelen (hoofdstuk 6).

Onderzoek vermesting grondwater

In de PAS gebiedsanalyse is een onderzoeksopgave (M11) opgenomen met betrekking tot de invloed van vermest grondwater op het deelgebied Stroothuizen. Deze onderzoeksopgave hangt samen met de maatregelen M3b en M3c uit de gebiedsanalyse. Het doel van deze onderzoeksopgave is het in beeld brengen van welke maatregelen nodig zijn om vermesting vanuit voedende infiltratiegebieden tegen te gaan.

Uit hydrochemisch onderzoek aan het grondwater in 1990 bleek dat als gevolg van bemesting in de omgeving het freatisch pakket op de randen van het reservaat vervuild was geraakt (Jansen & Aggenbach 1991). In de centrale slenk en de omgeving daarvan en perceel groener (beide zones met toestroom van basenrijk grondwater) werd in de jaren '90 een trendmatige toename van chloride en sulfaat concentraties gemeten op een aantal locaties die worden beïnvloed door bemesting in het intrekgebied. Deze locaties bevonden zich met name in de zuidelijk deel het dichtst bij het intrekgebied ligt dat in landbouwkundig gebruik is. Deze toename ging ook gepaard met een toename van ammonium en orthofosfaat concentratie hetgeen duidelijk op interne eutrofiering onder invloed van sulfaatreductie. Locaties aan de venranden in het midden en oosten van Stroothuizen vertoonden eind jaren '80 en begin jaren '90 geen aanwzijgen voor toestroming van vervuild grondwater door bemesting in het intrekgebied. (Aggenbach & Cirkel 2017b). Onbekend was in hoeverre de grondwaterkwaliteit rond en onder het reservaat sindsdien is veranderd en of de invloed van bemesting is toe- of afgenomen. Daarom

is in november 2016 het grondwater in bestaande filterbuizen bemonsterd en geanalyseerd in hoeverre er sprake is van bemestingsinvloeden op de hydrochemie.

De resultaten van het onderzoek zijn opgenomen in paragraaf 5.2. De input uit het onderzoek is meegenomen in de definitieve maatregelenkeuze voor de maatregelen M3b en M3c en de bemestingsbeperkende maatregelen voor de percelen die als intrekgebied voor Stroothuizen fungeren.

5 Onderzoeksresultaten PAS kennislacunes

In het kader van de gebiedsuitwerking zijn ook een aantal aanvullende onderzoeken uitgevoerd. In de PAS gebiedsanalyse is een kennislacune opgenomen die van invloed is op de uitwerking van de korte termijn maatregel. Dit betreft maatregel M11 (onderzoek vermesting grondwater in Stroothuizen) Daarnaast heeft het kennisteam een onderzoek laten uitvoeren naar de basenverzadiging in Punthuizen en Stroothuizen vanwege de geconstateerde achteruitgang de basenminnende habitattypen Blauwgrasland en Zwak gebufferde vennen in beide gebieden (hoofdstuk 2). Het onderzoek naar vermesting van grondwater is uitgewerkt in paragraaf 5.1. Het onderzoek naar de basenverzadiging is uitgewerkt in paragraaf 5.2. Samen met de resultaten van hydrologische modelberekeningen en de beschikbare gebiedskennis zijn de uitkomsten van deze onderzoeken geïnterpreteerd en gebruikt om de korte termijn maatregelen te formuleren zoals deze zijn verwoord in hoofdstuk 6.

5.1 Onderzoek vermesting grondwater Stroothuizen

In de PAS gebiedsanalyse is een onderzoeksopgave (M11) opgenomen met betrekking tot de invloed van vermest grondwater op het deelgebied Stroothuizen. Deze onderzoeksopgave hangt samen met de maatregelen M3b en M3c uit de gebiedsanalyse. Het doel van deze onderzoeksopgave is het in beeld brengen van welke maatregelen nodig zijn om vermesting vanuit voedende infiltratiegebieden tegen te gaan.

Uit hydrochemisch onderzoek aan het grondwater in 1990 bleek dat als gevolg van bemesting in de omgeving het freatisch pakket op de randen van het reservaat vervuild was geraakt (Jansen & Aggenbach 1991). Begin jaren ’90 was het grondwater in de kwelzone centrale slenk ook ten dele vervuild geraakt. Er waren geen aanwijzingen voor toestroming van vervuild grondwater door bemesting in de venranden in het midden en oosten van Stroothuizen (Aggenbach en Cirkel, 2017b). Onbekend was in hoeverre de grondwaterkwaliteit rond en onder het reservaat sindsdien is veranderd en of de invloed van bemesting is toe- of afgenomen. Daarom is in de PAS-gebiedsanalyse een onderzoeksopgave (M11) opgenomen met betrekking tot deze leemte in kennis. Deze onderzoeksopgave hangt samen met de maatregelen M3b en M3c uit de gebiedsanalyse. Het doel van deze onderzoeksopgave is het in beeld brengen van welke maatregelen nodig zijn om vermesting vanuit voedende infiltratiegebieden tegen te gaan.

In november 2016 is het grondwater in bestaande filterbuizen bemonsterd en geanalyseerd in hoeverre er sprake is van bemestingsinvloeden op de hydrochemie.

De onderstaande conclusies zijn overgenomen uit het rapport “Analyse actuele toestand en trends grondwaterkwaliteit Stroothuizen’ (Aggenbach en Cirkel, 2017b).

Vraag 1: In hoeverre is het grondwater dat de kwelzones in Stroothuizen voedt, vervuild als gevolg van bemesting in het intrekgebied?

- Grondwater dat kwelzones voedt, is sterk vervuild als gevolg van bemesting in het inzijggebied. Het grondwater dat de centrale slenk en omgeving voedt is sterk vervuild met sulfaat;
- Gezien de relatief korte verblijftijden van het toestromende grondwater is de verwachting dat dit water inmiddels overal is doorgedrongen in de kwelzones.

Vraag 2: Welke trends in de hydrochemie van het grondwater zijn tussen 1990 en 2016 opgetreden?

- De invloed bemesting in freatische grondwater is weinig of niet afgenomen;
- Als gevolg van verzurende werking van meststoffen is vermoedelijk uitloging van het freatisch pakket opgetreden, waardoor grondwater dat toestroomt in de kwelzones minder basenrijk wordt/is geworden;
- Daarnaast is de invloed van bemesting en mogelijk ook atmosferische depositie nu ook zichtbaar geworden in het 1e en 2e watervoerende pakket.

Vraag 3. Welke (toekomstige) risico's zijn aanwezig voor kwelafhankelijke habitattypen door toestroming van grondwater dat beïnvloed is door bemesting van het intrekgebied?

- Afbraak van organische materiaal en eutrofiëring. Dit is een risico voor het voorkomen en de kwaliteit van de habitattypen H3130 Zwakgebufferde vennen, H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden), H6410 Blauwgraslanden en H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen;
- Door vermindering van de basenrijkdom het toestromende grondwater minder toevoer van zuurvormende stoffen en door aanvoer veel sulfaat opbouw van verzuringscapaciteit in de bodem. De kwelzones worden daardoor in droge perioden meer gevoelig voor sterke verzuring. Dit is een risico voor het voorkomen en de kwaliteit van de habitattypen H3130 Zwakgebufferde vennen, H4010A Vochtige heiden (hogere zandgronden), H6410 Blauwgraslanden.

5.2 Onderzoek basenverzadiging

De basenrijkere habitattypen binnen Punthuizen en Stroothuizen zijn voor hun voorkomen afhankelijk van de toestroom van voldoende en schoon basenrijk grondwater. De basenminnende vegetatietypen is Stroothuizen vertonen achteruitgang na een aanvankelijk positieve ontwikkeling die is ingezet door maatregelen in de periode 1988-1994. De blauwgraslanden en zwak gebufferde venvegetaties ontwikkelen zich hier in de richting van Hennegrasruigten en zuur klein Zeggenmoeras (Aggenbach en Jansen 2004, Pranger en Tolman 2011). Binnen Punthuizen staat de kwaliteit van het blauwgrasland eveneens onder druk als gevolg van verdroging en vermindering van kwelinvloed (hoofdstuk 2 en 3). Om de actuele situatie en trends in beeld te brengen en te bepalen of effecten van maatregelen voldoende zijn om te kunnen om te voldoen aan de ecologische vereisten die de habitattypen stellen, is door KWR (Aggenbach en Cirkel, 2017a) een analyse uitgevoerd of de huidige en toekomstige (na uitvoering van maatregelen) aanvoer van basen via kwel voldoende is om de basenverzadiging op peil te houden en/of te krijgen.

De onderstaande synthese van de onderzoeksresultaten waarin de onderzoeksvragen worden beantwoord is overgenomen uit het rapport "Analyse van actuele en vereisten kwelfluxen voor basenminnende habitattypen in Stroothuizen en Punthuizen". (Aggenbach en Cirkel, 2017a). Voor de onderzoeksaanpak en uitwerking van de resultaten wordt verwezen naar dit rapport.

1. Wat zijn de huidige basenverzadiging en zuurbuffercapaciteit?
2. Hoe hebben de basenverzadiging en zuurbuffercapaciteit zich in de afgelopen jaren ontwikkeld?

In Punthuizen zijn in de kwelzone (Locaties P5 en P15) de basenverzadiging en bodem-pH over het algemeen hoog, maar vertoonde de basenverzadiging wel op een tijdschaal van enkele jaren een grote dynamiek. De hoge basenrijkdom gaat samen met een constante aanwezigheid van basenminnend blauwgrasland. Op locaties buiten de slenk en buiten deze kwelzone (P9 en P12) zijn de basenverzadiging en pH laag. Weliswaar hebben deze locaties een relatief basenarm doelvegetatietype (associatie van Veelstengelige waterbies), maar zijn deze onderhevig aan verzuring en deels ook afname van de basenverzadiging. Diepe ontwatering in de dekzandrug aan de westzijde van de slenk beperken de hoogte van de freatische stand hier sterk. Mogelijk ontbreekt aan de westzijde van de slenk een basenrijke kwelzone als gevolg van deze ontwatering. De berekende kwelfluxen zijn hier ook laag.

In Stroothuizen was een deel van de locaties al basenarm en is de basenrijkdom daar niet of nauwelijks hersteld na het nemen van interne herstelmaatregelen. Na het nemen van de maatregelen trad zelfs zwakke tot sterke verzuring op en een daling van de basenverzadiging. Een aantal locaties die na plaggen basenrijk zijn geworden, zijn daarna weer verzuurd. Daarbij ontwikkelt zich ook een basenarme en zure organische laag boven op het minerale profiel.

In Stroothuizen heeft de dynamiek van organische stof ook grote invloed op de ontwikkeling van de basenrijkdom. Door tijdelijke afbraak van organische stof kunnen de basenverzadiging en pH tijdelijk stijgen; accumulatie van humus bevordert bij een te geringe kwelflux een daling van de basenverzadiging en pH. De basenminnende doeltypen hebben zich daardoor in Stroothuizen op de meeste locaties niet duurzaam ontwikkeld.

Samenvattend: in Punthuizen is een hoge basenrijkdom kwetsbaar voor langere periodes van droogte, maar deze kan zich in natte jaren snel herstellen. In Stroothuizen is dat niet het geval; daar is een hoge basenrijkdom niet duurzaam.

3. Wat is de waterkwaliteit van het kwellende grondwater ter plaatse?

De basenrijkdom (Ca+Mg+K+Na) en het bicarbonaatgehalte van het toestromende grondwater verschillen aanzienlijk tussen beide gebieden. De kwelzone van Punthuizen heeft toestroming van zeer basenrijk grondwater. In Stroothuizen is het toestromende grondwater vaak minder basenrijk. Er is in dit gebied maar één locatie waar het toestromende grondwater een vergelijkbaar hoog basengehalte heeft als in Punthuizen. De basenrijkdom en het bicarbonaatgehalte worden tevens sterk beïnvloed door de dynamiek van de freatische stand. In droge periode treedt zuurvorming op door oxidatieprocessen. Dit verlaagt tijdelijk de het bicarbonaatgehalte en kan zorgen voor desorptie van basen en daarmee voor tijdelijke uitloging. Het optreden van verzuring door lage grondwaterstanden verschilt per locatie. Die verschillen zijn vermoedelijk te wijten aan verschillen in sulfidengehalte en gereduceerde ijzerverbindingen en het diepteprofiel van deze mineralen. Zuurvorming trad op in de zomerperioden en ook sterk in de periode met droge winters (1995-1997). Verder was er een locatie (S19) waar langdurige afbraak organische stof zorgde voor sterke desorptie van calcium en daardoor voor hoge Ca-concentraties ondiep in het profiel.

De patronen in van de basenrijkdom van het ondiepe grondwater worden sterk bepaald door de balans van kwel en wegzijging en de dynamiek daarvan. Deze verschillen sterk tussen Stroothuizen en Punthuizen. De SWAP-modelleringen laten zien dat Punthuizen en hoge netto-kwelflux heeft, terwijl Stroothuizen netto wegzijging heeft. In Punthuizen treedt gedurende de winter en het voorjaar een sterke kwelflux op in de oostrand van de slenk. De modelberekeningen laten dan ook zien dat gedurende een lange tijd het aandeel van grondwater in de wortelzone hoog is. Dit blijkt ook uit de geringe stratificatie van de Ca- en HCO3-concentratie in het profiel gedurende de kwelperioden. In de kwelperiode is dat overal vrijwel even hoog. In Stroothuizen treedt in een groot deel van de natte periode geen kwel op, maar juist wegzijging. In de winterperiode treedt daardoor infiltratie van relatief basenarm neerslag- en oppervlaktewater. Veel van de locaties laten daarom van ondiep naar dieper in het profiel oplopende Ca- en HCO3-concentraties zien. De berekeningen van het grondwateraandeel in de bodemtoplaag (10 cm-mv) met SWAP geeft aan dat op de locaties in Stroothuizen grotendeels uit neerslagwater bestaat. Aan het eind van het natte seizoen gaat door het uitzakken van het freatisch peil en het opgang komen van verdamping wel kwelinvloed optreden. Deze ‘kwelflux’ heeft door de diepe indringing van neerslagwater dan vaak een relatief lage basenrijkdom. Het stagante karakter van water in de slenk van Stroothuizen blijkt ook uit de hoge indampfactor die kan worden afgeleid uit de metingen van chloride en de SWAP-modelleringen. Met de afwisseling van een geringe opwaartse en neerwaartse stroming, terwijl de planten behoorlijk verdampen, ontstaat een ingedikte waterlaag die heen en weer beweegt in de bodem. Drempels die van invloed zijn op de afvoer van oppervlaktewater hebben hier vermoedelijk geen grote invloed op. Op de locaties in Stroothuizen treedt alleen in natte jaren kortstondig aanvoer op van puur grondwater naar de bodemtoplaag. In de jaren ’90 was er ook een meerjarige periode zonder dat er weinig verdund grondwater de wortelzone bereikte.

Samenvattend: de kwelzone met blauwgrasland in Punthuizen heeft een hoge kwelflux met een hoge basenrijkdom. De periodieke kwelzones in Stroothuizen hebben kortstondig een geringe kwelflux die in geringe mate basen naar de wortelzone transporteren.

4. Hoe groot is benodigde kwelflux om die basenverzadiging op peil te brengen en te houden voor instandhouding van basenminnende habitattypen?

De benodigde kwelfluxberekeningen houden rekening met aanvoer van basen om 1) de bestaande organische-stofvoorraad basenrijk te maken, 2) nieuwe organische stof basenrijk te maken, 3) het verlies van basen door maaibeheer te compenseren en 4) verzurende atmosferische depositie te neutraliseren. In Punthuizen bedraagt de benodigde kwelflux 0.3 tot 0.9 mm/d (uitgemiddeld over het hele jaar). In Stroothuizen bedraagt dat duidelijk meer: ca. 1 tot 5 mm/d. De grotere vereiste kwelflux in Stroothuizen hangt samen met de minder hoge basenrijkdom van het toestromende grondwater, de aanwezigheid van een significante organische-stofvoorraad (ook na plaggen) met een lage tot matige basenverzadiging en de hoge accumulatiesnelheid van organische stof. De hoge accumulatiesnelheid in Stroothuizen hangt samen met een relatief hoge productiviteit van de vegetatie.

In Punthuizen is de actuele kwelflux bij het ontbreken van een neerslaglens, die is berekend met de SWAP-modellering, veel groter dan de noodzakelijke kwelflux. Dit is dan ook een verklaring dat in Punthuizen tijdelijke uitloging door zuurvorming snel kan worden gecompenseerd. Het niet in de modellen meenemen van de benodigde flux om deze uitloging te compenseren heeft dan ook geen consequenties voor de conclusies. Voor locatie S2 in Stroothuizen is de actuele kwelflux bij het ontbreken van een neerslaglens (resp. 0.2 mm/d) juist meer dan één ordegrootte kleiner dan de vereiste kwelflux (4.7 mm/d). De kwelfluxberekening gebaseerd op een toename van de basenvoorraad laat zien dat in de periode 1990-1999 de kwelflux zeer laag was (0.1 mm/d) en in de periode 1999-2009 duidelijk hoger (1.15 mm/d). Deze actuele kwelfluxen liggen dus ook nog onder het vereiste niveau. Locatie S2 was basenarm en hier is ook nauwelijks in basenverzadiging toegenomen. Voor locatie S6 in Stroothuizen is de actuele kwelflux bij het ontbreken van een neerslaglens (2.5 mm/d) juist hoger dan de vereiste kwelflux (1.3 mm/d). Bij opbouw van organische stof na het plaggen blijft de minerale toplaag een hoge basenverzadiging houden, maar ontwikkelt zich een basenarmere organische laag. De discrepantie tussen voldoende kwel en toch een verzurende toplaag kan twee oorzaken hebben: 1) de berekening van de actuele kwelflux bij het ontbreken van een neerslaglens gaat uit van een grondwateraandeel in de zone op 10 cm -mv van 1% of meer, wat betekent dat een aanzienlijk deel van de kwelflux nog steeds sterk met basenarm regenwater kan zijn gemengd, wat ook blijkt uit de relatief lage basenrijkdom van het grondwater op 40-50 cm diepte; 2) basenrijk grondwater kan moeilijk in de organische laag doordringen, mogelijk door ongunstige capillaire eigenschappen. Verder zorgt de geringe kwelflux en netto wegzijging in Stroothuizen dat de verzurende werking van atmosferische depositie kan door werken op de bodem.

5. Is een schatting te maken van de huidige en toekomstige kwelflux? Zo ja, hoe groot is deze en hoe betrouwbaar is de schatting?

Ja, er kan een grove schatting worden gemaakt van de huidige kwelfluxen op de meeste geanalyseerde locaties. De SWAP modellen konden goed gecalibreerd worden en daarmee de huidige kwelflux en ook menging van grondwater en neerslagwater modelleren. De modellering met SWAP was mogelijk omdat er meerjarige meetreeksen beschikbaar waren van drie ondiepe peilbuisfilters op een locatie. Een belangrijke factor voor een goede berekening van de kwelflux is namelijk invoer van het verschil in freatische stand en de stijghoogte dieper in het freatische pakket. In deze eerste poging is de calibratie van de SWAP-modellen omwille van de doorlooptijd en budget beperkt uitgevoerd.

Door het regionale grondwatermodel gegenereerde reeksen voor de grondwaterstand op het niveau van het diepste filter zijn gebruikt als invoerreeks in de opgestelde SWAP-modellen. Dit kon omdat het numerieke grondwatermodel vergaand verfijnd was voor de waterhuishouding van de natuurgebieden. Voor de kwelzone van Punthuizen konden de uitvoerreeksen rechtstreeks gebruikt worden wegens een bijzonder goede fit van de gemodelleerde huidige situatie op de gemeten waterstandsreeks. Voor Stroothuizen was een gedeeltelijke aanpassing van de uitvoerreeksen nodig door een gedeeltelijk mismatch van het numerieke model met gemeten standen (locatie S2). In het bovenstrooms deel van de slenk kon het numerieke grondwatermodel de waterstandsdynamiek niet goed volgen en kon hierdoor de kwelflux niet worden berekend (locatie S6). Problematisch bij het doorrekenen van de scenario's is echter dat de drainagebasis en drainageweerstand die horen bij de door het regionale model gegenereerde stijghoogtereeksen niet bekend zijn. De resultaten kunnen dan ook niet worden gebruikt om de voorgestelde maatregelen aan te toetsen of te evalueren. Wel geven de resultaten inzicht in de gevoeligheid van de modelsimulaties voor de drainagebasis en drainageweerstand van het tweede meer grotere systeem. Hieruit blijkt vooral een gevoeligheid voor de drainagebasis.

6. Zijn de voorgenomen maatregelen voldoende voor duurzame instandhouding van de habitattypen?

Zoals aangegeven, kunnen de scenario's niet met voldoende zekerheid worden geëvalueerd of getoetst met de SWAP-modellen door het ontbreken van de bij de aanpassingen in het model behorende veranderingen in drainageweerstand en drainagebasis op de onderzoekslocaties. Wel is aan de hand van de scenario's de gevoeligheid van de effecten van maatregelen op de kwelflux onderzocht. Voor Punthuizen zorgen de scenario's voor de Korte termijn en Lange termijn voor een verhoging van de kwelflux bij afwezigheid van een neerslaglens met 17 tot 43 % (locatie P15). Het Lange termijn scenario geeft daarbij de sterkste verhoging (26-43 %). Omdat de actuele kwelflux reeds de vereiste kwelflux overschrijdt, zorgen de scenario's voor een nog betere waarborg voor het handhaven van een hoge basenrijkdom. Verder is de kwelflux, en daarmee de basenflux, gedurende winter en het voorjaar in de blauwgraslandzone erg gevoelig voor de mate en vooral ook de duur van opbolling van de freatische stand in de dekzandruggen. Meteorologische variatie (zoals de periode gedurende 1996-1997) hebben daar grote invloed op. Maatregelen die de lokale opbolling en de duur daarvan in de dekzandruggen vergroten en maken het systeem minder gevoelig voor zulke meteorologische variatie en geven het systeem ook meer herstelvermogen van perioden met interne verzuring en uitloging van basen. De basenrijkdom kan door een langere periode van droogte echter snel achteruitgaan, hetgeen een bedreiging vormt voor de kwaliteit van de habitattypen. Soorten kunnen door de snelle verzuring lokaal verdwijnen en zijn dan voor hervestiging afhankelijk van een nabije populatie die de verzuringspiek wél heeft doorstaan. Er is geen garantie dat die dan ook beschikbaar is. Hoewel na een verzuringspiek een snel herstel van de basenrijkdom van het ondiepe grondwater optreedt indien het weer natter wordt, kan dus toch onherstelbare schade aan het habitattype ontstaan. In feite is de robuustheid van de standplaatsfactoren die noodzakelijk is om behoud van kwaliteit van het habitattype te garanderen, onvoldoende en is, mede gezien de beperkte omvang van de gebieden, verhoging van de grondwaterstanden in de zomer en het najaar nodig om die robuustheid te bereiken. De zomer en het najaar zijn voor oxidatieprocessen met zuurvorming de meest gevoelige periode, omdat dat redoxprocessen sneller verlopen bij een hogere temperatuur. Het systeem kan ook minder gevoelig worden gemaakt voor periodieke verzuring door opbouw van verzuringscapaciteit zoveel mogelijk tegen te gaan. Een eenvoudige maatregel is om de sloot die nog steeds sulfaatrijk oppervlaktewater aanvoert te dempen. Ook het stoppen van bemesting in de intrekgebieden van de voedende lokale systemen, draagt daaraan bij. Verder draagt een hogere grondwaterstand in de zomer en het najaar ook bij aan negatieve effecten van klimaatsverandering waarbij drogere zomers kunnen gaan optreden.

In de westzijde van de slenk van Punthuizen treedt momenteel kwel in winter/voorjaarsperioden niet op. Een zone met kwel van basenrijk grondwater kan hier ontbreken door diepe sloten in de dekzandrug aan de westzijde en de dichte ligging op de diep drainerende Puntbeek. De maatregelen in het Lange termijn scenario kunnen daardoor bijdragen aan herstel van een basenrijke kwelzone. Indien dit herstel optreedt kan het areaal blauwgrasland zich uitbreiden en kan het beter bestand zijn tegen fluctuaties van het systeem.

Voor locatie S2 in Stroothuizen zorgen de kortetermijnmaatregelen voor de PAS absoluut bezien voor een zeer geringe verhoging van de kwelflux bij afwezigheid van een neerslaglens (voor beide scenario's een verhoging met 0.1 mm/d). Daarmee blijft de kwelflux in het benedenstroomse deel van de slenk ver onder de vereiste kwelflux. Meer bovenstrooms was het niet mogelijk om toekomstige kwelfluxen te berekenen (zie antwoord op vraag 5). Voor Stroothuizen zijn maatregelen die de stijghoogte in het freatische pakket sterk verhogen cruciaal. De geëvalueerde scenario's (korte termijn maatregelen en korte termijnmaatregelen + peilverhoging in de Puntbeek) verhogen de stijghoogte met ca. 10 cm. Een sterkere verhoging zal de wegzijging van regenwater substantieel verminderen en toestroming van basenrijk grondwater naar de wortelzone bevorderen.

6 Definitief maatregelenpakket korte termijn

Op basis van de werkwijze zoals geschetst in hoofdstuk 4 zijn de maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse nader gedetailleerd en op onderdelen zijn maatregelen geschrapt of toegevoegd. De definitieve maatregelenkaart is opgenomen in kaartenbijlage net als de maatregelenkaart uit de PAS gebiedsanalyse. In bijlage 5 is een maatregelentabel opgenomen waarbij de maatregelen uit het voorstel van het kennisteam zijn gekoppeld aan de maatregelen uit de gebiedsanalyse.

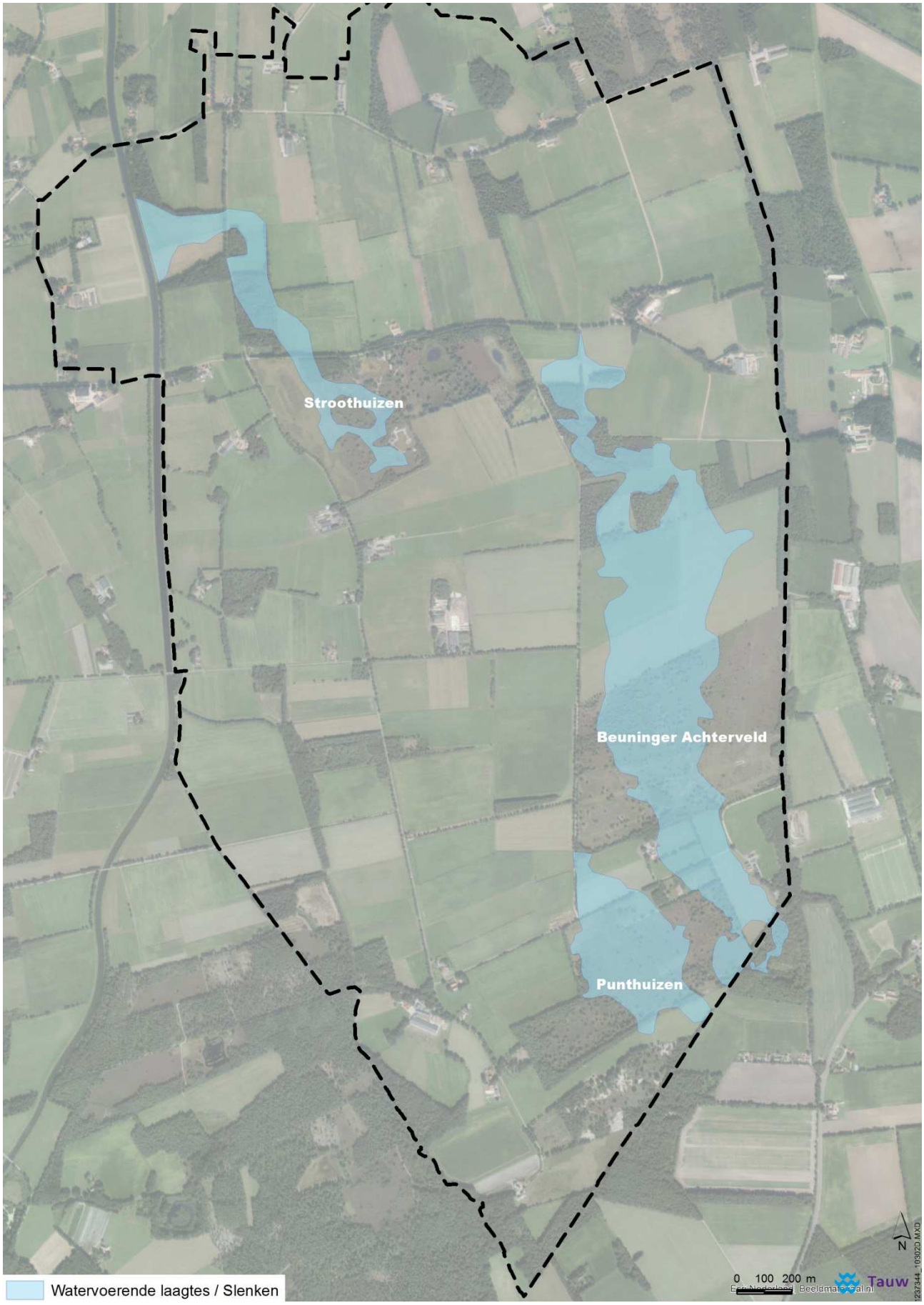
De maatregelen zijn onderverdeeld in hydrologische maatregelen en bemestingsmaatregelen. Deze maatregelen en de effecten van die maatregelen worden afzonderlijk besproken in paragraaf 6.1.en 6.2. De consequenties van de maatregelen voor de gebruiksmogelijkheden van percelen zijn uitgewerkt in het Inrichtingsplan en Provinciaal Inpassingsplan (PIP, Tauw, 2017). Voor de percelen waarvoor in het Inrichtingsplan functieverandering naar natuur wordt voorgesteld zijn in paragraaf 6.3 potentiele natuurpakketten (SNL types) uitgewerkt en in paragraaf 6.4.aanbevelingen voor overgangs- en eindbeheer voorgesteld. Voor een deel van de habitattypen zijn in het aanwijzingsbesluit uitbreidingsdoelen opgenomen. De potenties voor uitbereiding van deze habitattypen zijn apart uitgewerkt in paragraaf 6.5. Tenslotte is in paragraaf 6.6 aangegeven in welke volgorde maatregelen moeten worden uitgevoerd teneinde een maximaal resultaat van de inrichtingsmaatregelen te verkrijgen.

6.1 Hydrologische maatregelen

De maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse zijn door het kennisteam in detail uitgewerkt. Basis van deze uitwerking vormt herstel van het hydrologisch systeem. Dat betekent herstel van grondwaterstanden, grondwaterstroming, oppervlakkige afwatering en inundatie in natte perioden en herstel van grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Al deze maatregelen zijn gericht op het opheffen van verdroging, vermesting en verzuring. Uitgangspunt is het behalen van de instandhoudingsdoelen met een minimaal effect op de omgeving.

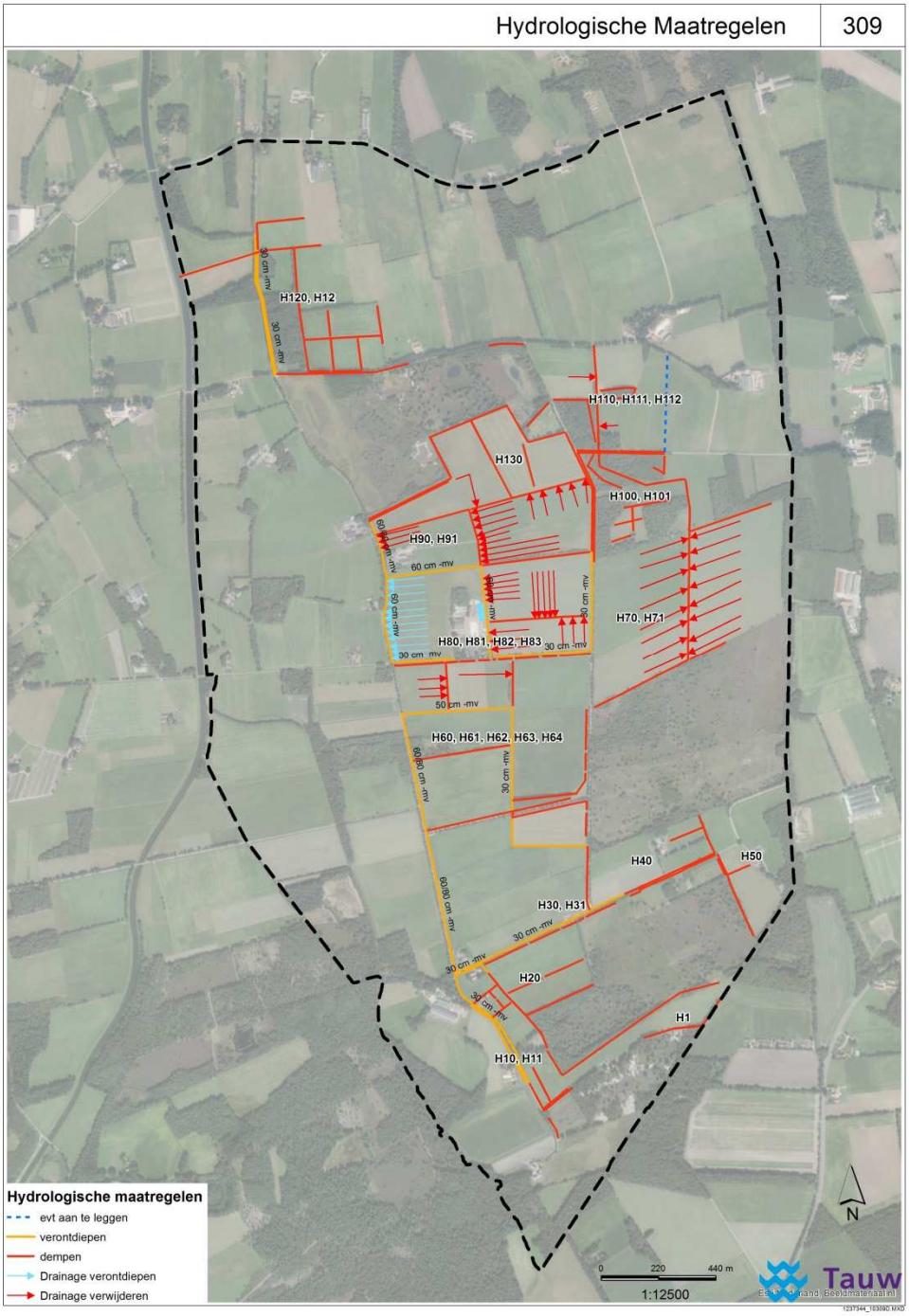
Van nature kennen alle drie de deelgebieden laagten die in de winter inunderen met regen- en grondwater. Dit water wordt over maaiveld afgevoerd. Als gevolg van maatregelen in de ruilverkaveling Denekamperveld is de slenkenstructuur die oorspronkelijk zorgde voor een vertraagde afvoer van water in natte perioden doorsneden. In de delen die in de ruilverkaveling zijn ontgonnen, zijn de slenken verdwenen, omdat grond van aangrenzende dekzandruggen in de aanwezige laagten is geschoven. De percelen zijn daarna voorzien van diepe ontwateringssloten, vaak in combinatie met drainage. Door deze maatregelen is niet alleen verdroging ontstaan maar is ook de samenhang tussen de gebieden op landschapsschaal verdwenen.

De basis van het maatregelenpakket vormt het herstel van (een deel van) het slenkenpatroon dat oorspronkelijk aanwezig was. Er bevinden zich in het gebied een drietal van deze systemen. Het eerste systeem kent haar oorsprong in Punthuizen. Het deel van de slenk ten noorden van Holtweg tot aan de Strengeveldsweg wordt hersteld. Het tweede systeem kent haar oorsprong direct over de grens in een bosgebiedje in Duitsland. Dit systeem loopt vervolgen via Haar Jan over het Beuninger Achterveld door het Strengeveld in de richting van de Stroothuizerweg. Het derde systeem kent haar oorsprong in Stroothuizen. Dit systeem loopt ten noorden van de Stroothuizerweg door en buigt af naar het Omleidingskanaal dat het verdere verloop van dit systeem doorsneden heeft. Het slenkenpatroon is weergegeven in figuur 54.



Figuur 54 Slenkenpatroon Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld

In figuur 55 zijn de hydrologische maatregelen uit het inrichtingsplan weergegeven. De maatregelen bestaan uit het dempen en verondiepen van sloten, verleggen van waterlopen, hydrologisch isoleren van een waterloop en het verwijderen en verondiepen van drainage. De maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse zijn op perceelsniveau uitgewerkt en op onderdelen gewijzigd. In bijlage 5 is een tabel opgenomen waarbij per maatregel een toelichting is gegeven waarom een maatregel wordt genomen, wat de relatie van de maatregel is met de knelpunten die geconstateerd zijn in hoofdstuk 3 t/m 5 en hoe de maatregel zich verhoudt tot de maatregelen zoals die geformuleerd zijn in de PAS gebiedsanalyse.



Figuur 55 Hydrologische maatregelen

Ten noorden, zuiden en westen van de Stroothuizerweg worden ontwateringsmiddelen gedempt, verondiept of verlegd. De waterlopen ten noorden van de Stroothuizerweg vangen veel kwel af en zorgen daarmee voor verdroging en verzuring van het Blauwgrasland en de Zwakgebufferde vennen in de centrale slenk van Stroothuizen. De ontwatering ten westen en zuiden van Stroothuizen zorgt voor verlaging van de grondwaterstand in het intrekgebied (minder opbolling) waardoor binnen Stroothuizen

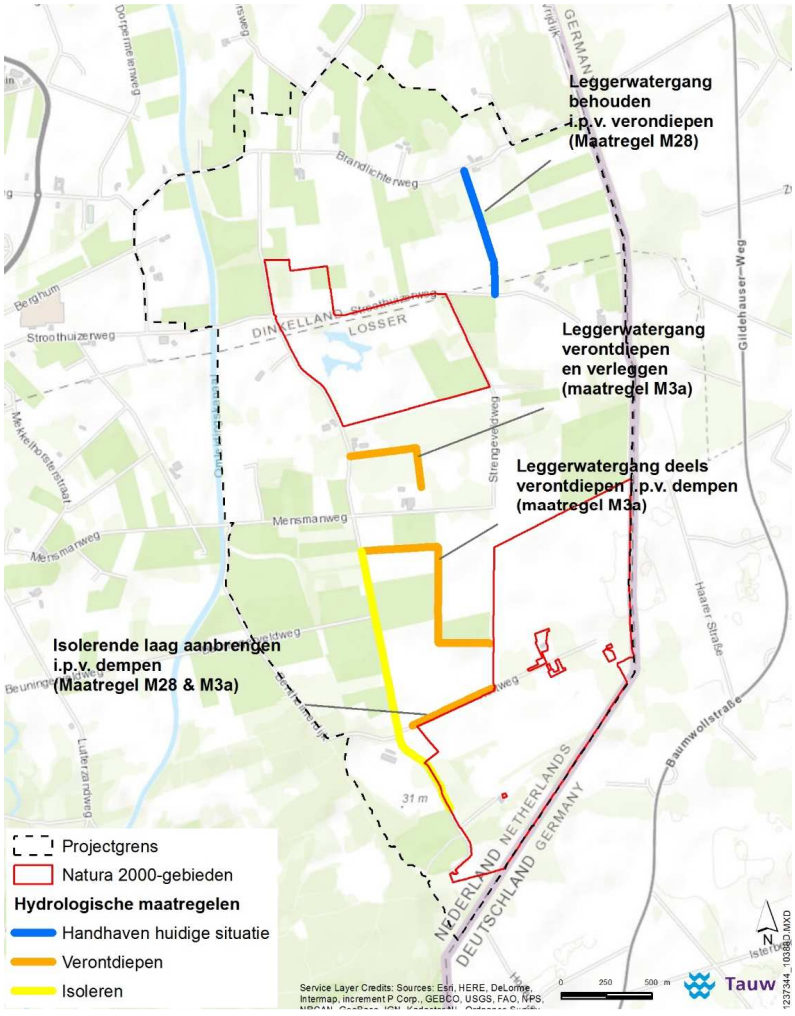
de grondwaterstand lager is geworden en in winter en voorjaar geen grondwater kan toestromen naar de slenken met natte heide en de vennen met zwakgebufferde venvegetaties zoals het Oortven.

In het Strengeveld, ten noorden van het Beuninger Achterveld, worden sloten gedempt, de aanwezige drainage verwijderd en het originele maaiveldniveau van de laagte hersteld. De waterlopen zorgen voor een sterke verlaging van de grondwaterstand in het Beuninger Achterveld waardoor verdroging is opgetreden.

In het middengebied worden de aanwezige waterlopen gedempt, verondiept of verlegd. De mate waarin dit nodig is, hangt grotendeels af van de afstand en diepte van de ontwateringsmiddelen ten opzichte van het Beuninger Achterveld, Punthuizen en Stroothuizen.

Rondom Punthuizen worden aanwezige waterlopen gedempt of verondiept. De waterloop langs de Punthuizerweg wordt hydrologisch geïsoleerd omdat deze een belangrijke afvoerfunctie heeft voor de aanwezige erven langs deze weg. Door deze waterlopen te dempen worden verdroging en verzuring in Punthuizen aangepakt.

De hiervoor besproken maatregelen komen grotendeels overeen met de maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse. Veel van de maatregelen betreffen detailuitwerkingen op perceelsniveau. Een aantal maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse zijn gewijzigd. De belangrijkste wijzigingen van de korte termijn maatregelen uit de gebiedsanalyse worden hierna besproken. Vervolgens is het effect van deze veranderingen op de instandhoudingsdoelen in beeld gebracht. De belangrijkste wijzigen (daar waar maatregelen vervallen of fors aangepast zijn) ten opzichte van de PAS gebiedsanalyse zijn weergegeven in figuur 56.



Figuur 56 Wijzingen korte termijn maatregelen in voorstel kennisteam ten opzichte van PAS gebiedsanalyse voor de korte termijn maatregelen

In het middengebied (maatregel M30) wordt maatregel M3a, het dempen van de leggerwaterloop in dit gebied aangepast. Het eerste deel van de waterloop tussen de Holtweg, dat parallel loopt aan de Strengeveldweg wordt gedempt. Op het punt waar de waterloop vanaf de Strengeveldweg afbuigt naar het westen tot aan de klootschietbaan wordt de waterloop verondiept tot 30 centimeter onder maaiveld in plaats van gedempt. Vanaf de klootschietbaan tot aan de het punt waar de waterloop onder de Punthuizerweg doorloopt wordt de waterloop verondiept naar 50 cm onder maaiveld in plaats van gedempt.

De leggerwaterloop langs de Punthuizerweg staat in de gebiedanalyse deels als te dempen (M3a) en te verondiepen (M28). In het eerste voorstel was deze maatregelen aangepast naar een verondieping tot 30 centimeter onder maaiveld (tot aan Holtweg) en 60-80 centimeter benedenstrooms van de Holtweg. Het effect van deze maatregelen op de afwatering van erven tijdens extreem natte omstandigheden is doorgerekend (Tauw, 2017). Uit deze doorrekening bleek dat het risico op wateroverlast op enkele erven zal toenemen indien de waterloop wordt verondiept. Bovendien zouden op vrijwel alle erven aanpassingen in de hemelwaterafvoer moeten worden gedaan zoals het verleggen van duikers, kabel en leidingen etc. Omdat de waterloop langs de Punthuizerweg wel van invloed is op de hydrologische situatie aan de westzijde van Punthuizen is de maatregel aangepast. De waterloop zal hydrologisch worden geïsoleerd van haar omgeving door het aanbrengen van een kleilaag. Daardoor blijft de afwateringscapaciteit van de waterloop geborgd. Regenwater afkomstig van de woningen en erven kan worden afgevoerd, terwijl tegelijkertijd de waterloop niet meer drainerend op haar omgeving werkt. Naast deze aanpassing worden op de kruising van Holtweg en Punthuizerweg een aantal bermsloten die eveneens de afwatering van een tweetal erven verzorgen gehandhaafd. Ook hier geldt dat verondiepen zal leiden tot overlast op aangrenzende woningen en opstallen (Tauw, 2017).

De leggerwaterloop tussen de Mensmansweg en Stroothuizen (maatregel M3a) zal niet worden gedempt maar worden verlegd naar de zuidzijde (verder van het natuurgebied af) en verondiept tot 60 cm – maaiveld. De overige sloten en drainage zullen worden gedempt/verwijderd met uitzondering van de drainage op de huiskavel aan de zuidwestzijde. Daarnaast is het dempen van een greppel langs de Strengeveldweg toegevoegd omdat deze ontbrak in de gebiedsanalyse.

De in de PAS gebiedsanalyse voorgestelde verondieping van de waterloop ten noorden van de Stroothuizerweg (M28) wordt geschrapt. Uit berekeningen (zie kaartenbijlage) blijkt dat deze maatregelen nauwelijks (minder dan 5 cm) effect heeft op het deelgebied Stroothuizen terwijl de maatregelen in een zeer groot gebied zou leiden tot forse vernatting van landbouwgronden. Bovendien worden met de maatregelen ten oosten en zuiden van Stroothuizen de belangrijkste knelpunten in voldoende mate aangepakt. Herstel van de opbolling van de grondwaterstand in het infiltratiegebied, in combinatie met het voorkomen van de toestroom van vermest grondwater zijn de belangrijkste maatregelen voor herstel van het Oortven en de in het westelijk deel van Stroothuizen gelegen natte heide en vennen. Het is op voorhand moeilijk te bepalen of de maatregelen leiden tot voldoende herstel van de buffering van het Oortven (herstel waterkwaliteit) door toestroom van gebufferd grondwater omdat naast de mate waarin gebufferd grondwater kan toestromen ook stikstofdepositie van invloed is op de waterkwaliteit in het Oortven. Het is daarom van groot belang dat de effecten van de maatregelen worden gemonitord. Mocht uit monitoring blijken dat de effecten van de voorgestelde maatregelen onvoldoende is, dan is in plaats van het verondiepen van deze waterloop een aanpassing van het stuwpeil een logisch alternatief. Vanwege droogval heeft de waterloop weinig invloed op de zomersituatie. Verhoging van de grondwaterstand in winter en voorjaar kan ook worden bewerkstelligd door het winterpeil te verhoging naar het zomerpeil en dus jaarrond een vast peil te hanteren bij de stuw ten noorden van de Stroothuizerweg. Op deze manier kan de afwatering van de Stroothuizerweg, de erven en gebouwen en de landbouwgronden ten oosten van Stroothuizen in stand worden gehouden.

De overige maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse worden ongewijzigd doorgevoerd. De kaart met hydrologische maatregelen is opgenomen in figuur 55.

Om het effect van de wijzingen ten opzichte van de PAS gebiedsanalyse in beeld te brengen zijn zowel de maatregelen uit de PAS gebiedsanalyse als het definitieve maatregelenpakket doorgerekend met het grondwatermodel (Bor, 2017). In de kaartenbijlage zijn de verschillen tussen de twee maatregelenpakket voor winter (ghg), voorjaar (gvg) en zomer (glg) weergegeven. Uit deze berekening blijkt dat de aanpassingen geen of slechts zeer geringe (< 5 centimeter) verschillen in effect generen. Rondom Punthuizen zijn helemaal geen effecten waarneembaar. Dat komt doordat de aanpassingen zeer gering zijn en eigenlijk alleen greppels betreffen die alleen bij heftige regenval water van verhard oppervlak (wegen en erven) afvoeren. In het middengebied (M30) blijven de verschillen beperkt tot het landbouwgebied. Het schrappen van de verondieping ten noorden van de Stroothuizerweg (M28) leidt tot een vermindering van het effect in winter en voorjaar van minder dan 5 centimeter. Er is geen effect in de zomer (glg).

In tabel 6 zijn voor de huidige situatie, het maatregelenpakket uit de PAS gebiedsanalyse en voor het maatregelenpakket dat voor de korte termijn is geformuleerd door het kennisteam de doelgaten weergegeven na uitvoering van de maatregelen. Voor de gehanteerde randvoorwaarden wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

			Huidig		KT kennisteam		KT PAS	
Peilbuis	Deelgebied	Habitattype	GLG (m)	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG
B29C0258	Punthuizen	H6410		0,15		0,12		0,12
B29C0256	Punthuizen	H4010A		-0,22		-0,26		-0,26
B29C0252	Punthuizen	H6410	0,2	-0,19	0,14	-0,23	0,14	-0,23
B29C0251	Punthuizen	H6410	0,24	-0,04	0,18	-0,07	0,18	-0,08
B29C0250	Punthuizen	H6410	0,25	-0,02	0,19	-0,06	0,19	-0,06
B29C0249	Punthuizen	H6410	0,51	0,2	0,45	0,16	0,45	0,15
B29C0245	Punthuizen	H6410	0,42	0,13	0,37	0,10	0,37	0,10
B29C0243	Punthuizen	H4010A		0,07		0,02		0,02
B29C0242	Punthuizen	H4010A		0,04		-0,02		-0,02
B29A0752	Stroothuizen	H4010A		-0,02		-0,13		-0,14
B29A0208	Stroothuizen	H3130	-0,07	0,12	-0,17	0,07	-0,18	0,07
B29A0204	Stroothuizen	H4010A		-0,3		-0,34		-0,34
B29A0199	Stroothuizen	H4010A		-0,12		-0,23		-0,24
B29A0198	Stroothuizen	H4010A		-0,06		-0,14		-0,14
B29A0197	Stroothuizen	H4010A		-0,08		-0,16		-0,16
B29A0194	Stroothuizen	H6410	-0,4	-0,36	-0,53	-0,39	-0,54	-0,40
B29A0193	Stroothuizen	H6410	-0,03	-0,11	-0,15	-0,15	-0,16	-0,15
B29A0191	Stroothuizen	H6410	-0,17	0,07	-0,29	0,03	-0,30	0,03

Legenda

- Grondwaterstand te laag
- Grondwaterstand nagenoeg op ondergrens optimale bereik
- Grondwaterstand binnen randvoorwaarden
- Geen randvoorwaarden

Habitattypen

H6410	Blauwgraslanden
H4010A	Vochtige heiden
H3130	Zwakgebufferde vennen

Tabel 6 doelgat voor huidige situatie, korte termijn maatregelen pakket PAS gebiedsanalyse en korte termijn maatregelenpakket kennisteam

Op basis van de berekende doelgat wordt duidelijk dat de effecten van de het PAS maatregelenpakket en het voorstel voor korte termijn maatregelen van het kennisteam niet van elkaar verschillen. De doelgaten zijn aan elkaar gelijk en op 1 locatie is er een berekend verschil van slechts 1 centimeter.

Voor Stroothuizen bevinden de grondwaterstanden zich in de huidige situatie op het grootste deel van de locaties met peilbuizen binnen de ecologische vereisten. Voor locatie B29A0191 wordt het doelgat als gevolg van de korte termijn maatregelen opgelost. Op locaties B29A0208 blijft een doelgat bestaan van 7 centimeter. Op locaties waar de grondwaterstanden zich al binnen de optimale bandbreedte bevonden zorgen de maatregelen ervoor dat de grondwaterstanden zich meer in het midden van de optimale bandbreedte gaan bevinden. De grondwaterstanden worden daardoor robuuster voor droge zomers.

Binnen Punthuizen blijft na uitvoering van de korte termijn maatregelen sprake van verdroging. Hoewel de maatregelen op een deel van de locaties positief doorwerken op de grondwatersituatie is het effect niet voldoende om het doelgat volledig te dichten. Dat geldt met name voor de zomersituatie en op twee locaties ook voor de voorjaarssituatie. Het betreft allen locaties met het habitattype Blauwgrasland. Voor locaties met het habitattype Vochtige heide is de situatie na uitvoering van maatregelen voldoende.

Naast effect op grondwaterstanden is ook het effect van maatregelen op de toestroom van basenrijk grondwater door kwel belangrijk. Deze effecten zijn enerzijds in beeld gebracht door fluxen in winter, voorjaar en zomer te berekenen en voor de voorjaarsituatie in beeld te brengen in hoeverre er sprake is van een toename van kwel, omslag van wegzijging naar kwel of vermindering van wegzijging. De patronen zijn weergegeven in bijlage 4.

De analyse van kwel- en wegzijgingspatronen laat zien dat de maatregelen positief uitwerken op locaties waar habitattypen voorkomen die afhankelijk zijn van toestroom van gebufferd grondwater door kwel. In Stroothuizen neemt de kwel in de centrale slenk toe en slaat aan de randen van de slenk infiltratie om in kwel. Ook aan de zuidzijde van het Oortven neemt de invloed van kwel toe.
Binnen Punthuizen neemt in de centrale laagte aan de randen de kwel toe of slaat wegzijging om in kwel. Juist hier bevinden zich rompgemeenschappen van het Blauwgrasland. En de overige delen van de laagte neemt de wegzijging af. Beide ontwikkelingen zijn bezien van de instandhoudingsdoelen positief. Verder valt op dat in een aantal percelen waar landbouwgronden worden omgevormd naar natuur na uitvoering van maatregelen eveneens sprake is van kwel in de laagste delen. Deze locaties vormen mogelijk locaties voor realisatie van uitbereiding van het habitattype Blauwgrasland (zie paragraaf 6.4)

Het model berekend kwel of de scheidende laag . Op voorhand kan lastig worden ingeschat of en zo ja, hoeveel van deze kwel daadwerkelijk in maaiveld komt en of deze kwelhoeveelheden in staat zijn om de basenverzadiging op peil te brengen of te houden. Om te kunnen toetsen of de maatregelen voldoende zijn om te voldoen aan de ecologische vereisten is door KWR (Aggenbach en Cirkel, 2017a) een analyse uitgevoerd of de huidige en toekomstige (na uitvoering van maatregelen) aanvoer van basen via kwel voldoende is om de basenverzadiging op peil te houden en/of te krijgen. De conclusies uit deze analyse zijn opgenomen in het vorige hoofdstuk onder in het antwoord op onderzoeksvraag 6.

Voor Punthuizen laten de maatregelen een positief effect zien op de kwelfluxen. Voor de onderzochte locaties is de kwelflux in de huidige situatie in gemiddelde of natte jaren reeds groot maar treedt in droge jaren niet of nauwelijks kwel van basenrijk water op. Als gevolg van de maatregelen nemen de fluxen toe en treden deze vaker op. Daardoor wordt de kans dat verzuring optreedt kleiner. Daarbij zijn de effecten groter naarmate meer ingrepen in de ontwatering rondom Punthuizen worden gedaan.

Ook in Stroothuizen zorgen de PAS maatregelen voor een toename van de kwelfluxen. De berekende toename van de kwelflux als gevolg van de maatregelen lijkt onvoldoende voor herstel van basenverzadiging. Hierbij dient te worden aangetekend dat het slechts 1 locatie betreft en dat bovenstrooms in de slenk gelegen locaties niet konden worden meegenomen in de berekeningen. De modelaannames voor Stroothuizen, onder andere het niveau van de afvoerdrempels binnen het systeem en de drainageweerstand zijn van grote invloed op de uitkomsten. Daarnaast geldt dat er een aanname is gedaan voor de periode waarin herstel van de basenverzadiging op zal moeten treden. Omdat deze in de huidige situatie onvoldoende is zal de basenverzadiging eerst op niveau moeten komen alvorens deze, met geringe kwelfluxen, op niveau kan worden gehouden. Tegelijkertijd laten de resultaten een

toename van de invloed van kwelwater zien. Het aandeel kwelwater in de wortelzone neemt periodiek toe als gevolg van de maatregelen.
Berekende fluxen met het grondwatermodel laten ondanks de geringe effecten van de maatregelen op de freatische grondwaterstanden wel een grote toename (tot meerdere mm/d) van de kwelflux over de 1e scheidende laag zien. Dat betekent echter niet automatisch dat deze kwel in de wortelzone komt en daarmee invloed heeft op de basenverzadiging. De modeluitkomsten zijn daarom niet 1 op 1 te vergelijken met de uitkomsten uit het onderzoek van KWR (Aggenbach en Cirkel, 2017a).
In de huidige situatie vindt er, met name aan de noordzijde van Stroothuizen, maar deels ook aan de westzijde van de Punthuizerweg, veel afvoer van basenrijk grondwater plaats door het intensieve en diepe slotenstelsel. De sloten voeren jaarrond water, hetgeen een aanwijzing is dat vooral dieper grondwater wordt afgevoerd door deze waterlopen. Dit in tegenstelling tot de waterlopen aan de zuidzijde en westzijde, die vooral in winter en voorjaar draineren werken maar in de zomer droogvallen. Aan de noordzijde zal het diepe waterlopenstelsel worden gedempt als onderdeel van de korte termijn PAS maatregelen. De modelresultaten laten een sterk effect van deze maatregelen zien op grondwaterstroming, -standen en kwel.
Vanwege de onzekerheden of de maatregelen tot een voldoende toename van de basenverzadiging zullen leiden, stelt het kennisteam voor om de korte termijnmaatregelen uit te voeren en in te zetten op een intensieve monitoring van basenverzadiging en grondwaterkwaliteit in combinatie met het meten van freatische grondwaterstanden op verschillende diepte en het meten van de stijghoogte. Op deze wijze kan het effect van de maatregelen worden gemonitord en kan waar nodig worden bijgestuurd.

Voor het Beuninger Achterveld is in tabel 6 geen doelgatbepaling opgenomen. Er zijn hier geen voldoende lange meetreeksen beschikbaar (zie hoofdstuk 3). De huidige grondwaterstanden bevinden zich in het voorjaar in de lage delen aan de rand de vereisten (40 cm –mv) en de hogere delen daaronder (zie hoofdstuk 3). De maatregelen resulteren in een verhoging van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand van 10-15 centimeter op locaties met het habitattype Vochtige heide (H4010A) en Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150). Daarmee zorgen de maatregelen dat de voorjaarsgrondwaterstanden op de lage delen binnen de vereisten komen te liggen. Daarnaast zullen de grondwaterstanden minder snel en minder diep wegzakken, omdat ook de zomergrondwaterstanden hoger worden en er vanuit de zuidelijke gelegen slenk water door het Beuninger Achterveld wordt aangevoerd in natte (winter)perioden. Dit remt de successie, waardoor Pioniervegetaties met snavelbiezen langer in stand kunnen worden gehouden en Vochtige heide minder snel zal vergrassen.

6.2 Maatregelen bemesting

Voor alle percelen binnen het plangebied die fungeren als intrekgebied voor Punthuizen, Stroothuizen of Beuninger Achterveld is de maatregel: stoppen reguliere bemesting. Alleen beweiding met maximaal 1,5 GVE is nog mogelijk op deze percelen. Door de gebruiksmogelijkheden van deze percelen (effecten hydrologische maatregelen en bemesting stoppen) wordt in het Inrichtingsplan (Tauw, 2017) een functiewijziging naar natuur voorgesteld. Dat betekent dat op deze percelen de voorwaarden van het SNL-natuurdoeltype gelden. In paragraaf 6.3 en 6.4 wordt dit nader toegelicht. Hieronder wordt de totstandkoming van deze bemestingsbeperkende maatregel beschreven.

Vanwege de combinatie hydrologische maatregelen en stoppen reguliere bemesting is er geen perspectief meer op regulier agrarisch gebruik van deze percelen. In het Provinciaal Inpassingsplan (PIP) zijn deze percelen opgenomen als natuur. Hier wordt gekozen voor met een beheervorm die ten goede komt aan het natuurdoeltype dat zich op deze percelen kan ontwikkelen.

De werkwijze waarop deze maatregelen tot stand zijn gekomen is toegelicht in hoofdstuk 4. In de kaartenbijlage zijn de resultaten uit de bemestingsmaatregelenwijzer op kaart weergegeven. De kaarten geven de risico van bemesting weer op:

- Nitraatuitspoeling naar grondwater
- Ondiepe uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater
- Oppervlakkige afspoeling van fosfaat en stikstof

- Erosie van bodemdeeltjes met risico voor aanvoer van aan bodem gebonden P

Voor percelen waar geen relatie ligt tussen het grondgebruik en de habitattypen in de gebieden zijn geen risico's op kaart opgenomen. Dat geldt voor percelen die geen onderdeel uitmaken van het intrekgebied van kwelafhankelijke habitattypen (zie bijlage 8 van modelrapportage, Bor 2017) en voor percelen waarvan aanvoer van oppervlaktewater over maaiveld niet via de natuurgebieden plaatsvindt.

Naast de risico-inschatting vanuit de bemestingswijzer, zijn voor Stroothuizen ook de uitkomsten van het grondwaterkwaliteitsonderzoek (zie paragraaf 5.2) betrokken bij het formuleren van deze maatregelen. Daarnaast is gebruik gemaakt van de expertkennis van het kennisteam en zijn de uitkomsten van het hydrologisch onderzoek (hydrologische effecten inrichtingsmaatregelen) benut bij het bepalen van de bemestingsmaatregelen.

Het stopzetten van bemesting is noodzakelijk vanwege de korte reistijden van het grondwater, de gevoeligheid van de habitattypen voor aanvoer van nutriënten en de grote risico's op aanvoer van nitraat en fosfaat via grond- en oppervlaktewater. De kaarten van de bemestingswijzer bevestigen dit beeld. Op alle percelen is een groot risico op uitspoeling van nitraat via het grondwater, met uitzondering van een perceel tussen Punthuizen en Beuninger Achterveld, het Strengeveld en één perceel direct grenzend ten zuiden van Stroothuizen.

Voor het Beuninger Achterveld kan systeemherstel door oppervlakkige afvoer van water via het slenkenpatroon alleen optreden indien het oppervlaktewater geen verhoogde nitraat en fosfaatgehalten bevat. De natte heide in het Beuninger Achterveld is zeer gevoelig voor aanvoer van voedselrijk water. Daarnaast grenzen de percelen ten zuiden van Beuninger Achterveld direct aan de Droge en Vochtige heiden. Huidige bemesting van de percelen zorgt ervoor dat meststoffen uitspoelen vanuit de hogere gelegen percelen naar het Beuninger Achterveld. Daarom moet bemesting op deze percelen worden gestopt.

Voor Punthuizen geldt dat in de huidige situatie in natte perioden vermest oppervlaktewater direct het Blauwgrasland inloopt. De hogere delen van de percelen ten zuiden van het gebied maken onderdeel uit van het lokale infiltratiegebied van de laagte met Blauwgrasland. Daarnaast hebben deze percelen een hoog risico op uitspoeling van nitraat via het grondwater. Daarom moet bemesting op dit perceel worden gestopt.

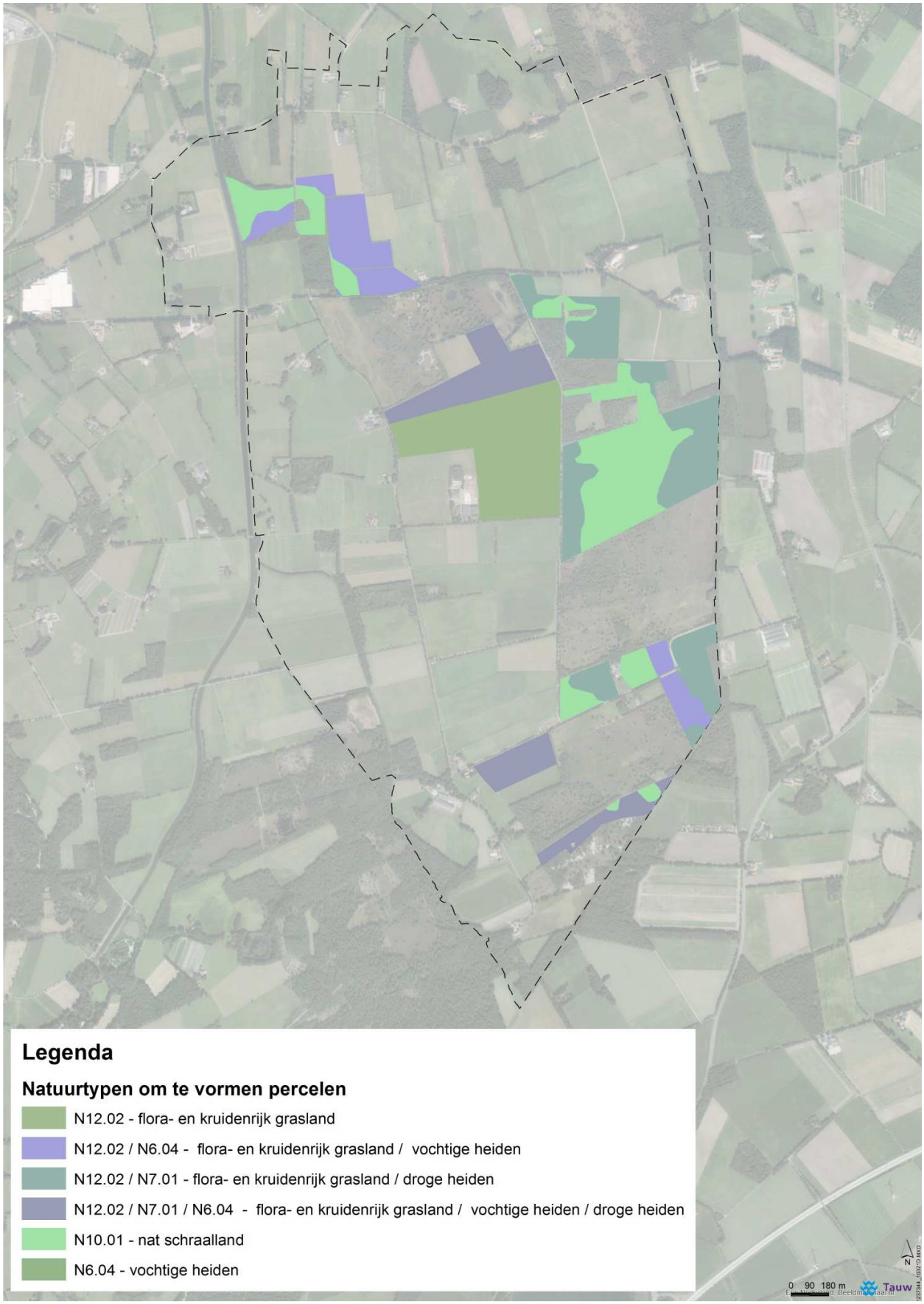
Voor Stroothuizen geldt specifiek dat sinds de jaren '90 de invloed van vermest grondwater in het diepe grondwater is toegenomen (zie paragraaf 5.2). Aanvoer van sulfaatrijk grondwater vormt, naast onvoldoende toevoer van kwel, het grootste knelpunt voor de centrale slenk met Blauwgrasland en zwakgebufferde venvegetaties (zie paragraaf 5.2). Daarom zijn ook voor dit deelgebied voor alle in het lokale intrekgebied gelegen percelen bemestingsmaatregelen noodzakelijk (M3b/M3c). Voor het perceel aan de zuidwestzijde van Stroothuizen zijn geen bemestingsmaatregelen nodig om het grondwater dat in dit perceel infiltreert langs Stroothuizen stroomt. Daardoor is het niet van invloed op de habitattypen in het natuurgebied.

De intrekgebieden waar bemestingsmaatregelen op van toepassing zijn opgenomen in figuur 57. Voor de wijze waarop deze intrekgebieden zijn bepaald wordt verwezen naar paragraaf 4.2. en bijlage 7. De ingevulde bemestingsmaatregelenwijzers op perceelsniveau maken onderdeel uit van de eigenarendossiers.

Figuur 57 Intrekgebieden van grondwatergevoedde habitats waar als maatregel stopzetten bemesting is opgenomen

6.3 Uitwerking natuurpotenties

Voor de percelen waar omvorming naar natuur is opgenomen in het Inrichtingsplan (Tauw, 2017), is een inschatting gemaakt van de natuurpakketten die na inrichting en beheer gerealiseerd kunnen worden. De inschatting van natuurpakketten is gebaseerd op bodemtype, de toekomstige hydrologische situatie (grondwaterstanden en kwel) en ervaringen opgedaan in eerder uitgevoerde herstelprojecten binnen het plangebied. Voor de percelen binnen de plangrens waar maatregelen zijn geformuleerd, is daarbij gekeken of realisatie van de uitbereidingsdoelen voor Droge heide en Blauwgrasland tot de mogelijkheden behoort (zie paragraaf 6.4). De inrichting van percelen als nieuwe natuur dient op basis van bodemonderzoek (bodemopbouw en bodemkwaliteit) meer in detail te worden uitgewerkt, waarbij ook de potenties voor realisatie van bijvoorbeeld blauwgrasland of heidevegetaties beter in beeld kan worden gebracht. In alle gevallen geldt dat inrichting van de percelen waar nieuwe natuur wordt ingericht, niet ten koste mag gaan van de instandhoudingsdoelen in de huidige natuurgebieden. Met name waar dekzandruggen onderdeel uitmaken van lokale grondwatersystemen mag afgraven niet van invloed zijn op het hydrologisch functioneren. Door ook op deze delen bodemkwaliteitsonderzoek uit te voeren kan bepaald worden hoe eventueel afgraven van invloed is op de hydrologie. Afgraven van deze percelen tot onder het niveau waar het grondwater zich bevindt in natte perioden, is in ieder geval ongewenst. De kaart met een inschatting van natuurpotenties in de vorm van SNL typen is weergegeven in figuur 58.



Figuur 58 Inschatting realisatie SNL types. Definitieve potenties en keuzes dienen te worden gemaakt op basis van nader onderzoek

6.4 Overgangs- en eindbeheer

Deze paragraaf beschrijft het gewenste overgangsbeheer -en eindbeheer op hoofdlijnen.
Op basis van een nog uit te voeren bodemkwaliteitsonderzoek (nutriënten en profielopbouw) zal een concrete uitwerking van dit beheer op perceels- en gebiedsniveau plaatsvinden.

De ruggengraat van het maatregelpakket is herstel van de slenkenstructuur, waardoor grondwaterstromingen en –standen, maar ook inundatie en afvoer van oppervlaktewater een meer natuurlijk verloop krijgen. De slenken zijn van nature voedselarm tot matig voedselarm. De 'begraven' slenken aan de zuidzijde en noordzijde van Punthuizen, de zuidzijde en noordzijde Beuninger Achterheide en noordzijde Stroothuizen zijn in gangbaar agrarisch gebruik. De eerste stap is herstel van de voedselarme tot matig voedselarme uitgangssituatie door uitmijnen. Hierbij is het doel om met de aanwezige hoogproductieve grassen, of in geval van akker met granen, zoveel mogelijk beschikbaar fosfaat aan de bodem te onttrekken. De belangrijkste plantenvoedende stoffen stikstof (N), fosfaat (P), kali (K) en eventueel zwavel (S) dienen daarbij zoveel mogelijk in balans te zijn, zodat het gewas zo optimaal mogelijk kan groeien en daarbij de vrij beschikbare voedingsstoffen kan opnemen. Het is goed om dat op basis van periodiek onderzoek naar de bodemvruchtbaarheid te actualiseren. In de regel is een aanvulling van K voldoende. Door spontane vestiging of eventueel inzaai van vlinderbloemigen – klavers wordt in N voorzien. Wanneer de beschikbare fosfaat voldoende is opgesoupeerd, kan worden overgestapt op een verschralingsbeheer (maaien en afvoeren en/of (na)weiden). Bij dicht geschoven laagten is het vervolgens noodzakelijk om de opgebrachte grond te ontgraven, waardoor de slenkenstructuur hersteld wordt. Om de natuurlijkheid van de waterhuishouding te herstellen dienen gelijktijdig buisdrains verwijderd, greppels gedempt en sloten tot het nieuwe maaiveld verondiept te worden. Door vernatting komt opnieuw fosfaat beschikbaar en zal het verschralingsbeheer geïntensiveerd moeten worden. Na ontgraving ontstaat een kiembed voor kruidachtige en houtachtige gewassen. De gewenste vegetatietypen bestaan uit kruidachtige vegetaties passend in het open heidelandschap en de daarin aanwezige N2000 doelen. Verbossing met houtige gewassen moet dan worden voorkomen door extra maaibeurten. Dit valt deels samen met de extra maaibeurt(en) in verband met grotere beschikbaarheid van fosfaat door vernatting.

De hoger gelegen dekzandruggen zijn eveneens in gangbaar agrarisch gebruik. Deze gronden zijn van nature voedselarm en hebben een belangrijke rol in het hydrologisch functioneren van de lokale gradiënten van dekzandruggen naar slenken. De eerste stap is herstel van de voedselarme uitgangssituatie door uitmijnen. Hierbij is het doel om met de aanwezige hoogproductieve grassen of in geval van akker met granen zoveel mogelijk beschikbaar fosfaat te onttrekken. De belangrijkste plantenvoedende stoffen stikstof (N), fosfaat (P), kali (K) en eventueel zwavel (S) dienen daarbij zoveel mogelijk in balans te zijn, zodat het gewas zo optimaal mogelijk kan groeien en daarbij de vrij beschikbare voedingsstoffen kan opnemen. Het is goed om dat op basis van periodiek onderzoek naar de bodemvruchtbaarheid te actualiseren. In de regel is een aanvulling van K voldoende. Door spontane vestiging of eventueel inzaai van vlinderbloemigen – klavers wordt in N voorzien. Wanneer de beschikbare fosfaat opgesoupeerd is, kan worden overgestapt op een verschralingsbeheer (maaien en afvoeren en/of (na)weiden). De ontwikkeling naar een vegetatie gedomineerd door Struikheide en of Dopheide zal mogelijk enkele decennia op zich laten wachten. Een heidelandschap met elementen van droog grasland, heischraalgrasland en heide is vanuit faunistisch oogpunt een winstpunt ten opzichte van de huidige droge en vochtige heiden met zeer weinig nectarplanten. Door intensief landgebruik is de bodem qua fauna vaak uitgewoond. Herstel van het bodemleven zal mogelijk enkele decennia duren. Experimenteren met enten van gezonde grond zou dit proces kunnen versnellen.

Met het overgangsbeheer wordt beoogd om via de weg van de geleidelijkheid voedselrijkdom en hydrologische condities op orde te krijgen met als doel om de samenhangen van dekzandruggen en slenken te herstellen. Idealiter is eerste stap voor zowel hoog als laag gelegen percelen verschralen van de bodem en de tweede stap vernatten – herstel slenkenstructuur. Voordat vernatting plaatsvindt dient in elk geval de reguliere bemesting van de betreffende percelen te zijn gestopt.

Volgordelijk is het van belang dat eerst de voedselrijkdom fors wordt teruggebracht zowel op de hoge als de lage delen. Herstel en integreren van de slenken kan pas wanneer het oppervlaktewater schoon is (voedselarm tot matig voedselarm).

Verzachten van harde grenzen (houtsingels, bosjes etc.) tussen bestaande natuur en maatregelgebieden, zodat opschalen van het open heidelandschap een logische stap is. Het doel zou moeten zijn om een landschappelijke eenheid te ontwikkelen waar kenmerken van het jonge heideontginningslandschap en het open heidelandschap elkaar versterken door contrast en verwevenheid.

6.5 Uitbreidingsdoelen

Voor het gebied Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld zijn naast behoudsdoelstellingen ook uitbreidingsdoelen gedefinieerd voor de habitattypen Blauwgrasland en Droge heide. De mogelijkheden dienen nader in beeld worden gebracht, maar vooralsnog ziet het kennisteam een aantal mogelijke locaties.
Uitbreiding van Droge heide is op korte termijn vooral realiseerbaar binnen bestaande natuurgebieden waar nu nog productiebos (naaldhout) aanwezig is, of op in het verleden ingerichte landbouwpercelen (Groener, Nijhuis) door verder verschralingsbeheer. Op langere termijn zijn er enkele mogelijk om te vormen landbouwpercelen waar Droge heide kan worden gerealiseerd. Of dat door inrichting of verschralingsbeheer kan worden gerealiseerd hangt af van de situatie. Wanneer de hogere delen onderdeel uitmaken van de lokale infiltratiegebieden en grondwaterstand in zich dichtbij of aan maaiveld bevinden, is afgraven niet gewenst omdat dit ten koste gaat van de delen waar zich al grondwaterafhankelijk habitattypen bevinden of ontwikkeld kunnen worden.
Uitbereiding van Blauwgrasland is slechts op een beperkt aantal locaties mogelijk. De grootste kansen liggen in het Strengeveld. De laagte tussen Beuninger Achterveld en Stroothuizen maakt integraal onderdeel uit van het systeemherstel waarop wordt ingezet. Hier kwam voor de ruilverkaveling zeer goed ontwikkeld blauwgrasland voor. Deze locatie is begrensd als nieuwe natuur maar ligt buiten de Natura 2000 begrenzing. Andere mogelijkheden liggen in de slenk ten noorden van Stroothuizen, een kleine laagte aan de westzijde van Punthuizen en een kleine laagte tussen Punthuizen en het Beuninger Achterveld. Het is de vraag of de slenk ten noorden van Stroothuizen niet meer mogelijkheden voor Dotterbloemhooiland dan Blauwgrasland in zich heeft vanwege de lage ligging in het systeem. De laagte bij het Beuninger Achterveld is klein van omvang maar biedt kansen. Herstelmogelijkheden in de laagte aan de westzijde van Punthuizen hangen af van de wensen van de eigenaren, omdat het belangrijkste deel van de laagte net buiten de Natura 2000 begrenzing ligt.
Gezien de sterke achteruitgang van Blauwgrasland in Stroothuizen en het feit dat Blauwgrasland één van de meest bedreigde habitattypen binnen Nederland is, is het van belang om potenties ten volle te benutten.
Herstel van oorspronkelijk reliëf van dichtgeschoven laagtes is uitgangspunt bij natuurontwikkeling op landbouwgrond. Onderzoek naar bodemkwaliteit (fosfaathuishouding en basenverzadiging) en extra onderzoek naar bodemopbouw zijn noodzakelijk voor een betere inschatting van de mogelijkheden.
Naast inrichtingsmaatregelen zijn geen (extra) hydrologische maatregelen noodzakelijk. De uitbereiding lift mee met de PAS maatregelen.

6.6 Volgordelijkheid uitvoering maatregelen

Om de instandhoudingdoelen te halen is een juiste volgorde van uitvoering van maatregelen cruciaal omdat de maatregelen op veel onderdelen een in belangrijke mate met elkaar samenhangen. Voor een aantal onderdelen is daarom uitgewerkt in welke volgorde maatregelen genomen moeten worden.

Het herstel van het oostelijke slenkensysteem tussen Punthuizen, via het Beuninger Achterveld naar het Strengeveld dient als volgt te worden uitgevoerd:

- Allereerst moet de bemesting van de landbouwpercelen die in de toekomst afwateren op dit systeem worden gestopt.
- Uitvoering van de hydrologische maatregelen en inrichting van deze percelen als nieuwe natuur geschiedt bij voorkeur na het gewenste overgangsbeheer.
- Pas wanneer het oppervlakte- en grondwater dat zal worden afgevoerd via het Beuninger Achterveld schoon (dus geen verhoogde nitraat en fosfaatgehalten) is kan de afvoer van naar het Beuninger Achterveld worden hersteld. Tot die tijd dient het water van de (voormalige) landbouwpercelen afgevoerd te worden via de bestaande verduikering naar de leggerwaterloop langs de Strengeveldweg.

- Dat betekent dat de waterloop langs de Strengeveldweg pas verondiept/gedempt kan worden nadat de waterafvoer naar het Beuninger Achterveld hersteld is. Alternatief is om te kijken of deze afwateringsrichting na omvorming naar natuur al op een hogere niveau plaats te laten vinden zonder dat overlast op de beide erven plaatsvindt.
- Voor het aankoppelen van de voormalige landbouwgronden op het Beuninger Achterveld moet de slenk in dit natuurgebied worden herstel. Daarvoor dienen de horsten met Pijpestrootje te worden gemaaid en moeten de greppeltjes met wallen in dit gebied zijn verwijderd. Daarnaast moet het aansluitpunt waar het water het huidige natuurgebied instroomt op de juiste hoogte zijn aangelegd. Het is verstandig om de afvoer naar de verduikering in eerste instantie in stand te houden als noodafvoer. Zo kan het nieuwe systeem haar werking in de praktijk bewijzen.
- Het herstel van de slenk in het Beuninger Achterveld dient gelijktijdig of na uitvoering van de hydrologische maatregelen in het Strengeveld (percelen ten noorden van het Beuninger Achterveld) te worden uitgevoerd. Zo lang de verdroging niet is opgeheven is herstel niet effectief, omdat de laagte wel snel zal dichtgroeien met Pijpestrootje.
- Herstel van de slenk ten noorden van de Zwartkampsweg dient in samenhang met het gedeelte ten zuiden van de Zwartkampsweg te worden uitgevoerd.

Voor Stroothuizen is het van belang dat de bemesting in het intrekgebied gelijktijdig of voorafgaand aan de hydrologische maatregelen wordt uitgevoerd, om een toename van invloed van vermest grondwater te voorkomen. Dat geldt zowel voor de hydrologische maatregelen ten zuiden als ten noorden van Stroothuizen. De slenk ten noorden dient als geheel te worden ingericht. Eventueel is nog een knip mogelijk tussen het deel benedenstrooms en bovenstrooms van de Punthuizerweg.

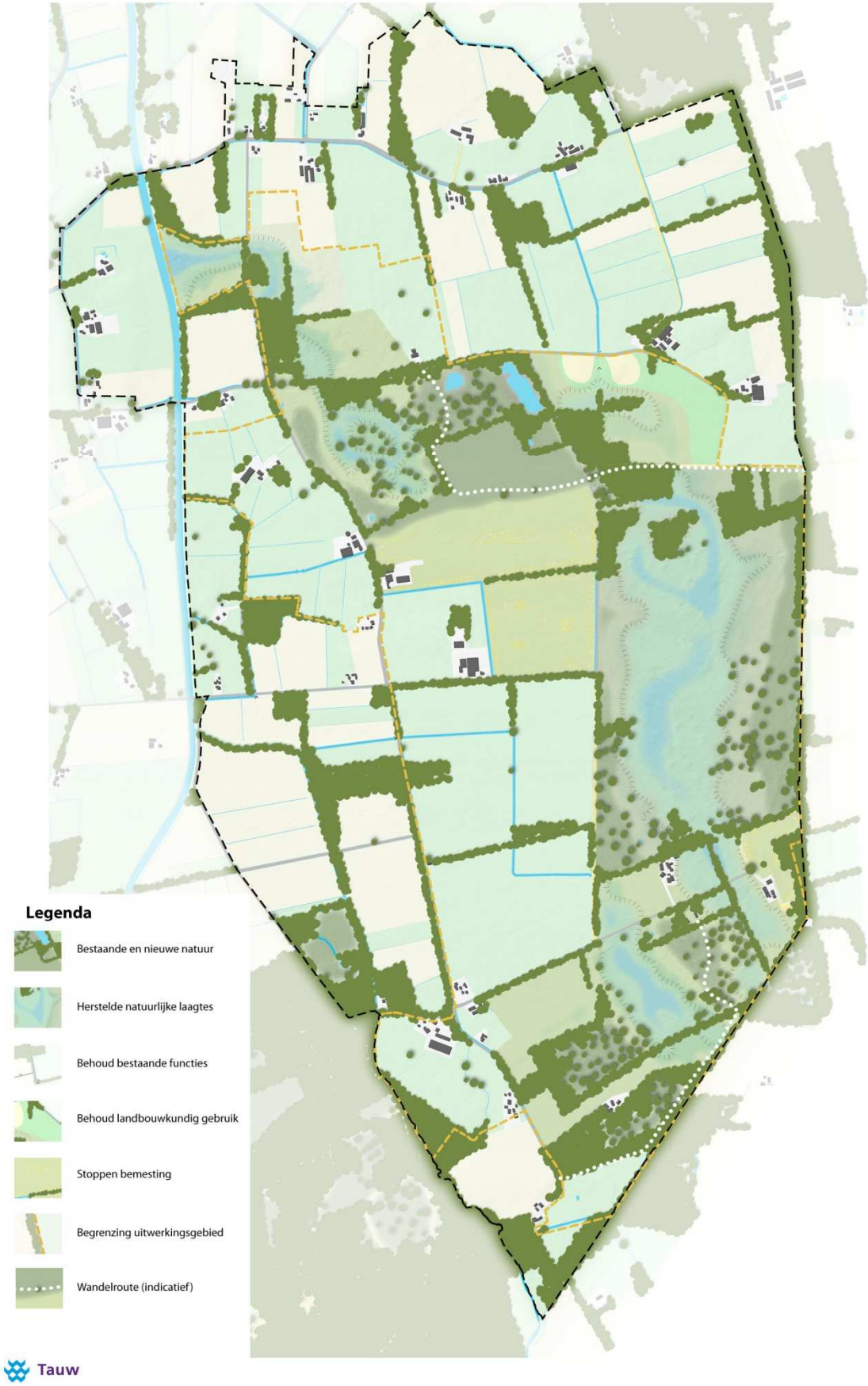
Voor Punthuizen kunnen de maatregelen aan bovenstroomse zijde afzonderlijk van de andere maatregelen worden uitgevoerd. De maatregelen aan de westzijde moeten als geheel worden beschouwd waarbij ook de bovenstroomse maatregelen in ieder geval als eerste zouden moeten worden uitgevoerd.

Tot slot geldt dat interne maatregelen in de natuurgebieden zoals plaggen en het dempen van greppels gelijktijdig of direct voor of na de externe hydrologische maatregelen moeten worden uitgevoerd.

6.7 Eindbeeld

Het totaal aan maatregelen vormt, tezamen met het toekomstig beheer, het beeld van hoe het plangebied er in de toekomst uit zal gaan zien. Dit eindbeeld is gevisualiseerd en weergegeven in figuur 59. Het betreft een concept eindbeeld dat op details nog aan verandering onderhevig zal zijn.

Binnen het plangebied zijn de huidige en toekomstige natuurgebieden opgenomen met daar binnen het herstelde slenkenpatroon in de vorm van in elkaar overlopende laagtes. Daarnaast zijn de percelen opgenomen waar bemestingsmaatregelen zijn opgenomen binnen de lokale intrekgebieden van de bestaande natuurgebieden. Tot slot zijn de blijvende landbouwgebieden op kaart opgenomen evenals een indicatie van mogelijke nieuwe recreatieve routes door het gebied.



Figuur 59 Concept eindbeeld planuitwerkingsgebied Punthuizen, Stroothuizen, Beuninger Achterveld

7 Lange termijn maatregelen hydrologie

In de PAS gebiedsanalyse (M31) is een onderzoeksopgave opgenomen naar de noodzaak voor maatregelen voor de lange termijn. Het gaat om het verder verminderen van de ontwatering in Duitsland vlak over grens bij Punthuizen en Beuninger Achterheide, in het gebied ten westen van het Beuninger Achterveld en Stroothuizen; en ten noorden en noordoosten van Stroothuizen. In de PAS gebiedsanalyse is ook opgenomen dat dit onderzoek plaatsvindt aan het eind van de 1e beheerplanperiode. Zowel binnen het projectteam als uit de streek is de wens uit gesproken inzicht te krijgen in de maatregelen die nodig zijn voor instandhouding. Dus als nu al bekend is dat lange termijn maatregelen nodig zijn om dit ook nu al inzichtelijk te maken. Een eerste analyse van effecten van de korte termijn maatregelen maakt duidelijk dat de korte termijn maatregelen de huidige verdroging en verzuring, in met name Punthuizen, niet geheel kunnen wegnemen (zie paragraaf 6.1).

Er zijn daarom een aantal verkennende scenario's doorgerekend met het grondwatermodel in de vorm van een gevoeligheidsanalyse. Het doel van deze scenario's is het verkrijgen van inzicht in de verschillende "knoppen" waar aan gedraaid kan worden en wat het effect van deze knoppen is op de instandhoudingsdoelen en op de omgeving. De scenario's zijn nadrukkelijk verkennend van aard, omdat maatregelen niet nader zijn gedetailleerd op inrichtingsplanniveau.

De uitkomsten van de volgende drie scenario's voor Punthuizen zijn beschouwd:

- Korte termijnmaatregelen inrichtingsvoorstel + peilverhoging van de Puntbeek vanaf de Duitse grens tot aan de tweede stuw halverwege de Puntbeek op de grens tussen natuur- en landbouwgebied
- Korte termijn maatregelen inrichtingsvoorstel + het dempen van een aantal sloten in Duitsland in een zone ten zuiden van Punthuizen tot aan de Provinciale weg in Duitsland
- Korte termijn maatregelen inrichtingsvoorstel + peilverhoging in de Puntbeek in combinatie met het dempen van de sloten in Duitsland

Voor alle drie de scenario's zijn de effecten op grondwaterstand (gxg's), kwel en het doelgat bepaald. Effecten op landbouw en bebouwing zijn voor het meest scenario met het grootste effect op de grondwaterstanden (verhoging peil Puntbeek en dempen sloten in Duitsland) bepaald om een beeld te krijgen van mogelijke effecten van deze maatregelen op de omgeving. Deze effecten zijn opgenomen in de inrichtingsvoorstellen per eigenaar en voor landbouw in het rapport van Aequator (Aequator, 2017).

In tabel 7 is per scenario het doelgat opgenomen voor de peilbuislocaties in Punthuizen. Omdat de maatregelen geen effect hebben op Stroothuizen, zijn de peilbuislocaties in dit gebied achterwege gelaten. De kaarten met daarop de effecten op grondwaterstanden en kwelpatronen zijn opgenomen in de kaartenbijlage. Bij de beschrijving van de effecten is zowel gekeken naar het doelgat op de peilbuislocaties als naar het ruimtelijk effect van maatregelen. Er zijn namelijk niet overal peilbuislocaties beschikbaar en het ruimtelijk effect van de verschillende maatregelenscenarios is verschillend. Een totaaltabel met het doelgat voor de korte en lange termijn maatregelenscenarios is opgenomen in bijlage 6.

		Scenario							
		Huidig		KT + Puntbeek		KT + Duitsland		KT + Pbeek + Dld	
Peilbuis	Habitattype	GLG	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG
B29C0258	H6410		0,15		0,09		0,09		0,06
B29C0256	H4010A		-0,22		-0,30		-0,28		-0,33
B29C0252	H6410	0,2	-0,19	0,08	-0,26	0,05	-0,25	-0,03	-0,30
B29C0251	H6410	0,24	-0,04	0,13	-0,10	0,08	-0,10	0,01	-0,13
B29C0250	H6410	0,25	-0,02	0,14	-0,09	0,09	-0,08	0,02	-0,12
B29C0249	H6410	0,51	0,2	0,37	0,11	0,37	0,13	0,27	0,08
B29C0245	H6410	0,42	0,13	0,33	0,07	0,26	0,06	0,20	0,03
B29C0243	H4010A		0,07		-0,01		-0,03		-0,07
B29C0242	H4010A		0,04		-0,04		-0,06		-0,09

Tabel 7 Berekende doelgaten voor doorgerekende lange termijn maatregelenscenario's voor deelgebied Punthuizen

De beschouwde lange termijn maatregelen laten verschillende effecten zien. Een peilverhoging in de Puntbeek geeft een duidelijk effect op de zomergrondwaterstanden in het hele gebied, maar zeker ook in de centrale laagte. Het effect bedraagt ca. 10 centimeter. De maatregel heeft daarmee een positief effect op het uitzakken van de grondwaterstanden in de zomer, maar het effect is niet voldoende om het doelgat te slechten. Het effect is qua orde grootte zelfs kleiner dan het effect van de grondwaterstandverlaging, die als gevolg van weeromstandigheden is optreden in de afgelopen 15 jaar. Dat maakt dat alleen een peilverhoging van de Puntbeek in combinatie met de korte termijn maatregelen wel een duidelijk effect heeft op de zomergrondwaterstanden, maar nog niet voldoende is om het te diep uitzakken van de grondwaterstand in de zomer te voorkomen.
Het doelgat in het voorjaar wordt door de maatregelen kleiner, wordt opgeheven of ligt rond de 10 cm. De effecten in de winterperiode geven t.o.v. het korte termijn maatregelenpakket vooral een vergroting van de opbolling in de dekzandrug aan de westzijde. Deze bedraagt 10-20 cm. In de laagte is het effect ca. 5 cm. De maatregelen zullen hier dus ook zorgen voor een langere inundatieduur. De maatregelen hebben verder een positief effect op kwel- en infiltratiepatronen. Aan de rand van de laagste neemt kwel toe, over een klein oppervlakte slaat wegzijging om in kwel. Wat vooral opvalt t.o.v. het korte termijn scenario's is niet alleen over een groter oppervlak, maar ook aan de westrand van de laagte wegzijging omslaat naar kwel. De maatregel werkt daarmee positief uit voor de westzijde van Punthuizen. De toestroom van water vanuit de lage dekzandrug wordt hersteld, waardoor kwel over een groter oppervlak langduriger in maaiveld kan komen en grondwaterstanden op de westflank van de laagte hoger worden.
Het dempen van de sloten in Duitsland zorgt voor een zeer sterke vergroting van de opbolling van de grondwaterstand in de dekzandruggen rondom de laagte in Punthuizen. Deze neemt vooral aan de zuid- en oostzijde, dus aan de voedingskant van de laagte, fors toe.
Het doelgat in het voorjaar wordt door de maatregelen verkleind, maar blijft op een aantal locaties aanwezig. Er blijft nog 6-13 cm "over". Het doelgat voor de zomersituatie wordt fors kleiner in de centrale laagte en neemt af tot 5-10 cm. Uitzondering hierop vormen de peilbuizen waar ook in de actuele situatie al sprake is van een groot doelgat (zie ook de opmerking in paragraaf 3.1 doelgat actuele situatie). De maatregelen hebben meer invloed op de winter en voorjaarsgrondwaterstanden dan op de glg, omdat de drainagebasis niet in Duitsland ligt maar de Puntbeek de drainagebasis vormt voor het systeem.
Het dempen van sloten in Duitsland zorgt ook voor een forse wijzing van kwel en infiltratiepatronen. In de laagte treedt over een flink oppervlakte toename van kwel of omslag van wegzijging naar kwel op. Tegelijkertijd treedt ook op de flanken van de dekzandruggen, de locaties waar heischrale graslanden en natte heidevegetaties voorkomen op. Hier neemt de wegzijging af. Deze ontwikkelingen zijn positief in relatie tot de instandhoudingsdoelen. Het systeem wordt door deze maatregelen veel minder gevoelig voor droge winters/voorjaren, de inundatieduur van de laagte zal toenemen en de invloed van kwel wordt groter zowel qua oppervlak als qua intensiteit.
Wanneer zowel het peil van de Puntbeek wordt verhoogd als ook de sloten in Duitsland worden gedempt is het effect groter dan het effect van de individuele maatregelen. Daarbij geldt dat het "som"

groter is dan het effect der delen, ofwel 1+1=3. De maatregelen samen zorgen ervoor dat zowel het doelgat in het voorjaar, als in de zomer in de centrale laagte nagenoeg tot 0 worden gereduceerd met uitzondering van de eerder genoemde peilbuizen. Daarnaast treedt over grotere oppervlakte toename van kwel, omslag van kwel naar wegzijging of afname van wegzijging op. Het scenario laat duidelijk zien dat de verschillende lange termijn maatregelen niet onderling uitwisselbaar zijn. De sloten in Duitsland beïnvloeden vooral de opbolling in de dekzandruggen en daarmee de kwel op de randen van de laagte aan de aanstroomkant. De Puntbeek beïnvloedt vooral de zomergrondwaterstanden en daarmee samenhangend de vochtvoorziening, wegzijging en het moment dat het diepere basenrijke water het maaiveld bereikt op de overgang van de droge zomerperiode naar de natte winterperiode.
Daarmee zijn de effecten positief voor zowel de regenwaterafhankelijk habitattypen zoals natte heide (flanken) maar vooral voor de meest kwetsbare habitattypen: de zwakgebufferde vennen en de blauwgraslanden. Vooral voor de basenrijkere vormen van blauwgrasland, die in kwaliteit achteruit zijn gegaan ontstaan over grotere oppervlakte optimale standplaatscondities. De zwakgebufferde venvegetaties krijgen minder vaak last van droogval en ook de buffering zal verbeteren.

8 Conclusies en aanbevelingen

De voorgaande hoofdstukken vormen de onderbouwing van de uitwerking van de PAS maatregelen voor de deelgebieden Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld binnen het Natura 2000 gebied Dinkelland.
De uitgevoerde onderzoeken laten zien dat de opgave binnen het gebied, met name voor de habitattypen die afhankelijk zijn van gebufferde omstandigheden (Blauwgrasland en Zwakgebufferde vennen) groot is.

In Stroothuizen vormt verzuring door onvoldoende toestroom van gebufferde grondwater door lokale kwel (oostzijde, met name Oortven) of dieper grondwater (westzijde, centrale slenk) het belangrijkste knelpunt. Daarnaast is sprake van een toename van de toestroom van vermest grondwater vanuit het intrekgebied. Het voorgestelde maatregelenpakket zorgt voor een forse verbetering van de toestroom van kwelwater en zal de toestroom van verontreinigd grondwater vanuit het intrekgebied aan de zuid en zuidoostzijde fors verminderen. Omdat het lastig in te schatten is of en op welke termijn de basenverzadiging voldoende hersteld is, is intensieve monitoring van de effecten van de korte termijn maatregelen noodzakelijk. Van verdroging is in Stroothuizen minder sprake. Daar waar sprake is van te lage grondwaterstanden zullen de voorgestelde maatregelen deze verdroging opheffen. Daarnaast wordt op locaties die reeds voldoen qua grondwaterstanden de situatie robuuster. De grondwaterstanden bevinden zich beter binnen het optimale bereik.

Voor Punthuizen zijn de korte termijnmaatregelen onvoldoende om het doelgat op te heffen. De helft van het Blauwgrasland bestaat momenteel uit rompgemeenschappen waar sprake is van verdroging en verzuring. Daarnaast is ook in het goed ontwikkelde Blauwgrasland sprake van een negatieve trend. Deze wordt veroorzaakt doordat het systeem gevoelig is voor weersinvloeden. Als gevolg van drogere winters en zomers zijn de grondwaterstanden in de afgelopen 15 jaar lager dan in de periode daarvoor. Hierdoor is de verdroging, maar ook de verzuring van Blauwgrasland en zwakgebufferde venvegetaties toegenomen.
Naast de korte termijn maatregelen is, zowel een verhoging van de drainagebasis (peil Puntbeek), als een vermindering van de ontwatering aan Duitse zijde noodzakelijk. Deze maatregelen versterken elkaar en zijn niet uitwisselbaar qua effecten. De maatregelen zijn nodig om de achteruitgang van de laatste decennia te stoppen, maar ook worden omstandigheden gecreëerd die nodig zijn voor verbetering van kwaliteit en uitbereiding. Het gebied is gevoelig voor droge winter en langdurige perioden van droogte in voorjaar en zomer. Door de maatregelen is het gebied beter is staat om zowel langdurige perioden van droogte in zomer, als natte perioden in de winter te doorstaan. Door de grondwaterstanden niet tot aan de “bovenkant” van de ecologische vereisten te verhogen wordt eveneens voorkomen dat nattere perioden dan gemiddeld kunnen worden ontstaan. Een goed functionerend en stuurbaar overloopniveau is daarbij wel van belang omdat hiermee inundatieduur en frequentie kunnen worden bijgestuurd indien nodig. Goede monitoring van hydrologie, hydro- en bodemchemie en vegetatie is ook in Punthuizen belangrijk.

De lange termijn maatregelen zijn slechts in de vorm van gevoeligheidsanalyse verkend. Nadere detaillering is noodzakelijk (onderzoeksmaatregel M31). Dat geldt bijvoorbeeld voor de wijze waarop een peilverhoging van de Puntbeek wordt uitgevoerd. Aandacht voor extreme afvoeren en inundaties zijn van belang. Voor pieken kan ruimte worden gezocht op de Puntbeekweides nabij de grens en/of door profielaanpassing. Ook het vervangen van vaste overlaten door debietgestuurde regelbare stuwen is een optie. Ook voor de omvang en mate van het verondiepen van sloten in Duitsland is verdere verkenning, in samenwerking met Duitse overheden en eigenaren noodzakelijk. Deze acties maakten geen onderdeel uit van de opdracht aan het kennisteam.

Voor het Beuninger Achterveld is in de huidige situatie sprake van forse verdroging. Deze verdroging kan door uitvoering van de korte termijn maatregelen worden opgeheven.

Voor alle drie de gebieden geldt dat een juist volgorde van uitvoering van maatregelen noodzakelijk is. Daarnaast dienen een aantal maatregelen nog in detail te worden uitgewerkt. Dat geldt met name voor locaties waar slenkenpatronen hersteld worden maar ook voor de hogere gelegen delen van percelen waar natuur ontwikkeld gaat worden. In alle gevallen geldt dat nader onderzoek naar bodemopbouw, bodemkwaliteit en een toets op eventuele negatieve hydrologische effecten noodzakelijk is.

Literatuurlijst

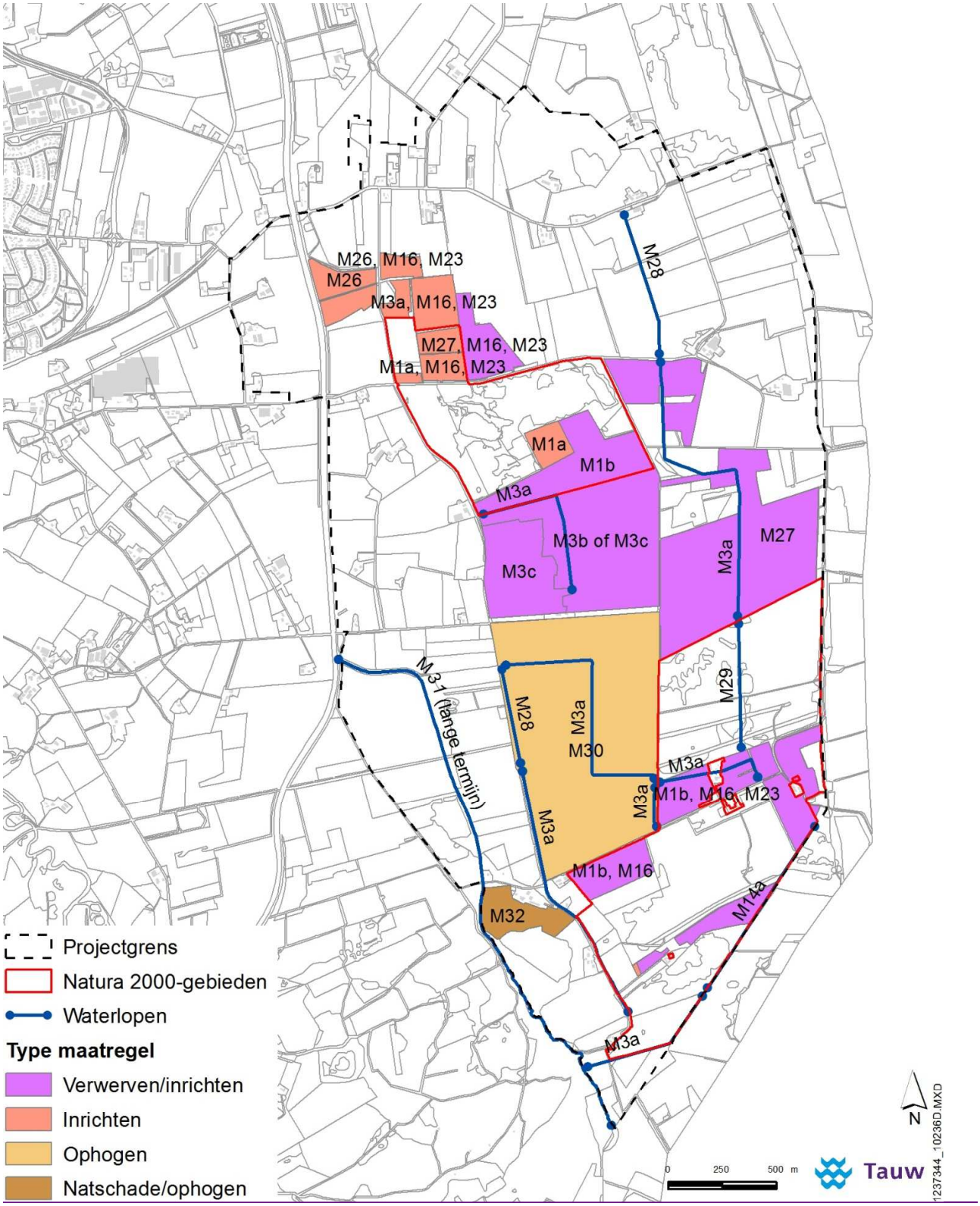
- Aggenbach, C.J.S., M.J. Jalink en A.J.M. Jansen, 1998. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiering van plantengemeenschappen in vennen. Deel 5 uit de serie 'Indicatorsoorten". Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Aggenbach, C.J.S. & A.J.M. Jansen (2004) OBN-Monitoring Middelduinen, Stroothuizen, Punthuizen en Lemselermaten. Eindrapport monitoringperiode 1989-2003. Bijlagenbundel. KWR 03.016. Kiwa N.V., Nieuwegein.
- Aggenbach, C.J.S & D.G. Cirkel (2017a) Analyse van actuele en vereiste kwelfluxen voor basenminnende
- habitattypen in Stroothuizen en Punthuizen. KWR
- Aggenbach, C.J.S & D.G. Cirkel (2017b) Analyse actuele toestand en trends grondwaterkwaliteit Stroothuizen. KWR
- Bernink, J.B., 1916. Ons Dinkelland. Natuurhistorische beschrijving van Oost-Twente. Uitgegeven door en ten voordeele van Natura Docet. Stoomdruk. G. Bruggeman, Oldenzaal.
- Croese, T.H.M., 1991. Vegetatietypologie van de Kartering Dinkelland (NO-Twente), SWE 90.039, Kiwa N.V., Nieuwegein.
- De Boo, M., 1996. Luisteren naar het landschap. Het herstel van een Twentse natte heide. Vewin, Rijswijk.
- Eysink, A.T.W. en O. de Bruijn, 1994. Kruipnieuws van de gradiënt....de Wijdbloeiende rus (Juncus tenageia) floreert weer in Twente. Standplaats en beheer van de draadgentiaangemeenschap (Cicendietum filiformis). Plantensociologische Kring Nederland, Stratiotes 9 (1994), ISSN 0928-2297, Wageningen.
- Dingeldein, W.H., 1948. Het land van de Dinkel. De schoonheid van Noordoost-Twente. Uitgegeven door A. Roelofs van goor – Meppel.
- Gerven van, M.W., E.E. Heidelberg & A.J.M. Jansen, 1993. Anti-verdrogingsscenario's in het Denekampse Veld, Een geohydrologische modelstudie met ecologische en landbouwkundige effectvoorspelling in het kader van REGIWA-project Punthuizen c.s. Kiwa-rapport SWE93.014, Kiwa N.V., Nieuwegein.
- Horsthuis, M.A.P., 2017. Tabel met aandachtsoorten uit diverse verslagen periode 1935 tot 2016.
- Staatsbosbeheer, Deventer.
- Jalink, M.J. en A.J.M. Jansen, 1995. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiering van grondwater-afhankelijke beekdalgemeenschappen. Deel 2 uit de serie 'Indicatorsoorten". Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Jansen, A.J.M., 1996. Hydro-ecologische analyse van Punthuizen (Noord-Oost Twente). Kiwa, SWE 96.128, Nieuwegein.
- Jansen, A.J.M., 1996. Hydro-ecologische analyse van de Beuninger Achterheide (Noord-Oost Twente). Kiwa, SWE 96.127, Nieuwegein.
- Jansen, A.J.M. en C. J.S. Aggenbach, 1991. Lokale hydrologische en hydro-ecologische analyse van Stroothuizen (concept). Kiwa, Nieuwegein.
- KWR, Witteveen + Bos en Royal HaskoningDHV, 2015. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Dinkelland. Provincie Overijssel, Zwolle.
- Pranger, D.P., M.E. Tolman, 2011. Vegetatie- en Plantensoortenkartering Dinkelland 2010. EGG consult Pranger en Tolman ecologen, Groningen. Rapportnummer 902-f EGG-P&T.
- Projectgroep Habitatkartering, 2010. Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Schaminée J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhoff,1995. De vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden.
- Schaminée J.H.J., A.H.F. Stortelder en E.J. Weeda, 1996. De vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus press, Uppsala, Leiden.
- Schaminée J.H.J., E.J. Weeda en V. Westhoff, 1998. De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus press, Uppsala, Leiden.
- Tolman, M.E. en D.P. Pranger, 2001. Vegetatiekartering Dinkelland en Lindermaten. Everts & De Vries e.a. ecologisch adviesbureau, Groningen. Rapportnummer EV 386-4.
- Weerd, M. en
- Wittgen, A.B., H.A. Booijink, R.J.M. v.d. Walle en G. Goorhuis, 1986. Het landschap van Twente. "Schets van de ontwikkelingsgeschiedenis". Uitgave van Vereniging Vrienden van meester Bernink's Museum Natura Docet / Stichting heemkunde Denekamp.

Bijlagen

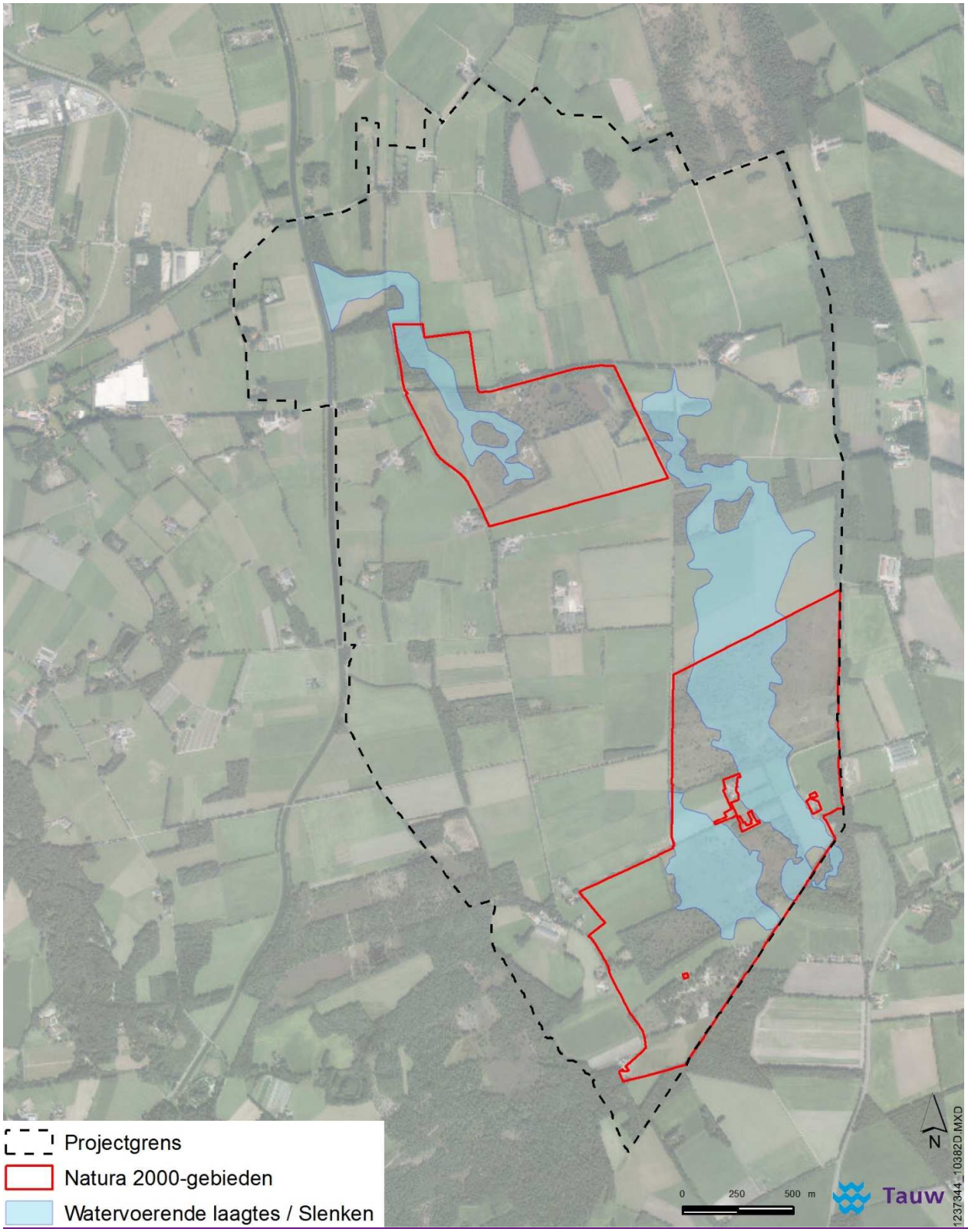
1. Kaartenbijlage
2. Vegetatietypen per habitattype
3. Floraoverzicht Punthuizen, Stroothuizen, Beuninger Achterveld
4. Tijdreeksanalyse (4a) en overzichtstabel statistieken tijdreeksanalyse (4b), gxg simulaties (4c)
5. Tabel overzicht maatregelen inrichtingsplan en PAS gebiedsanalyse
6. Doelgattabel huidige situatie en alle berekende scenario's
7. Voorbeelden uitwerking intrekgebieden kwelafhankelijke habitattypen

Bijlage 1

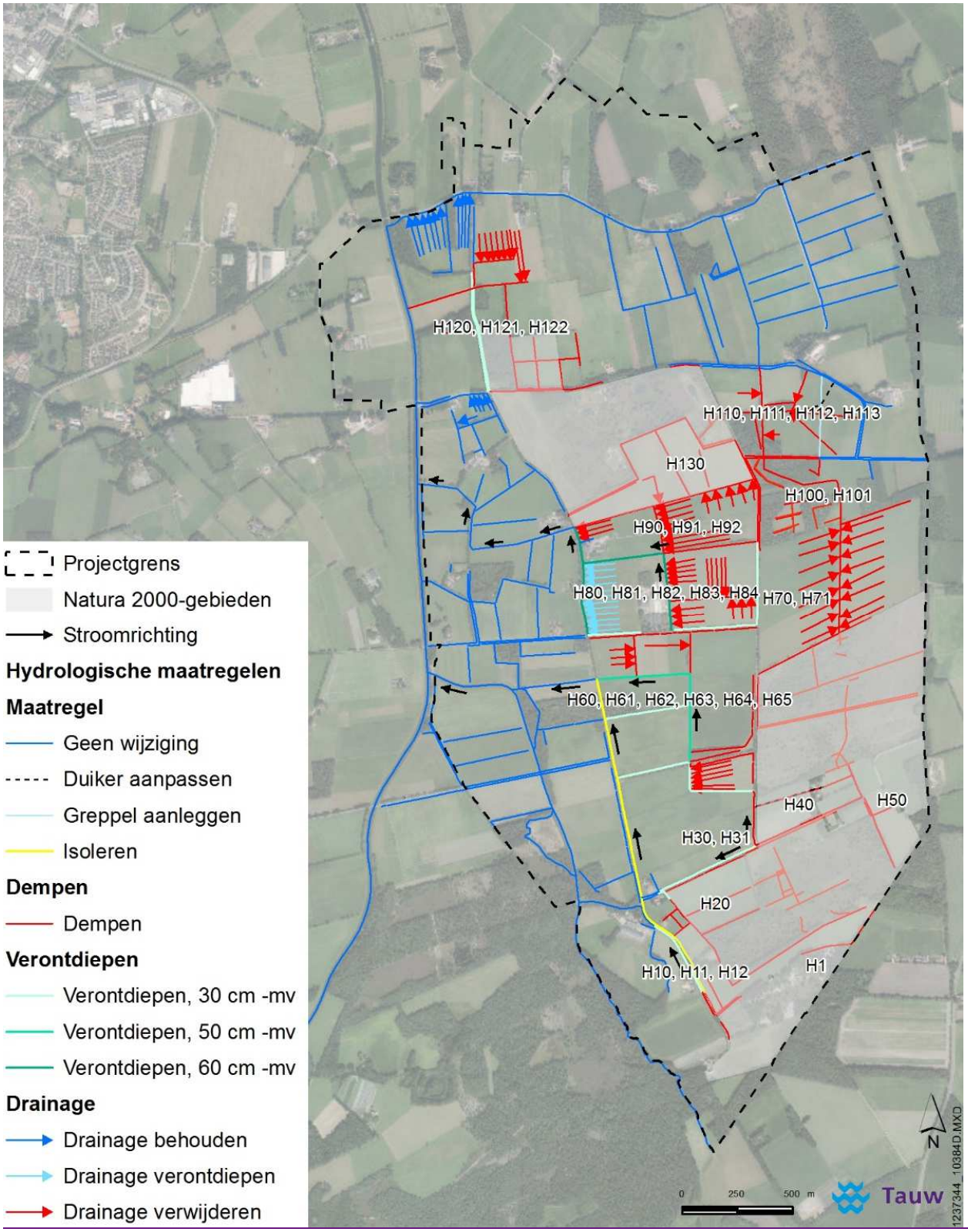
Kaartenbijlage ecologische onderbouwing maatregelenpakket gebiedsuitwerking Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld



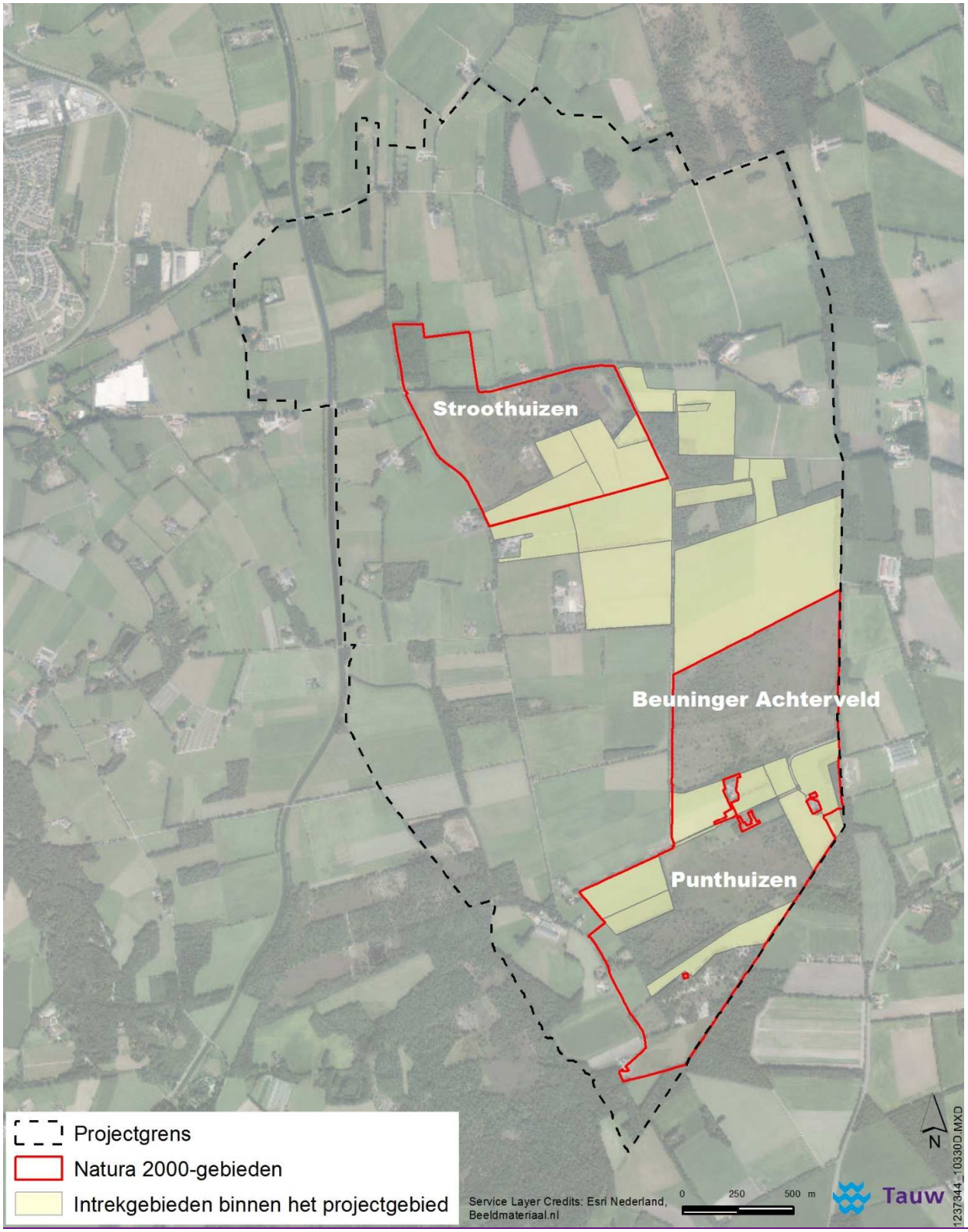
Figuur 1 Maatregelkaart uit de PAS-gebiedsanalyse (2017)



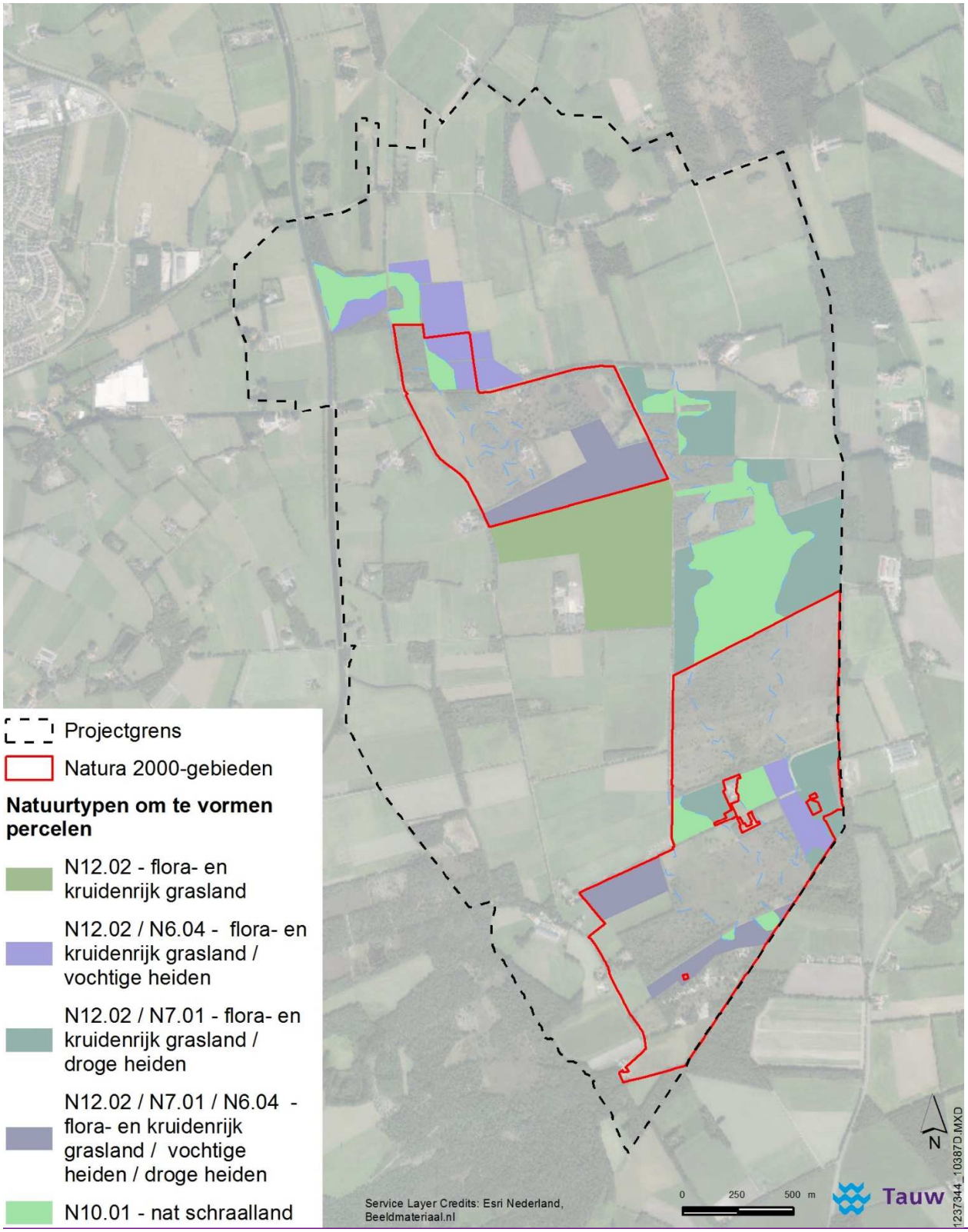
Figuur 2 Slenkenstructuur



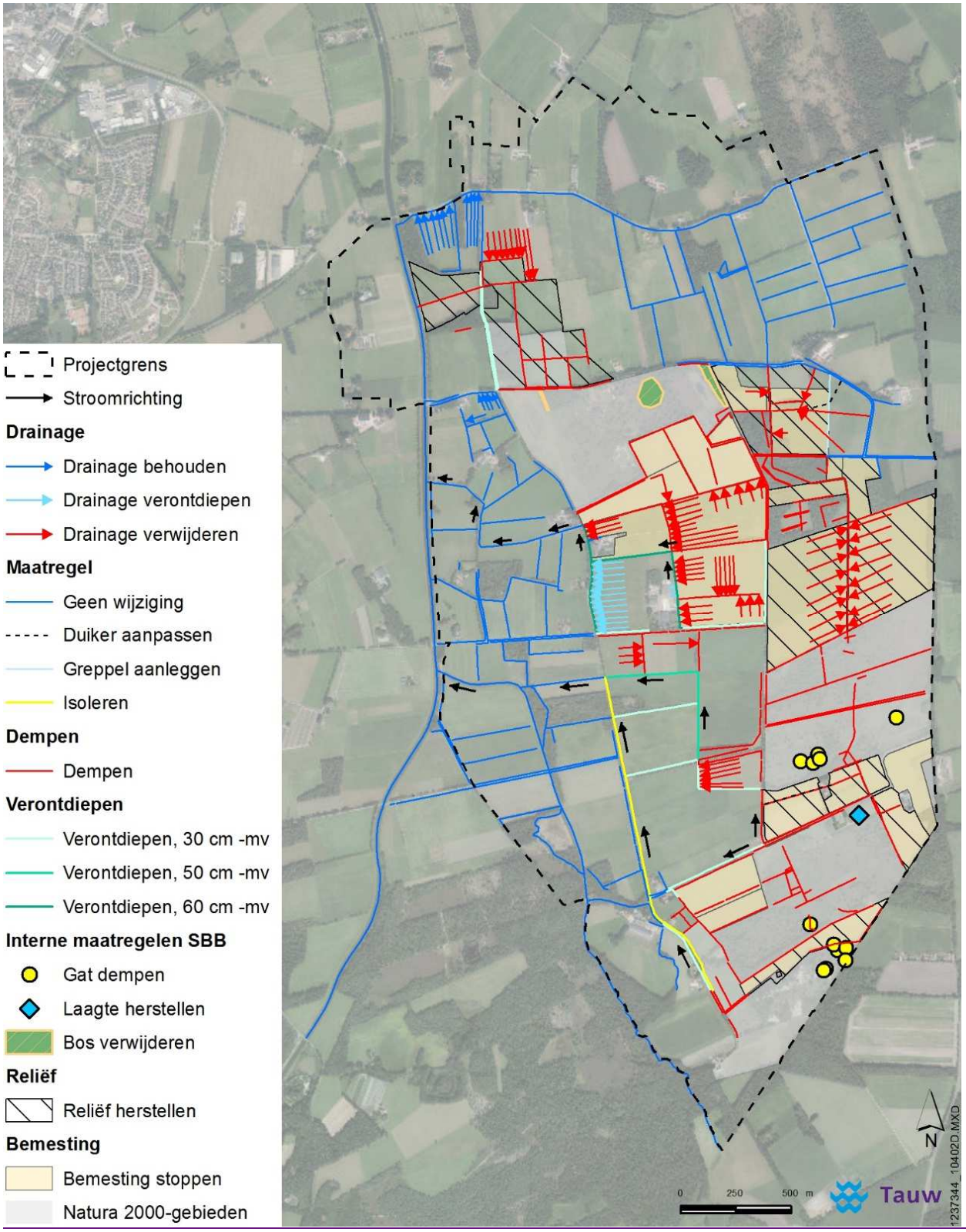
Figuur 3 Hydrologische maatregelen in uitwerkingsgebied Punthuizen Stroothuizen



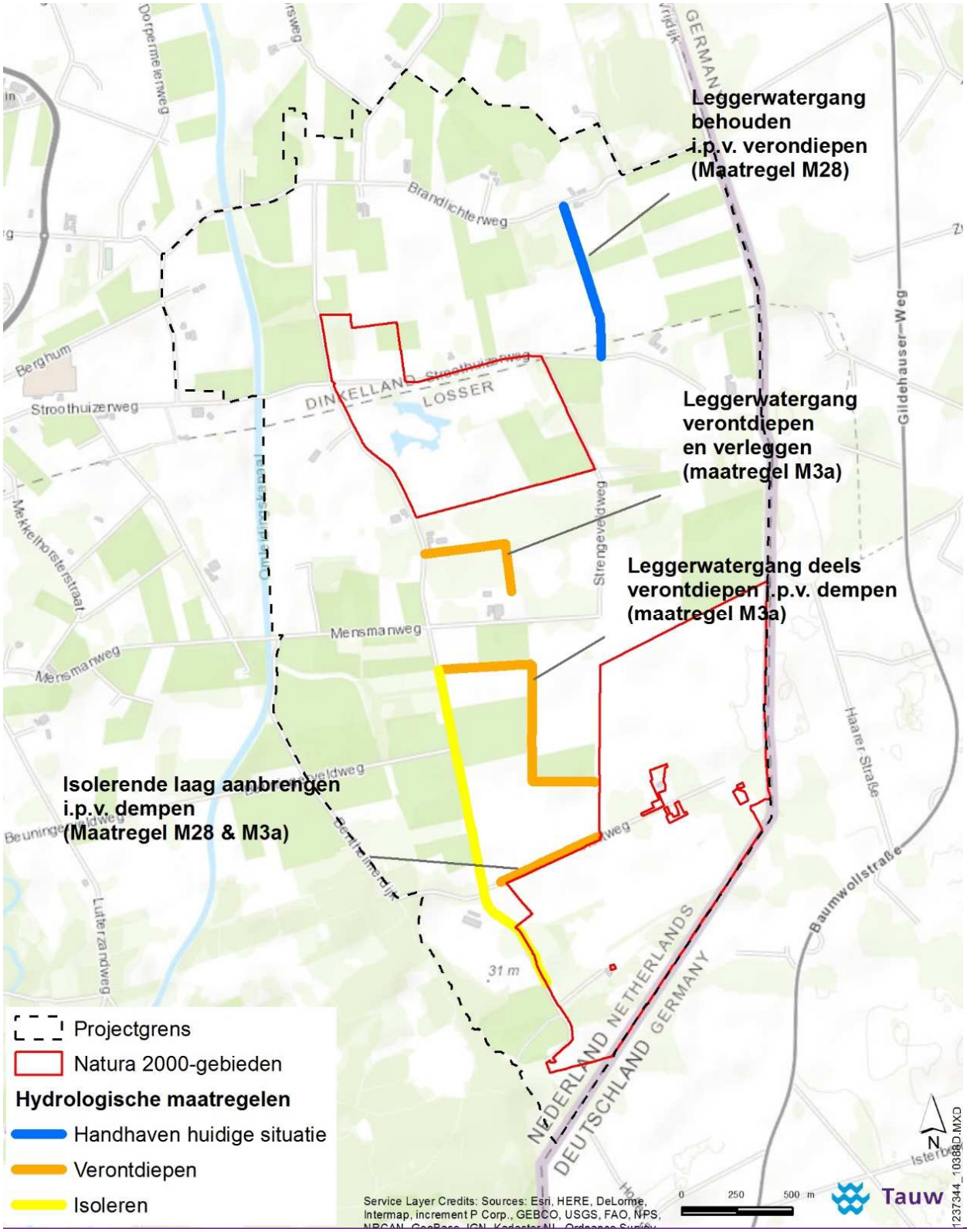
Figuur 4 Intrekgebieden van Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld binnen plangebied



Figuur 5 Potentiekaart natuurtypen van om te vormen percelen



Figuur 6 Maatregelenkaart plangebied

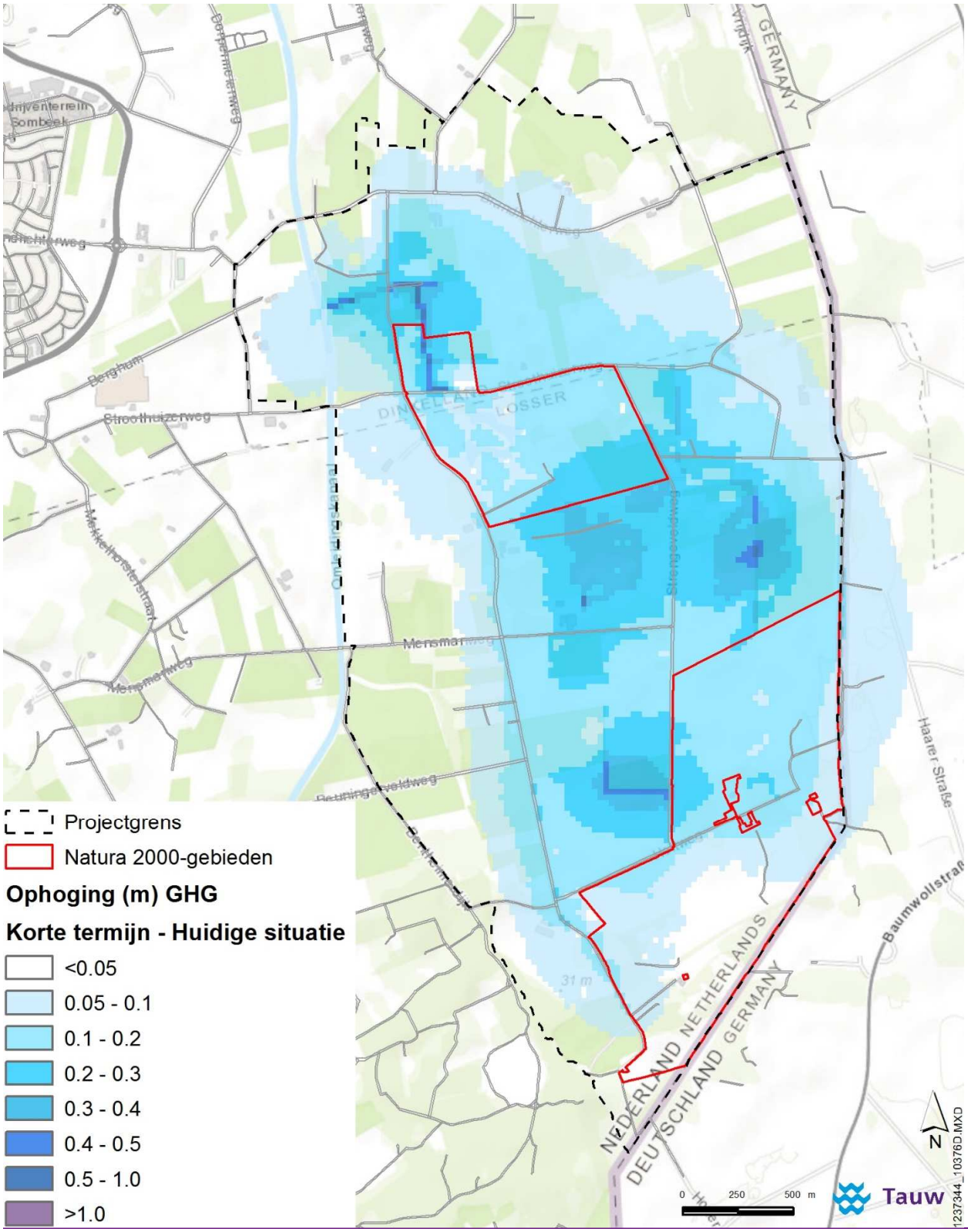


Figuur 7 Wijzigingen ten opzichte van de PAS-gebiedsanalyse

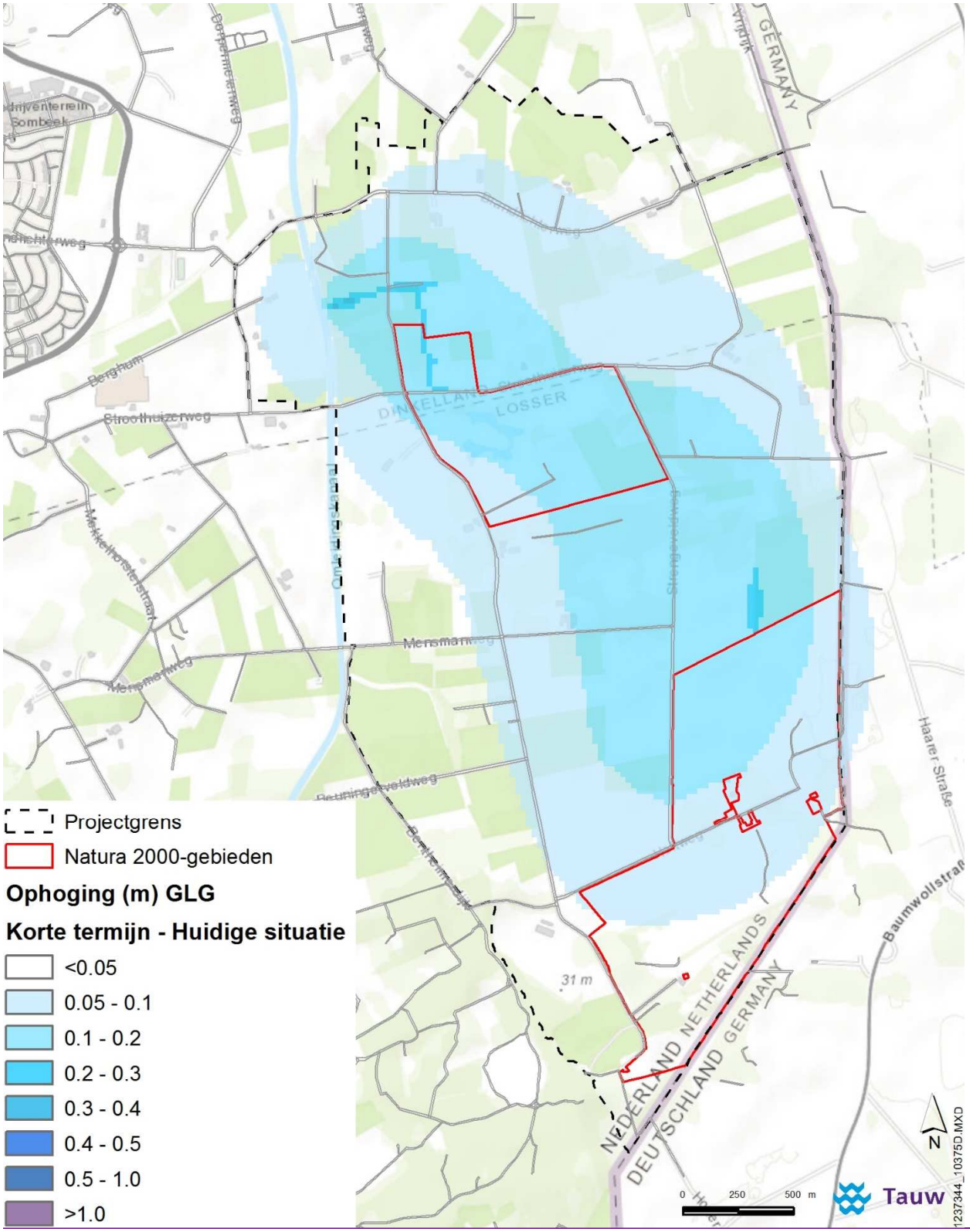
Figuur 8 Concept eindbeeld inrichtingsplan Punthuizen-Stroothuizen

Effecten maatregelenscenario's op grondwaterstanden

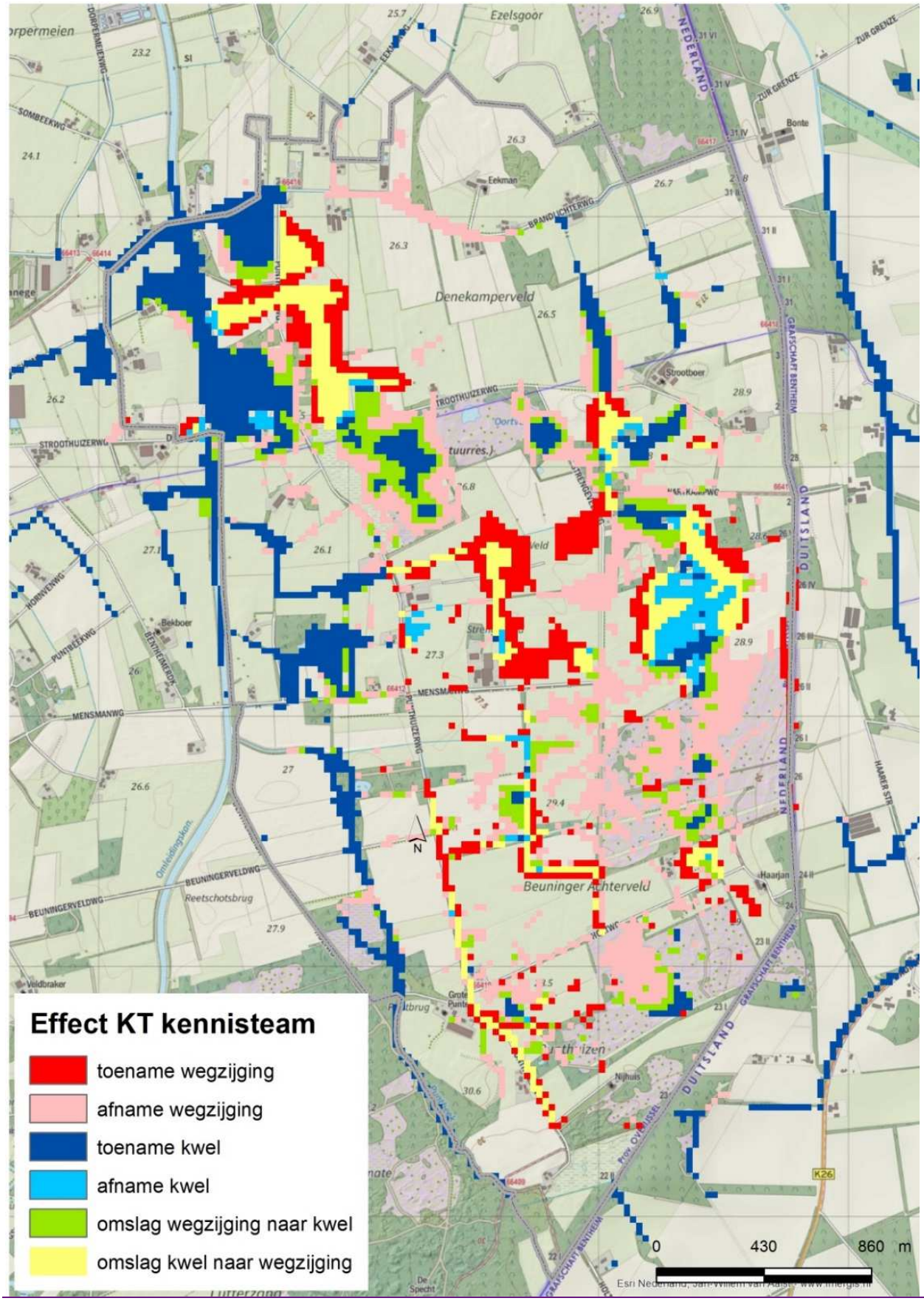
Meer achtergrondinformatie is te vinden in Bor, 2017



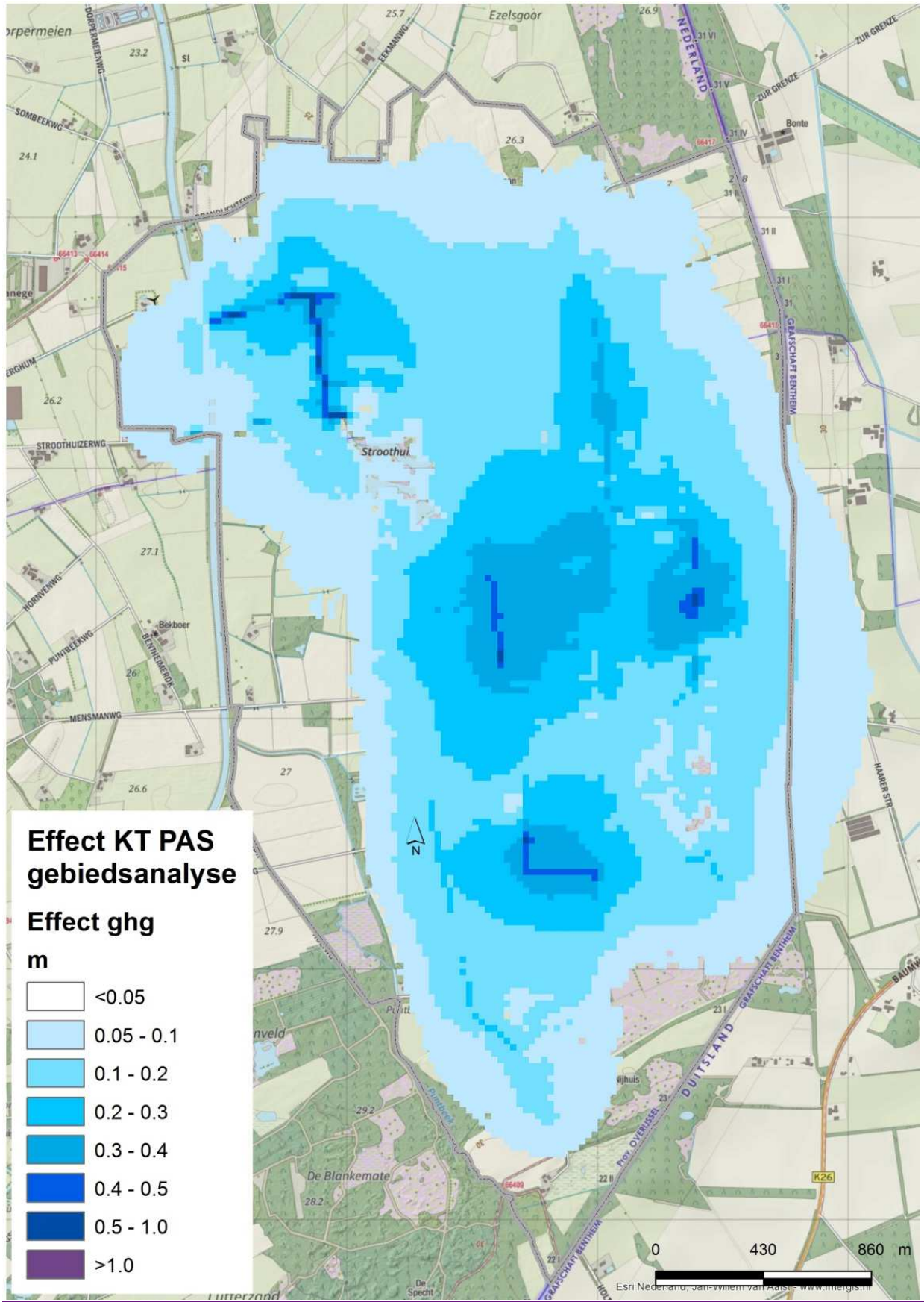
Figuur 9 Berekende verhoging van de wintergrondwaterstand (GHG) (links) gevolg van de maatregelen (inrichtingsplan)



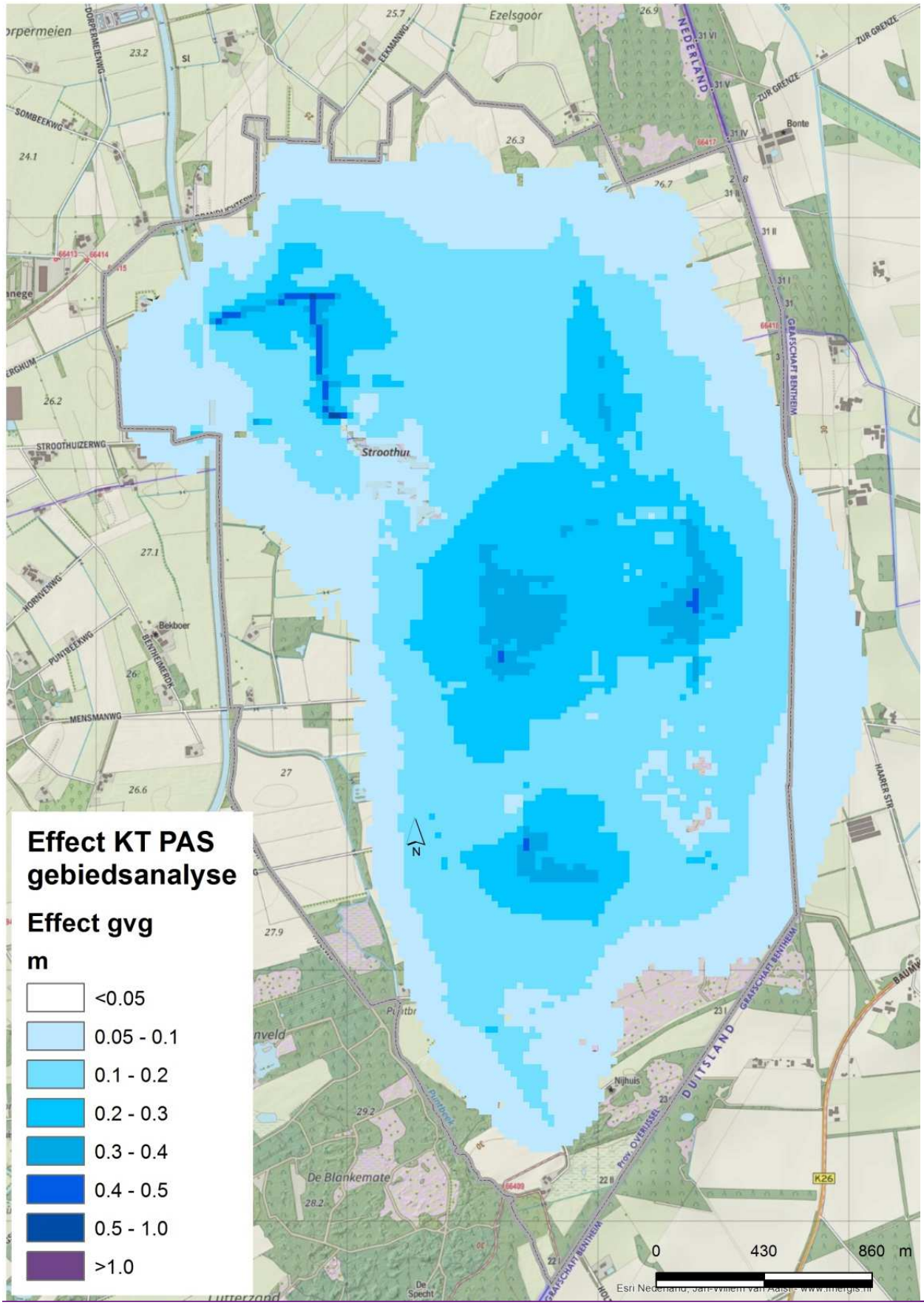
Figuur 10 Berekende verhoging van de zomergrondwaterstand (GLG) als gevolg van de maatregelen (inrichtingsplan)



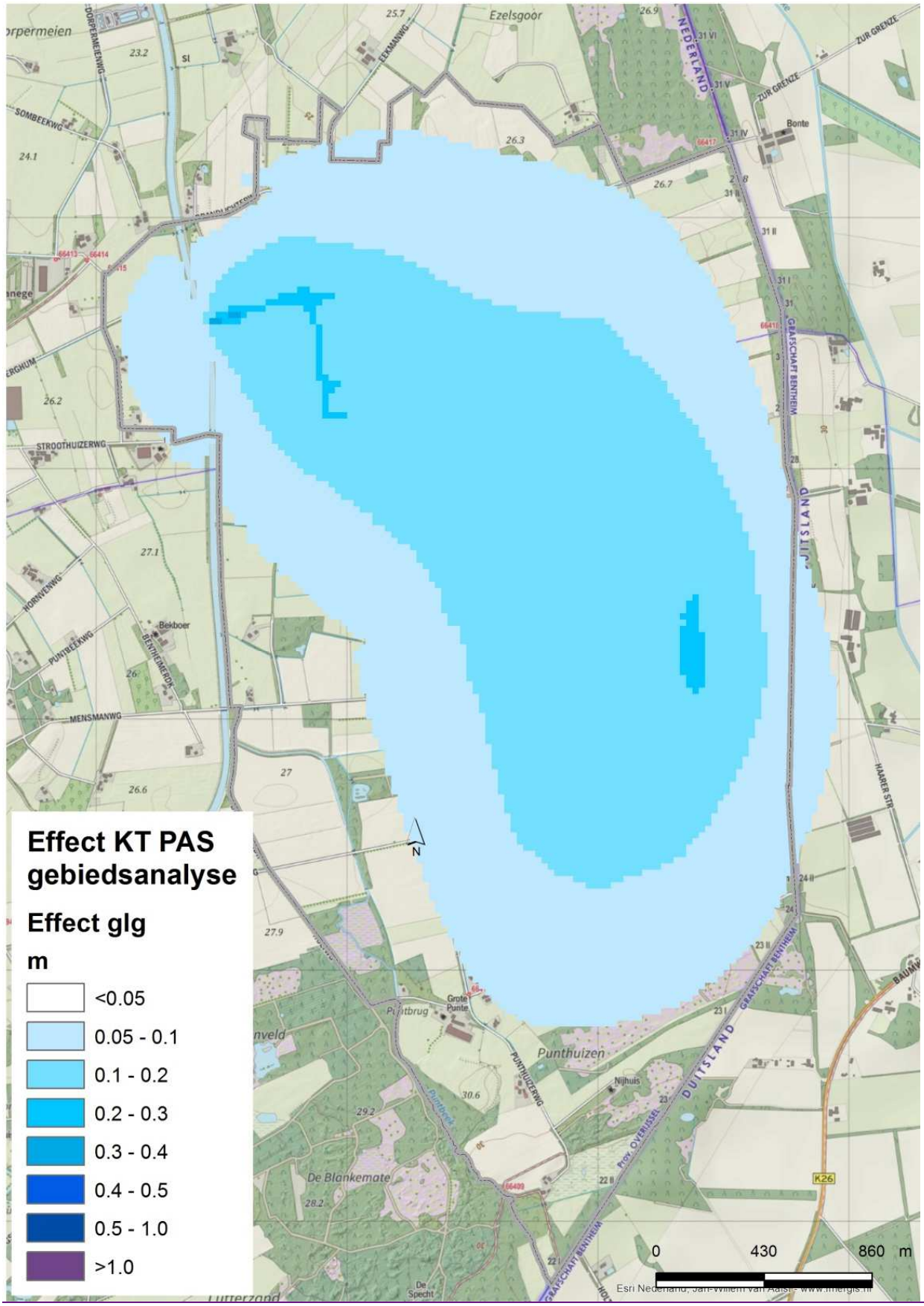
Figuur 11 Verandering in kwel en wegzijging patronen als gevolg van de maatregelen (inrichtingsplan)



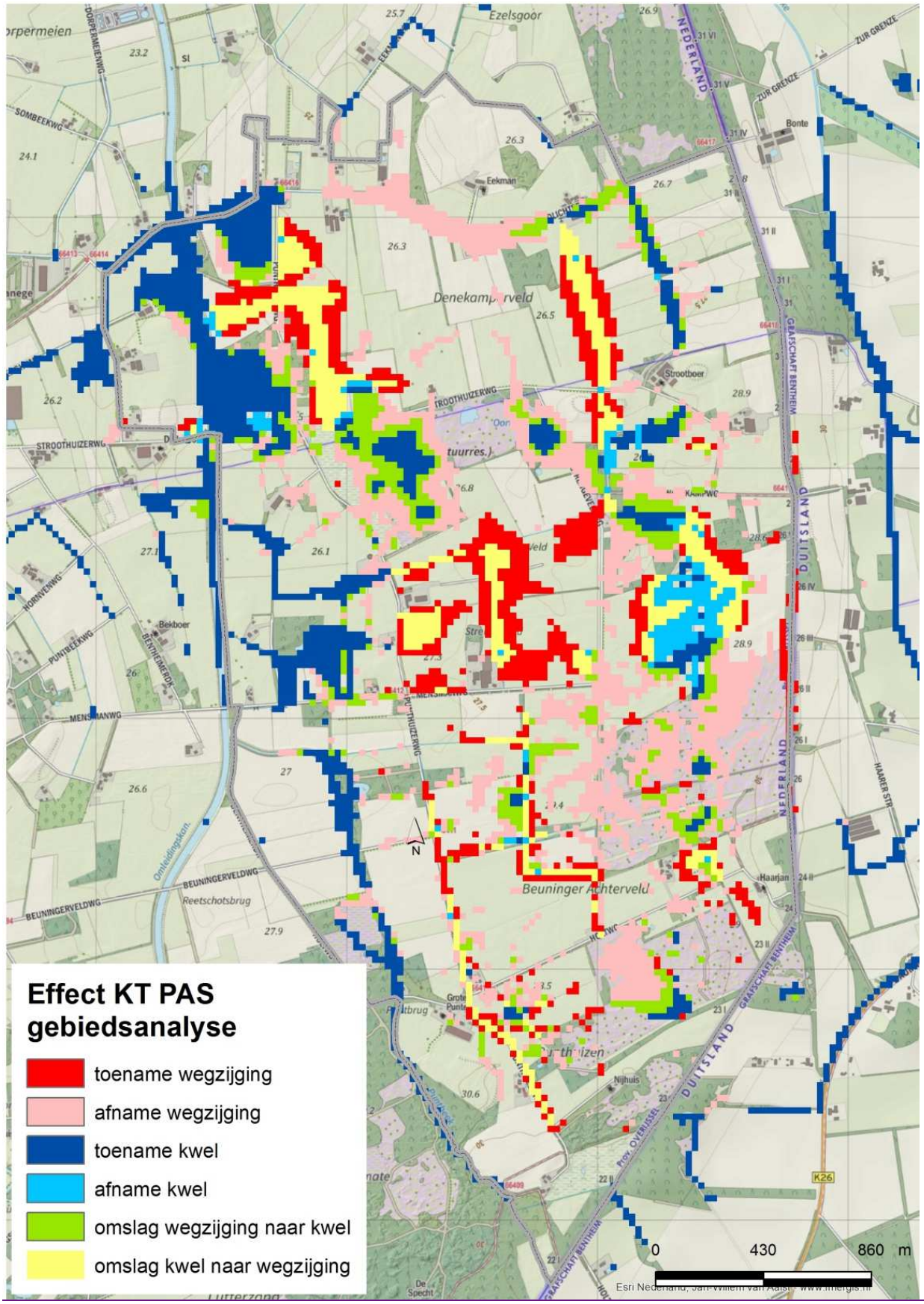
Figuur 12 Berekende verhoging van de wintergrondwaterstand (GLG) als gevolg van de PAS-maatregelen (PAS-gebiedsanalyse)



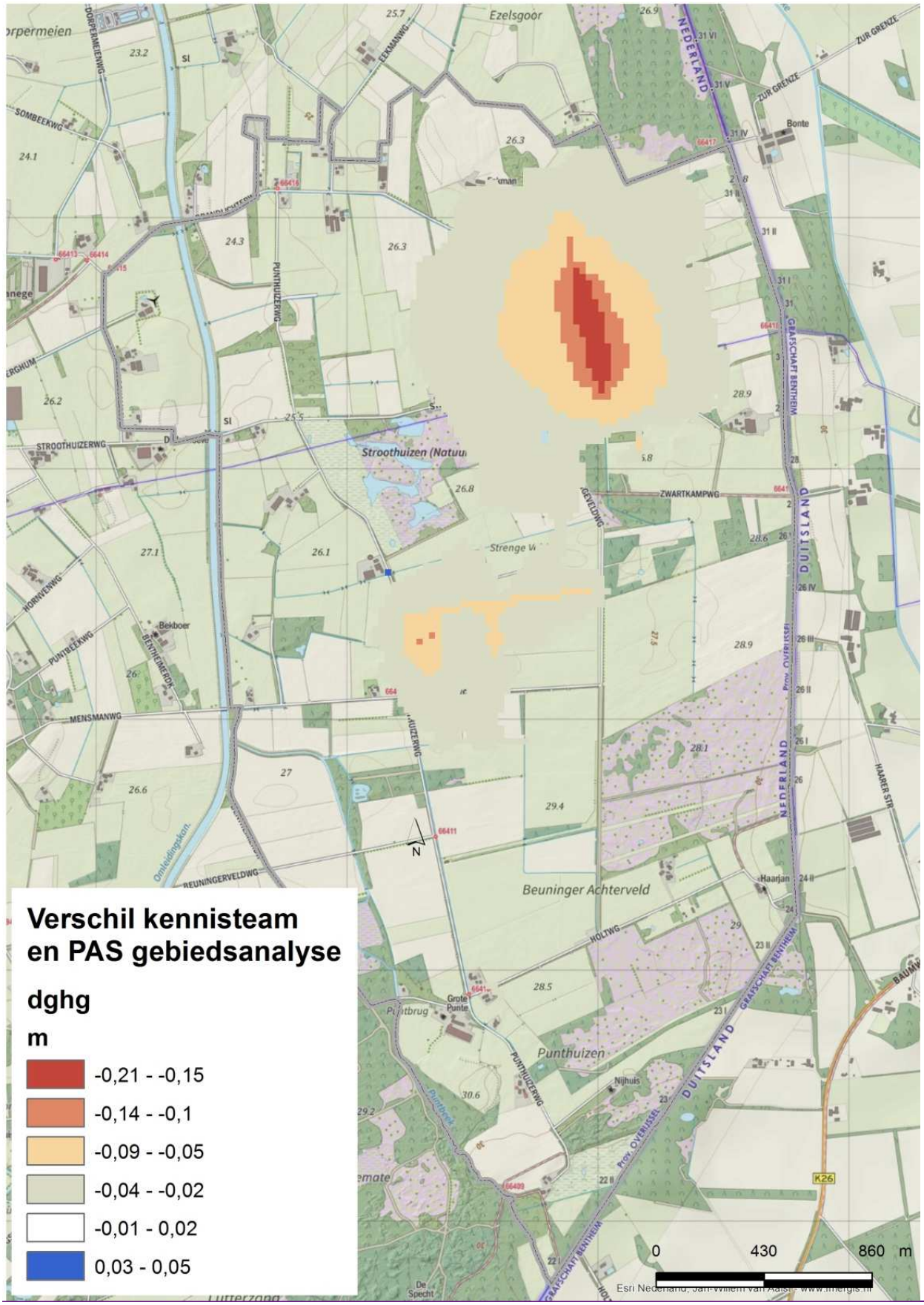
Figuur 13 Berekende verhoging van de voorjaarsgrondwaterstand (GVG) als gevolg van de PAS-maatregelen (PAS-gebiedsanalyse)



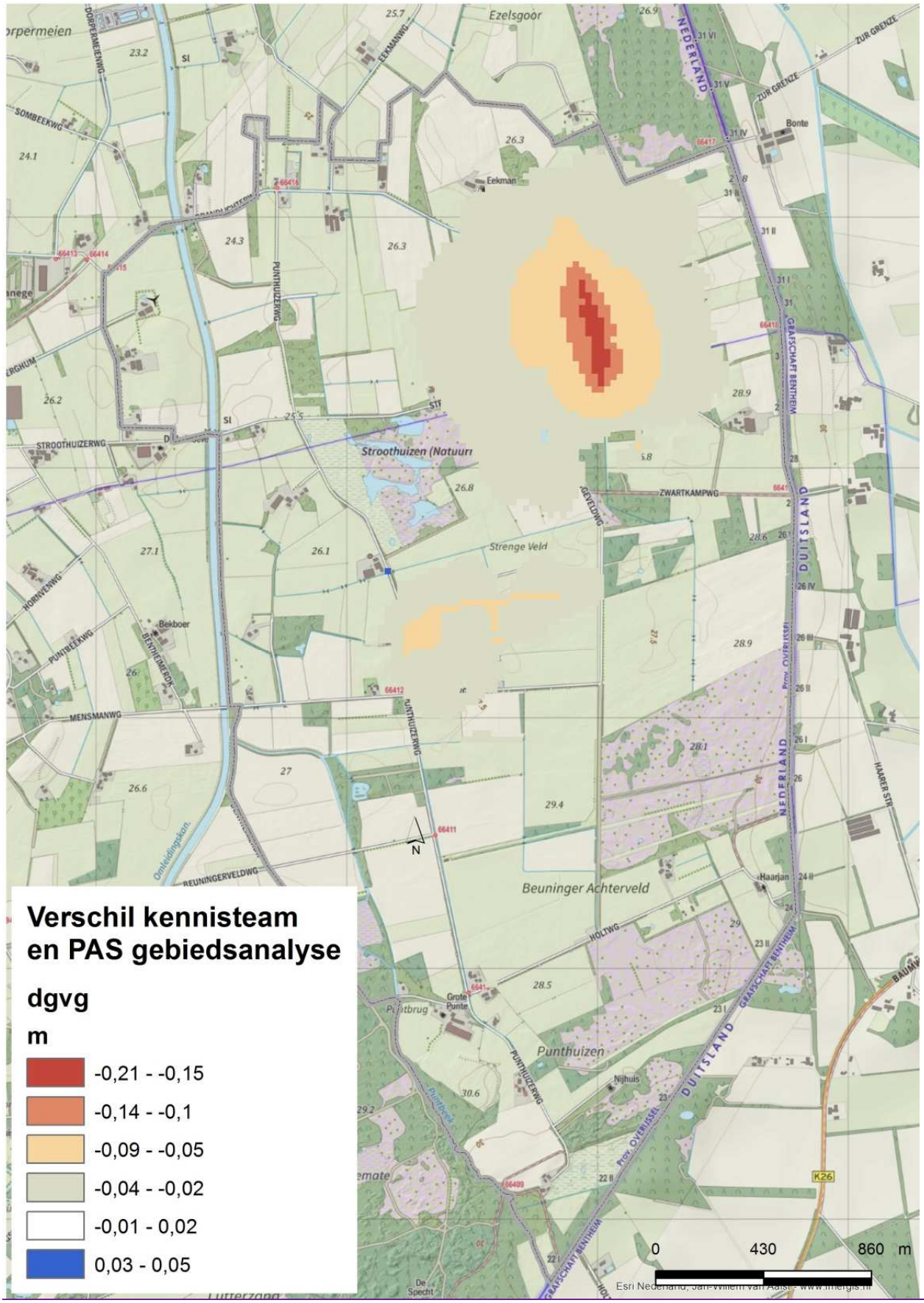
Figuur 14 Berekende verhoging van de zomergrondwaterstand (GLG) als gevolg van de PAS-maatregelen (PAS-gebiedsanalyse)



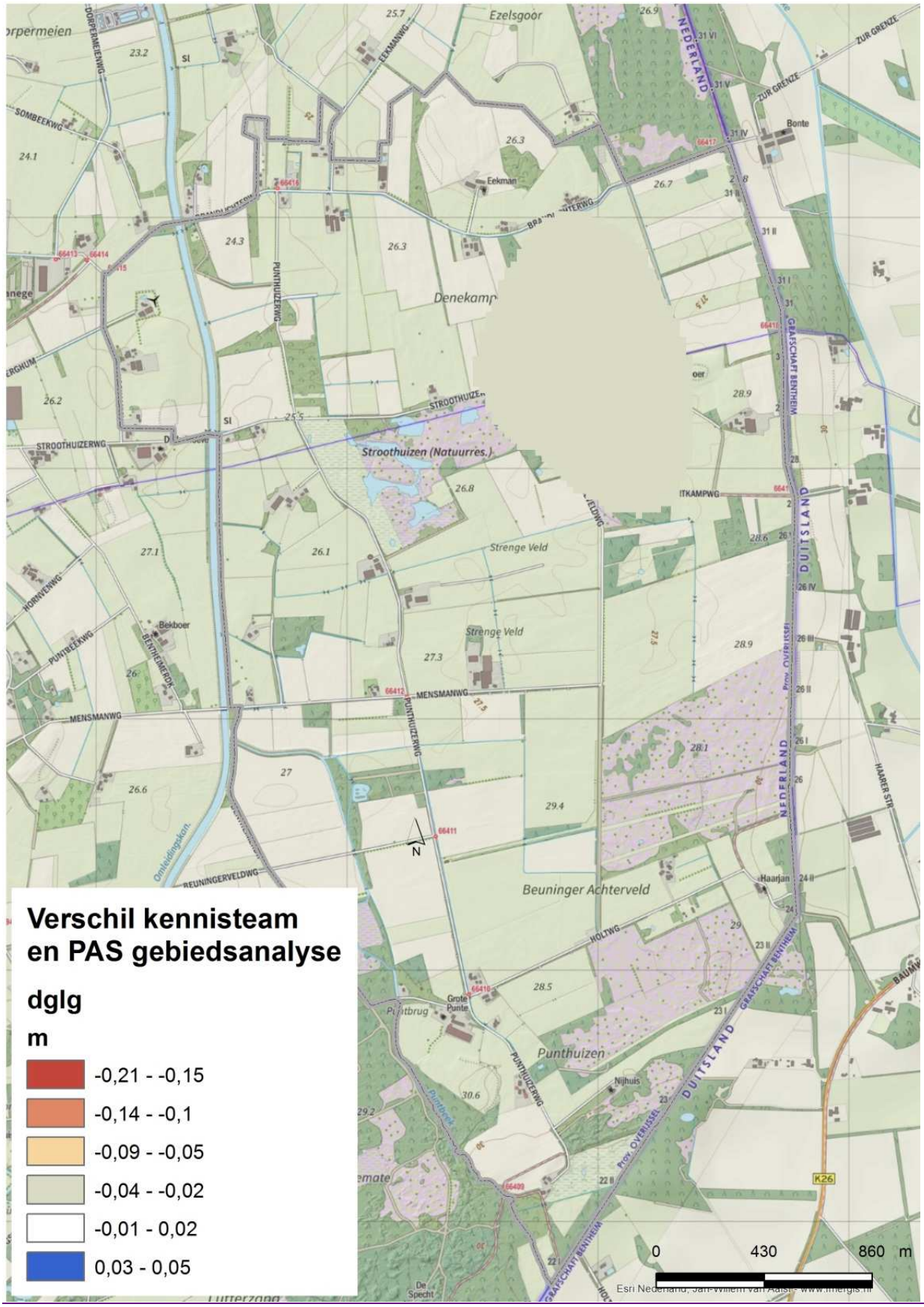
Figuur 15 Verandering in kwel en wegzijging patronen als gevolg van de maatregelen (inrichtingsplan)



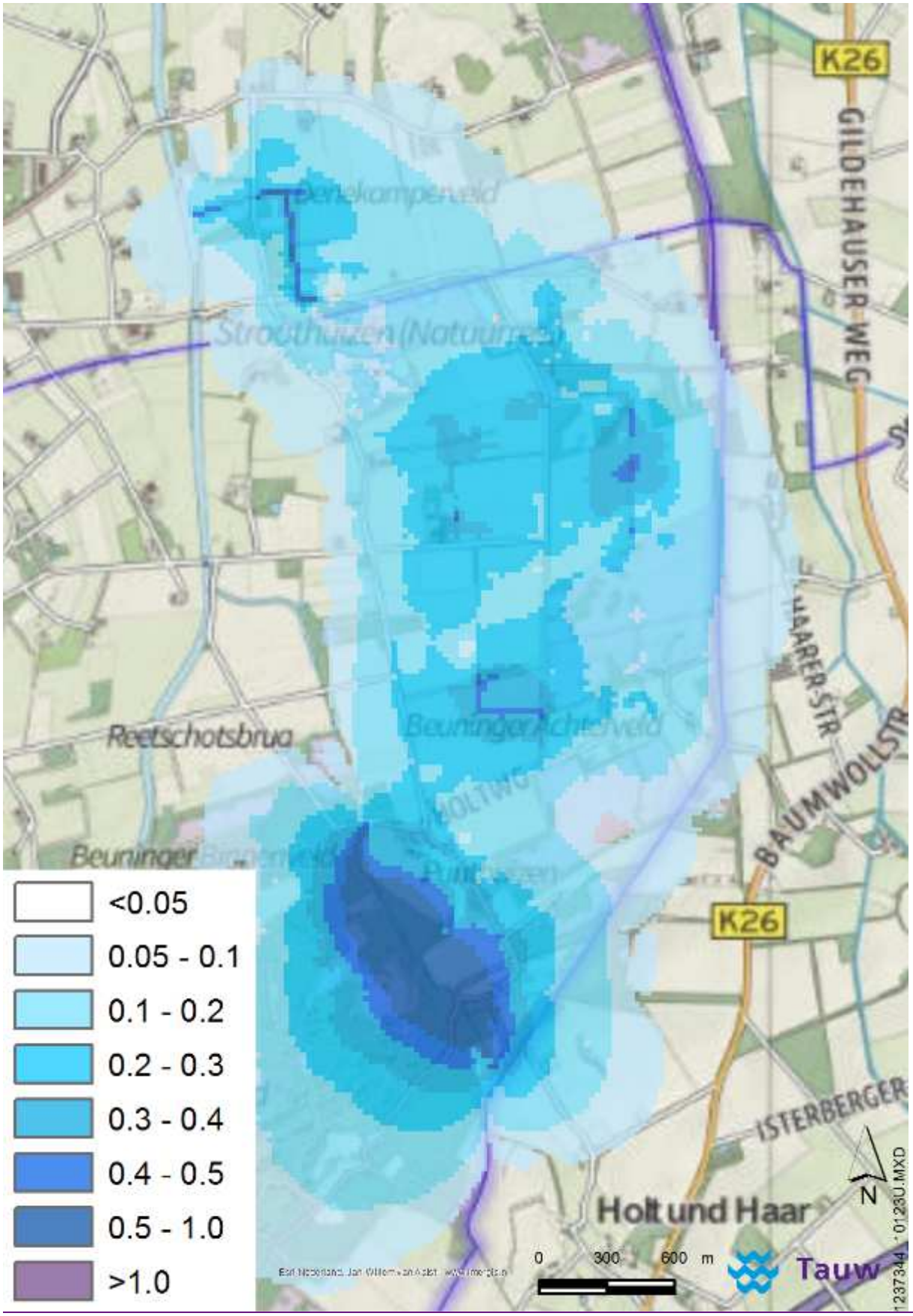
Figuur 16 Verschil in wintergrondwaterstand (GHG) tussen het PAS maatregelenpakket en het inrichtingsplan



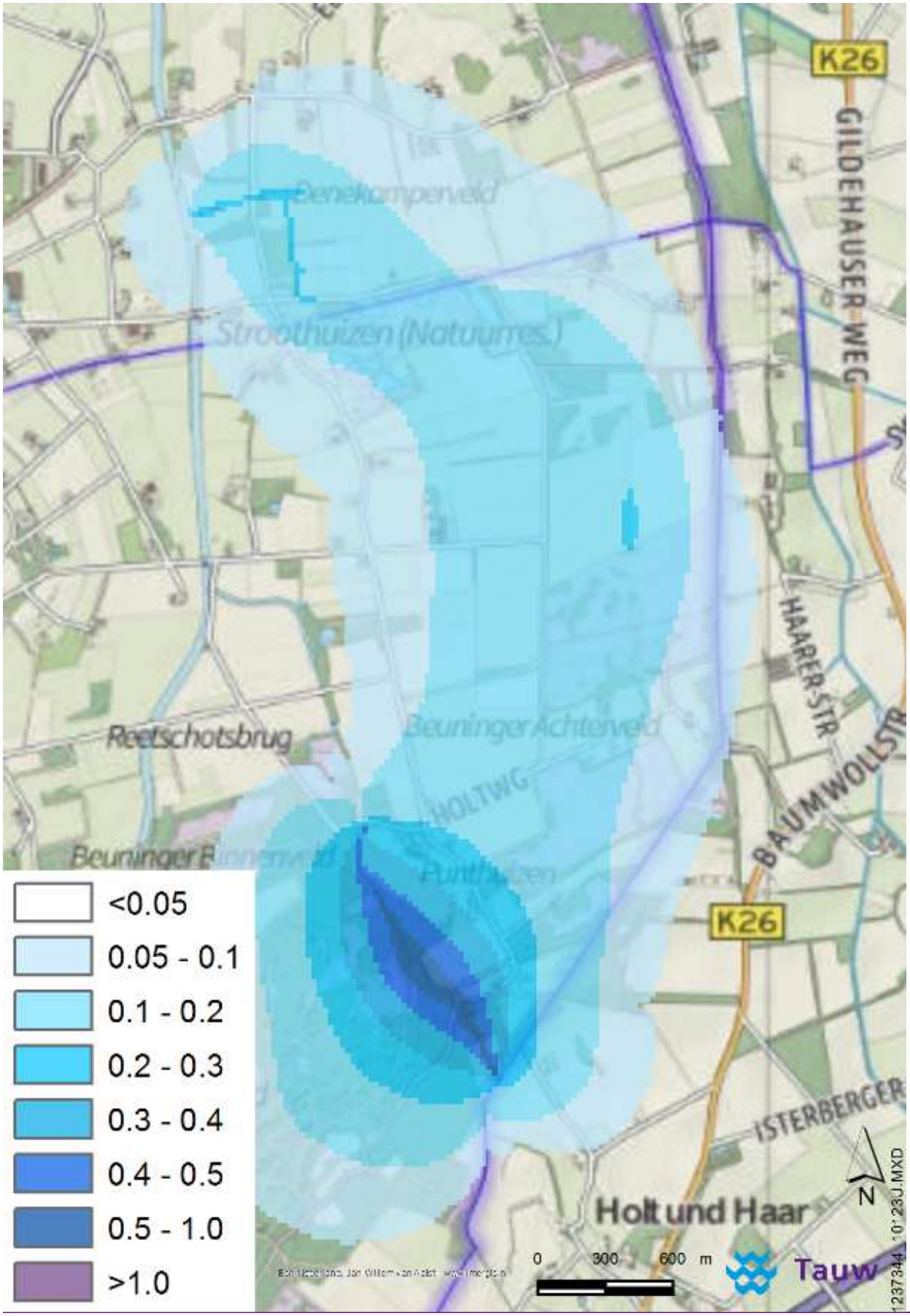
Figuur 17 Verschil in voorjaarsgrondwaterstand (GVG) tussen het PAS maatregelenpakket en het inrichtingsplan



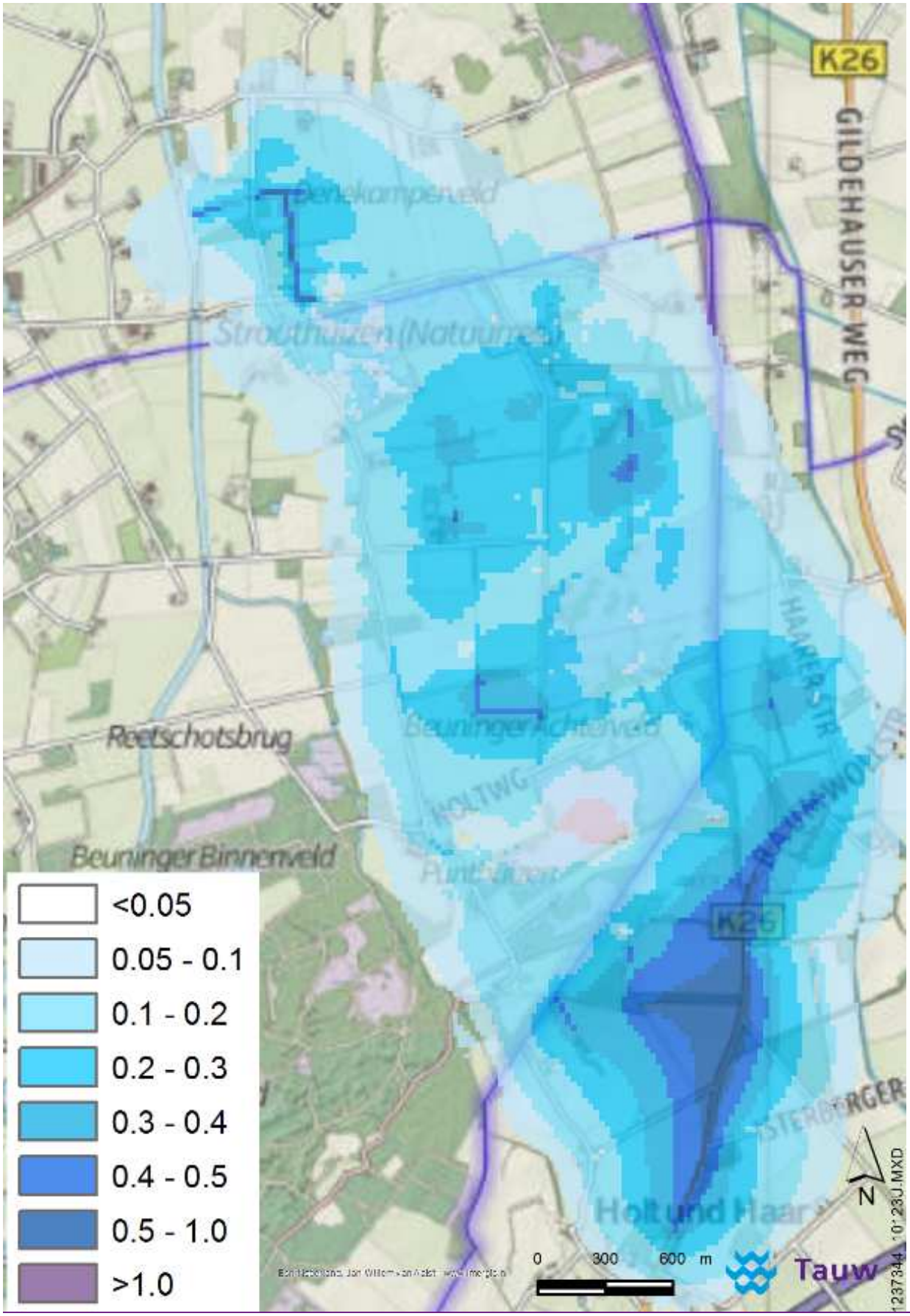
Figuur 18 Verschil in zomergrondwaterstand (GLG) tussen het PAS maatregelenpakket en het inrichtingsplan



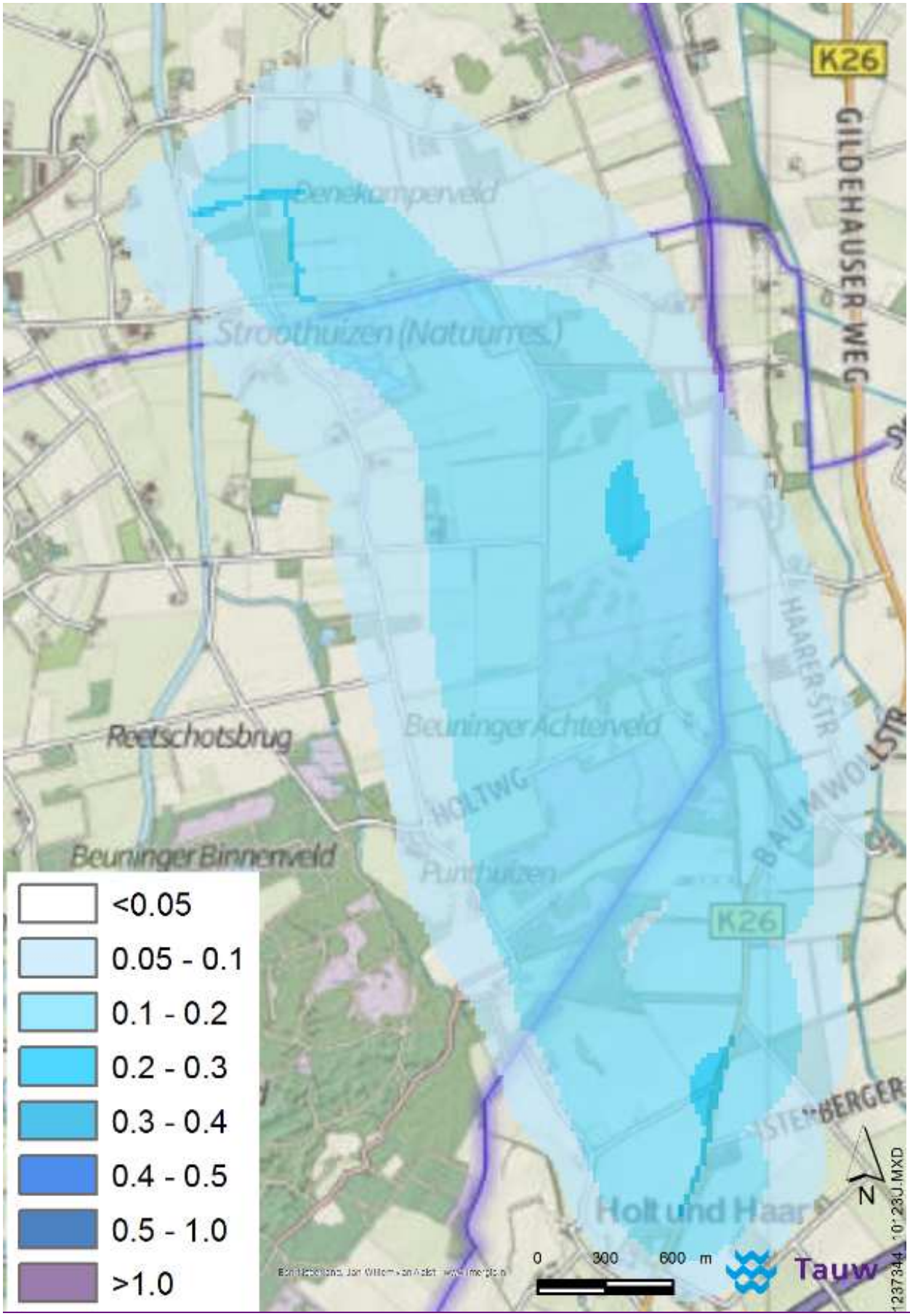
Figuur 19 Berekende verhoging van de wintergrondwaterstand (GHG) als gevolg van korte termijn maatregelen inrichtingsplan en peilverhoging van de Puntbeek



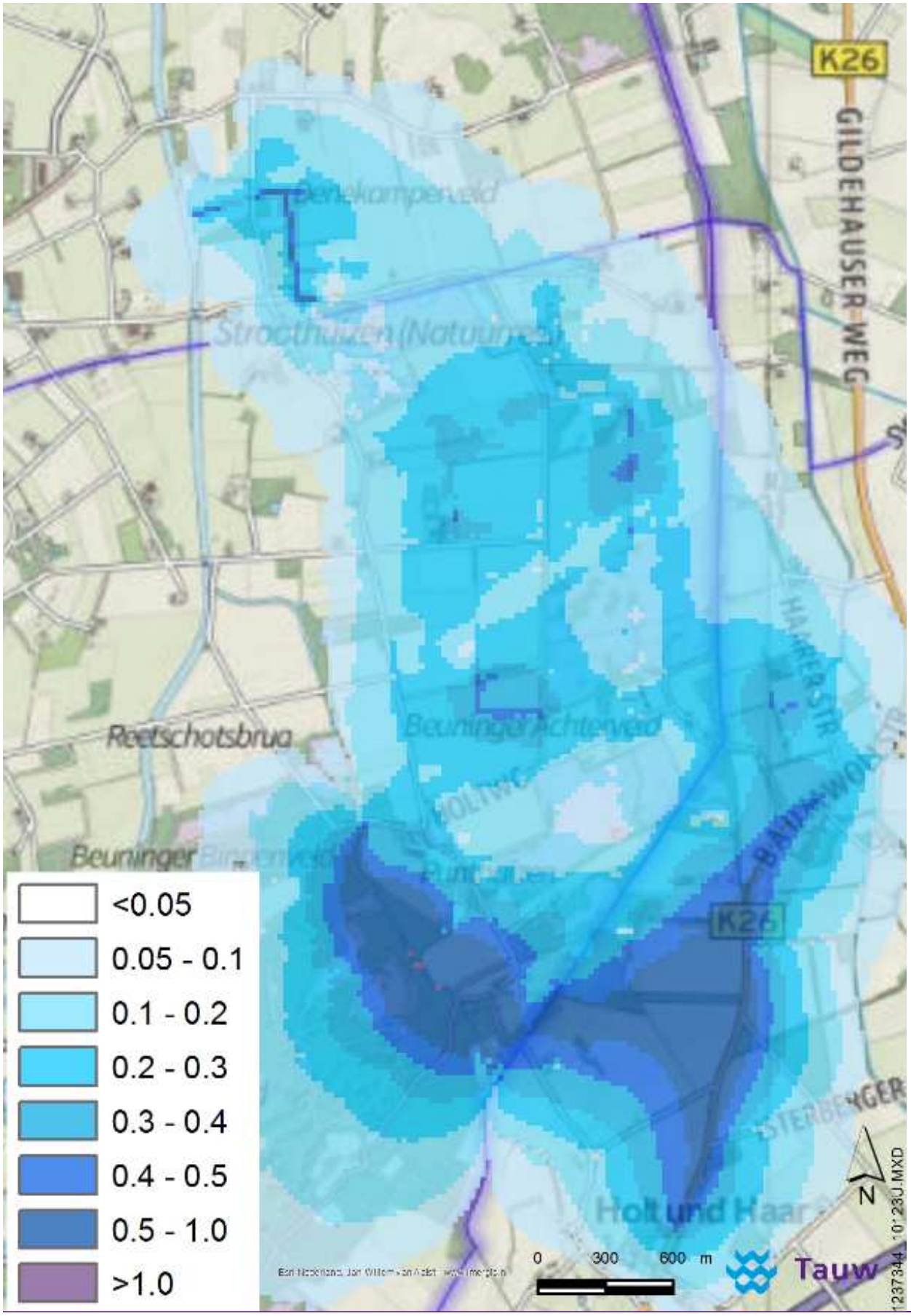
Figuur 20 Berekende verhoging van de zomergrondwaterstand (GLG) als gevolg van korte termijn maatregelen inrichtingsplan en peilverhoging van de Puntbeek



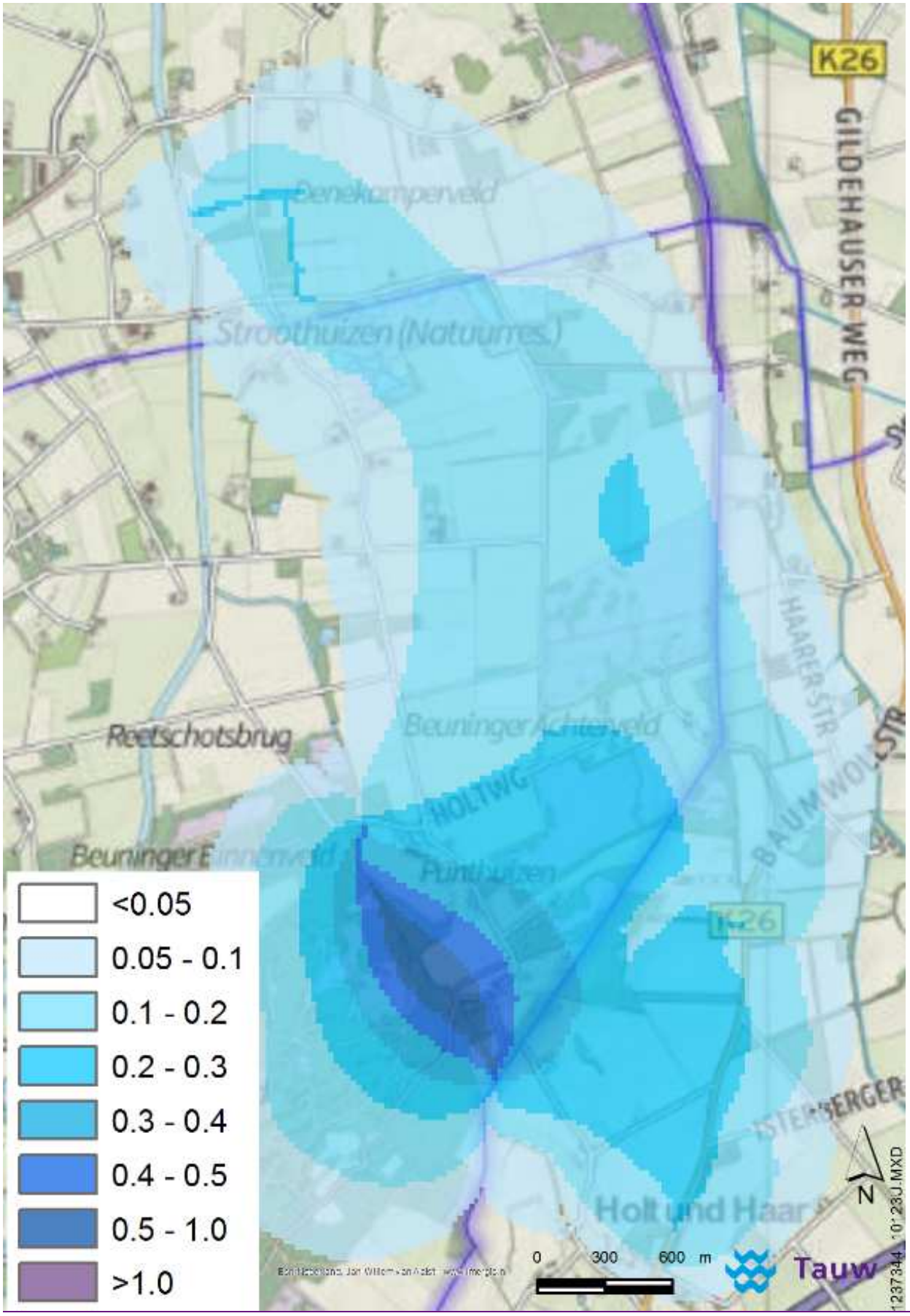
Figuur 21 Berekende verhoging van de wintergrondwaterstand (GHG) als gevolg van korte termijn maatregelen inrichtingsplan en dempen sloten in Duitsland



Figuur 22 Berekende verhoging van de zomergrondwaterstand (GLG) als gevolg van korte termijn maatregelen inrichtingsplan en dempen sloten in Duitsland



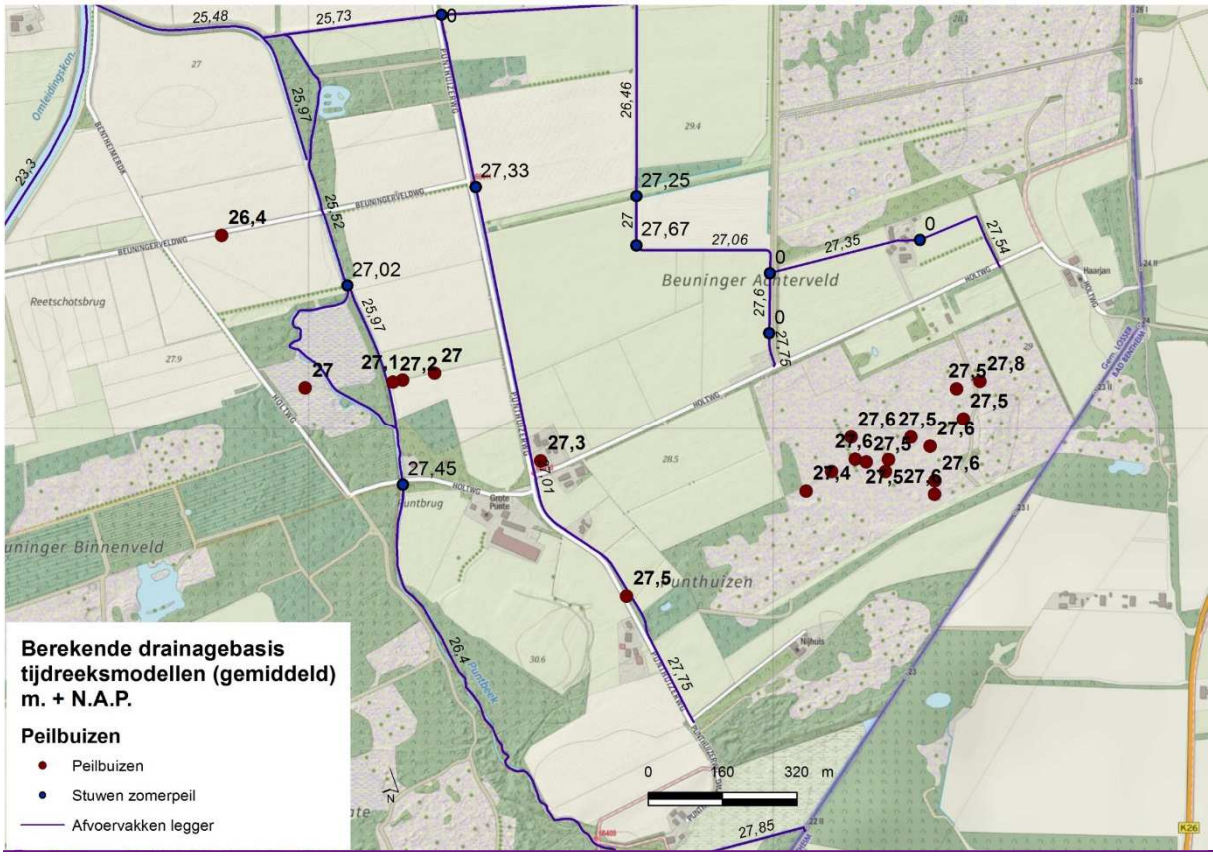
Figuur 23 Berekende verhoging van de wintergrondwaterstand (GHG) als gevolg van korte termijn maatregelen inrichtingsplan, peilverhoging in de Puntbeek en dempen sloten in Duitsland



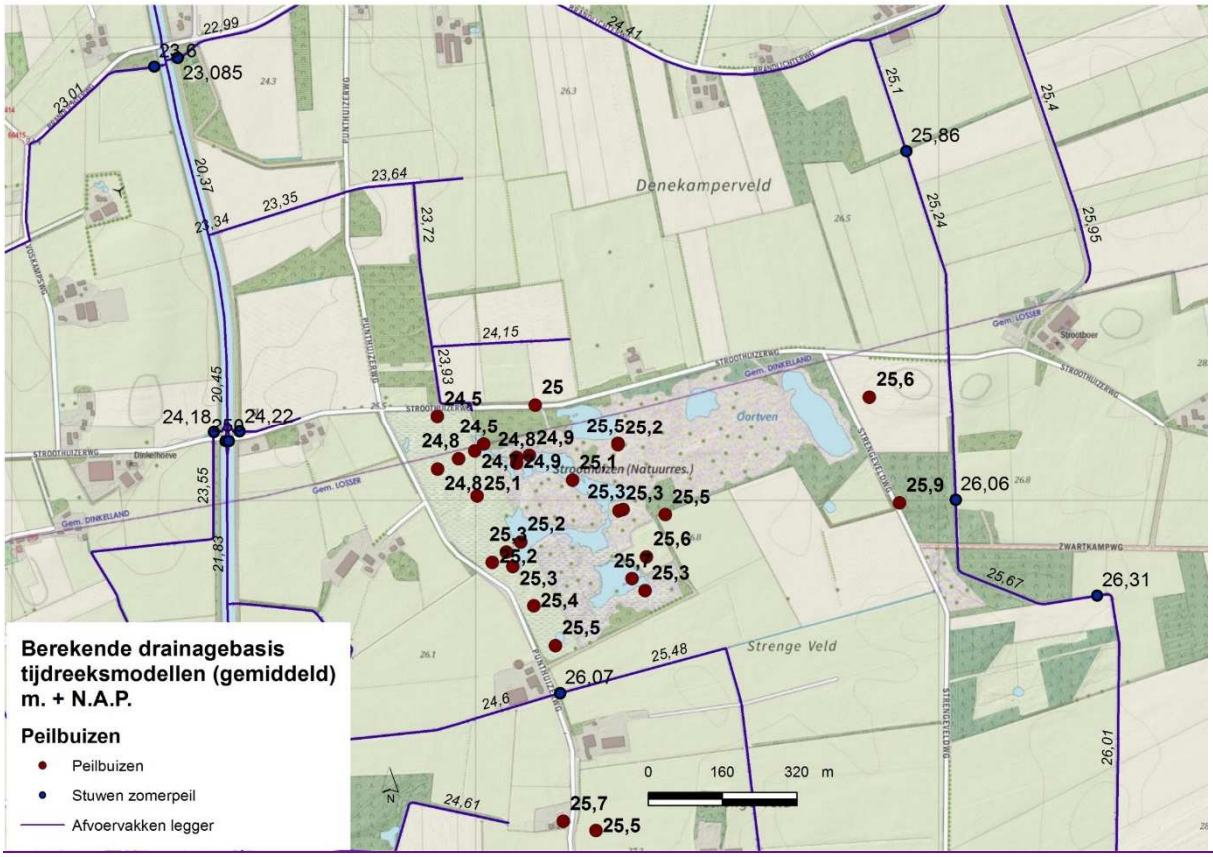
Figuur 24 Berekende verhoging van de zomergrondwaterstand (GLG) als gevolg van korte termijn maatregelen inrichtingsplan, peilverhoging in de Puntbeek en dempen sloten in Duitsland

Drainagebasis waterlopen op locaties met gemeten grondwaterstanden

Afgeleid uit tijdreeksmodellen, berekend met Menyanthes. De waarden geven een gemiddelde drainagebasis



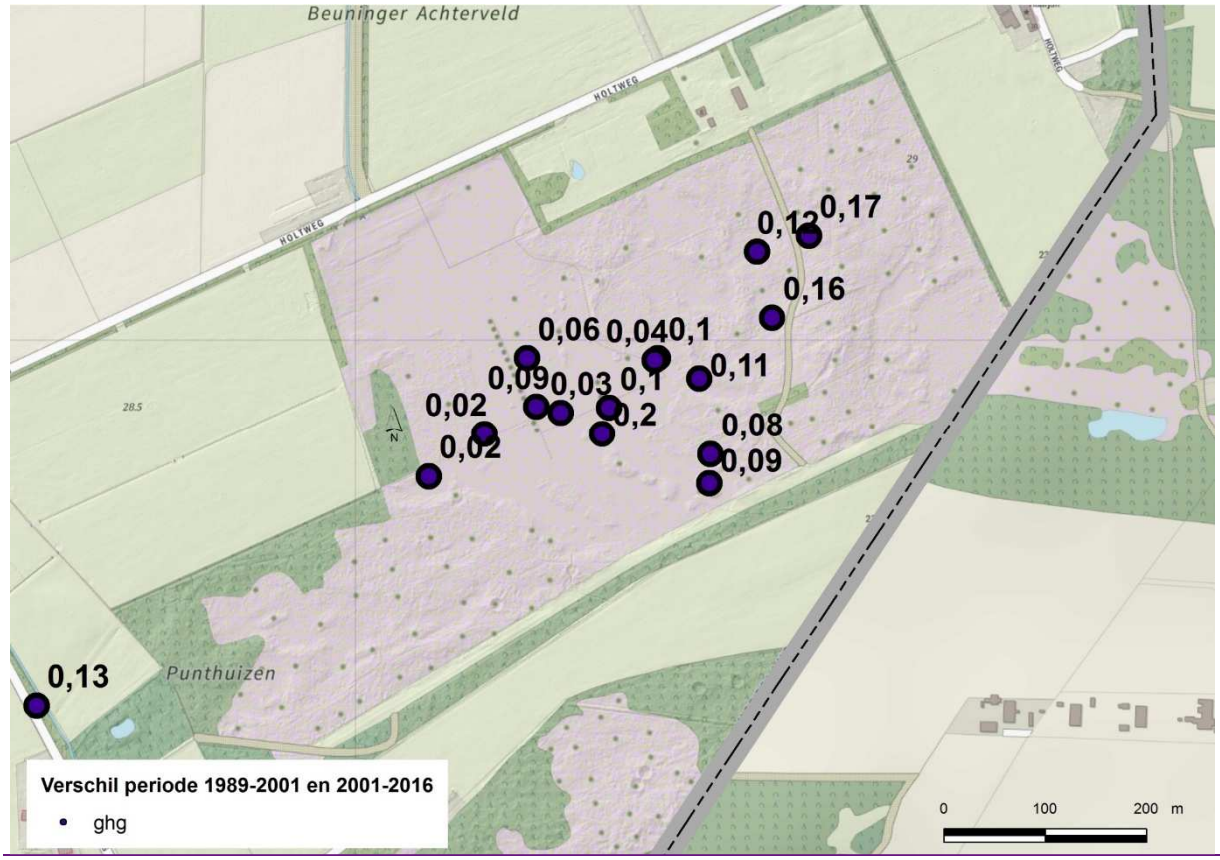
Figuur 25 Berekende drainagebasis in Punthuizen



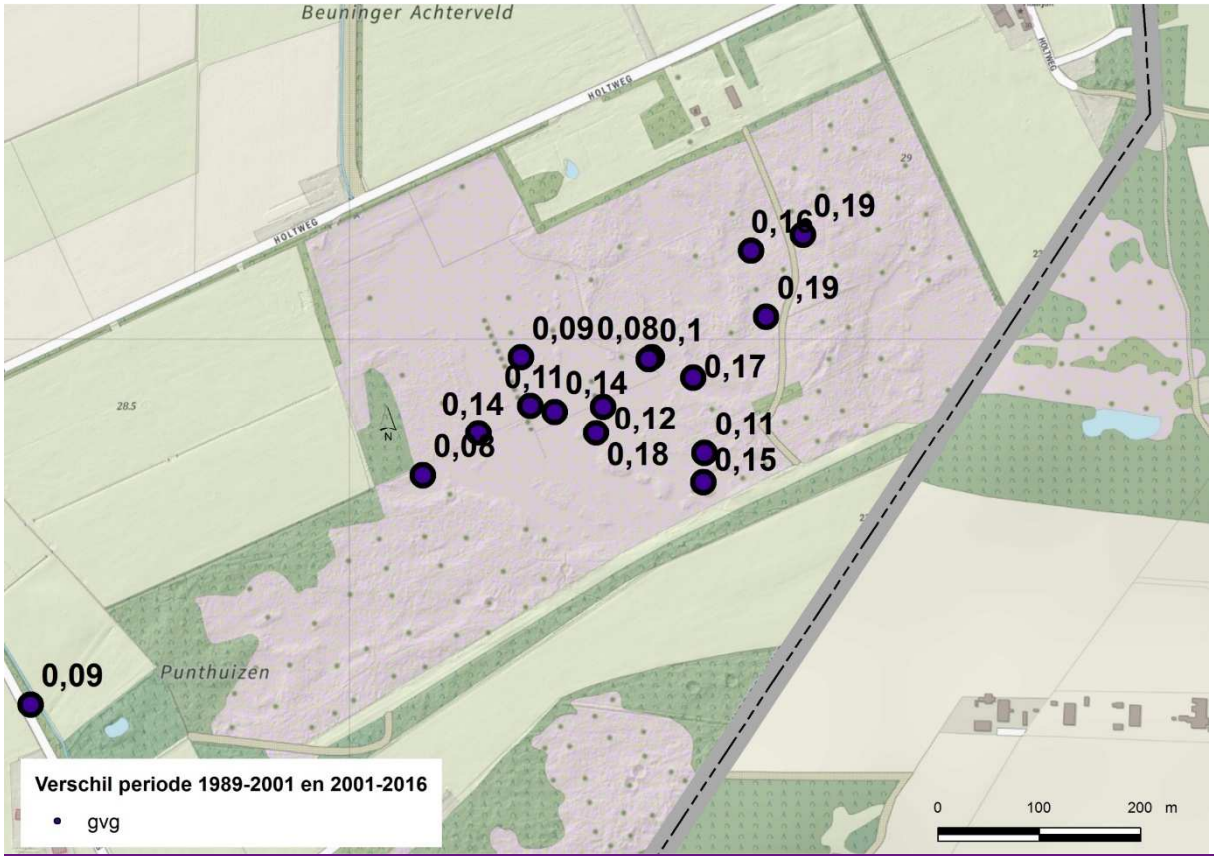
Figuur 26 Berekende drainagebasis in Stroothuizen

Verschillen gesimuleerd gxg's voor de periode 1990-2001 en 2001-2016

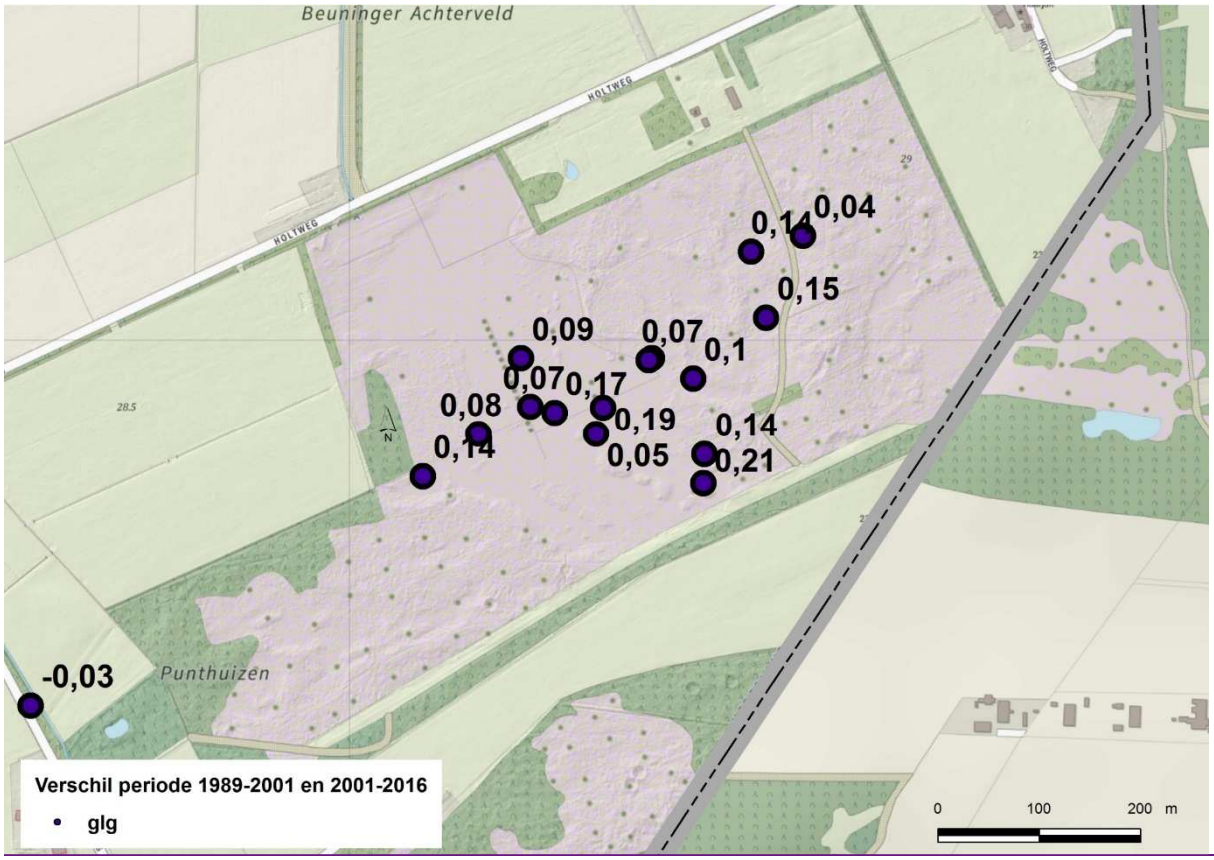
Afgeleid uit tijdreeksmodellen, berekend met Menyanthes



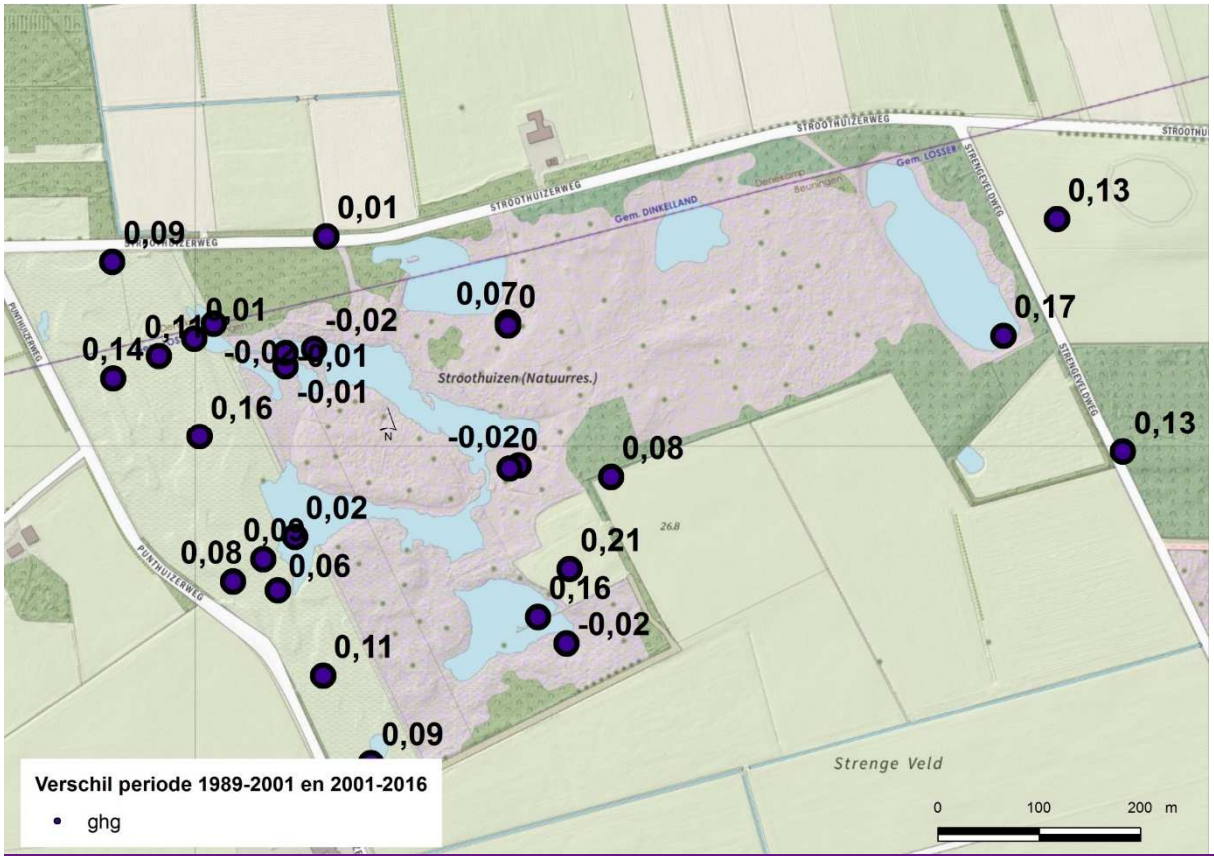
Figuur 27 Verschil GHG in Punthuizen



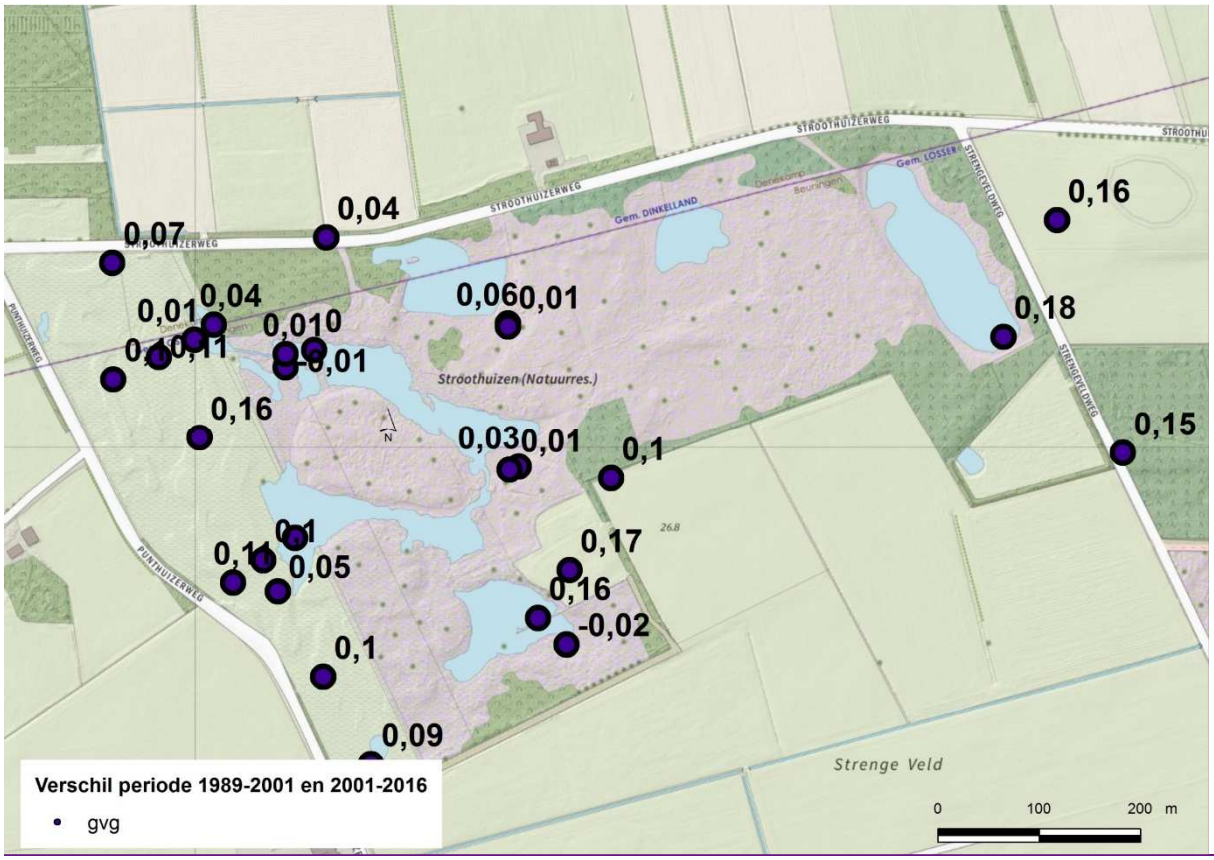
Figuur 28 Verschil GVG in Punthuizen



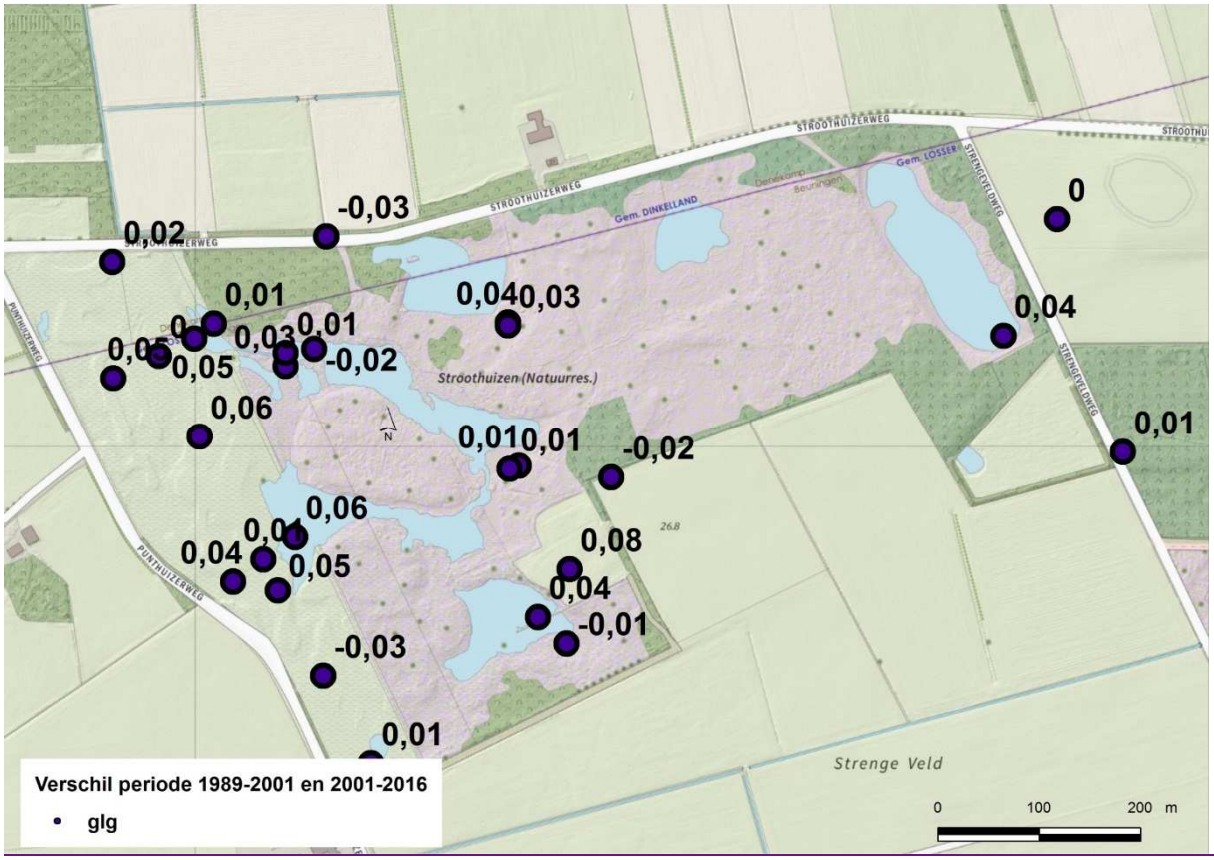
Figuur 29 Verschil GLG in Punthuizen



Figuur 30 Verschil GHG in Stroothuizen



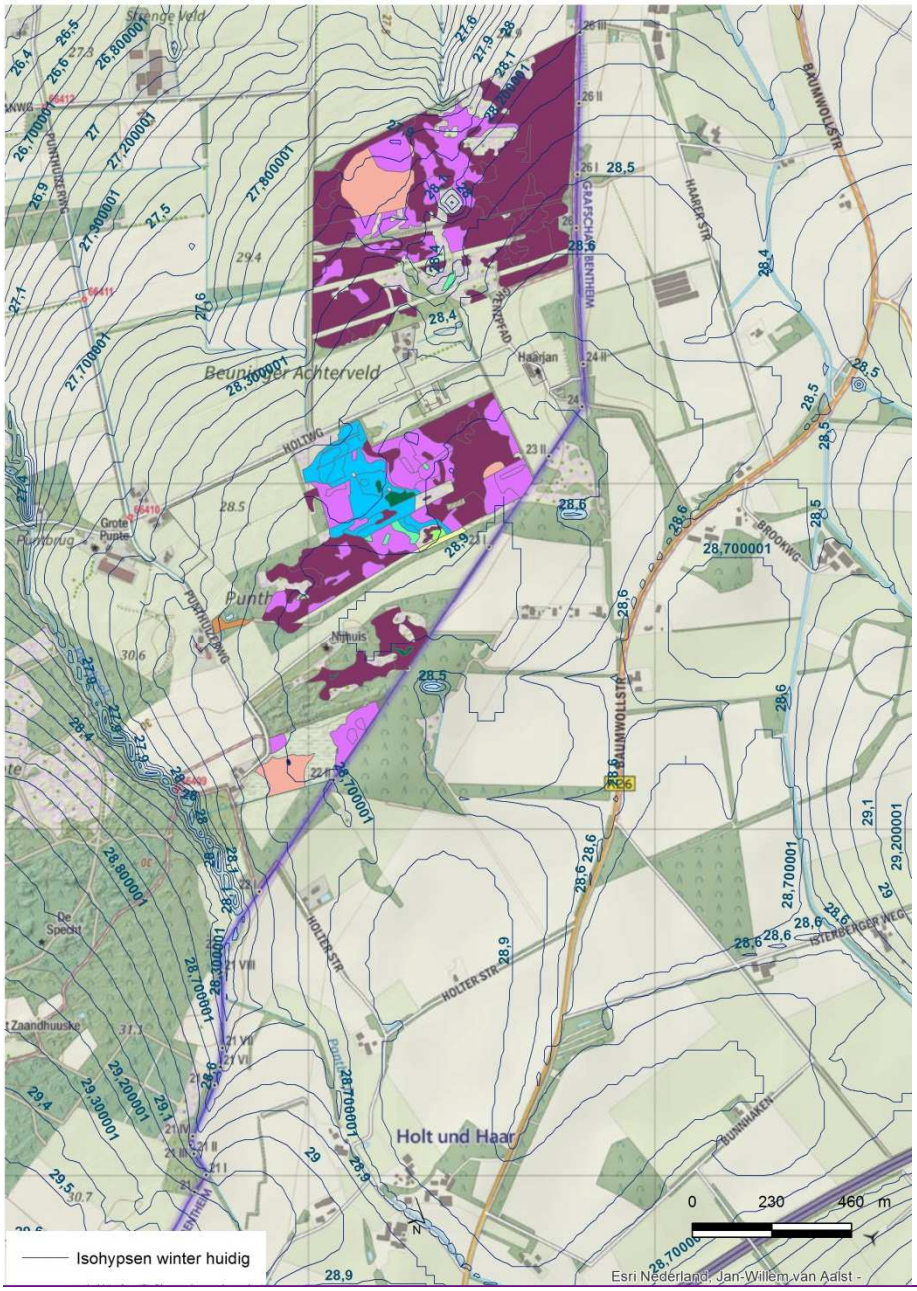
Figuur 31 Verschil GVG in Stroothuizen



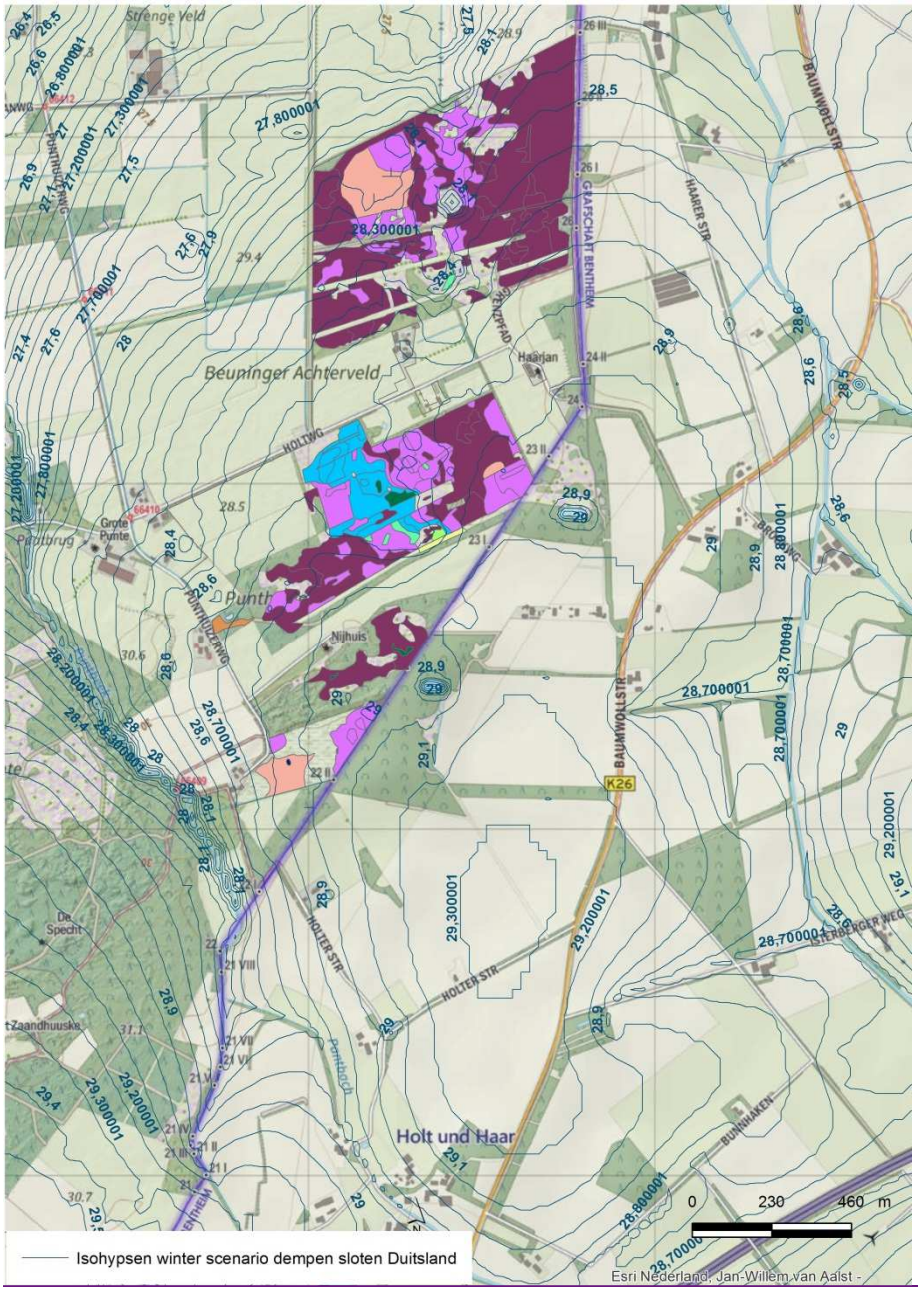
Figuur 32 Verschil GLG in Stroothuizen

Isohypsenpatronen wintersituatie

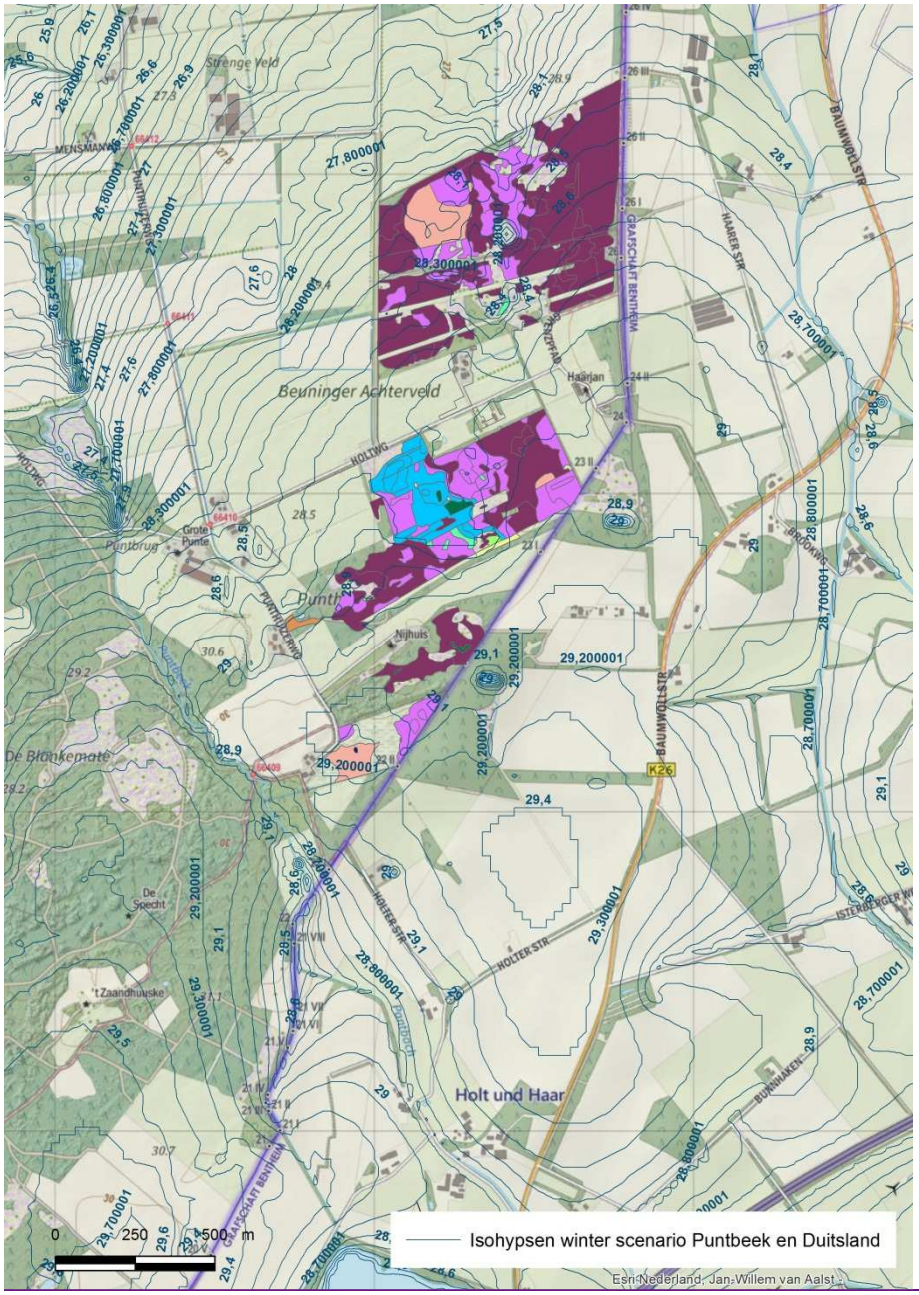
Effect van lange termijn maatregelen op intrekgebied Punthuizen



Figuur 33 Isohypsenpatroon bij GHG omstandigheden in de huidige situatie

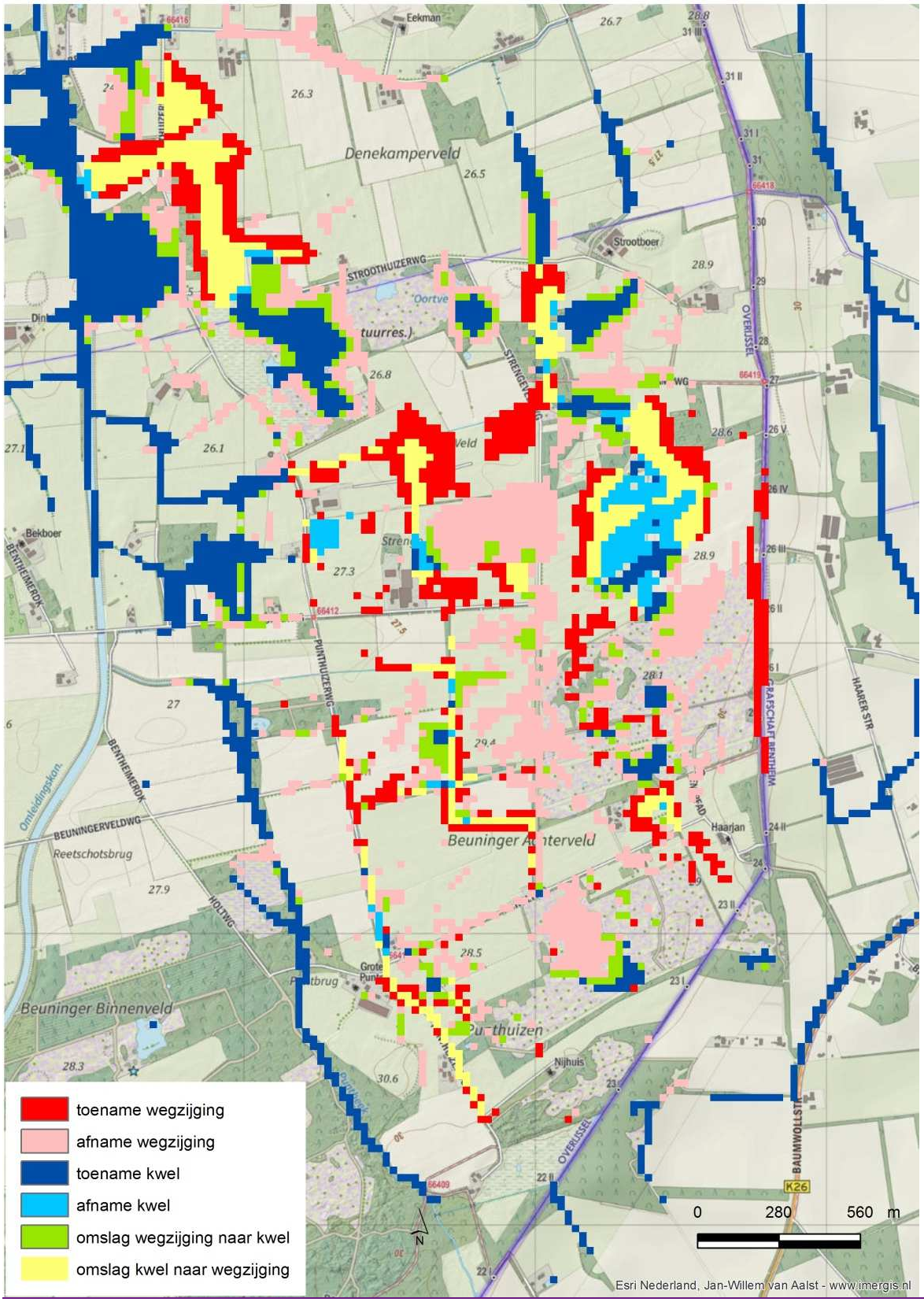


Figuur 34 Isohypsenpatroon bij GHG omstandigheden na realisatie korte termijn maatregelen (inrichtingsplan) en dempen sloten in Duitsland

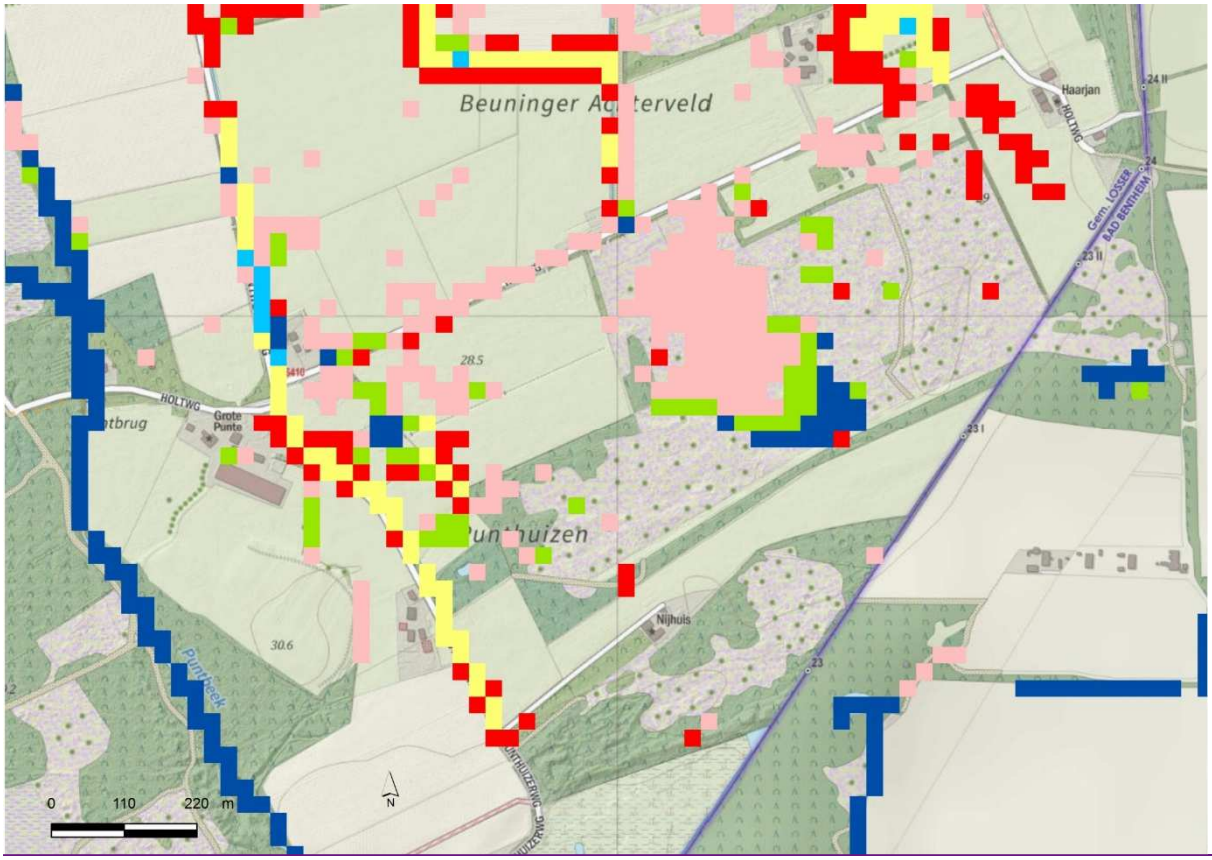


Figuur 35 Isohypsenpatroon bij GHG omstandigheden na realisatie korte termijn maatregelen (inrichtingsplan), dempen sloten in Duitsland en peilverhoging in de Puntbeek

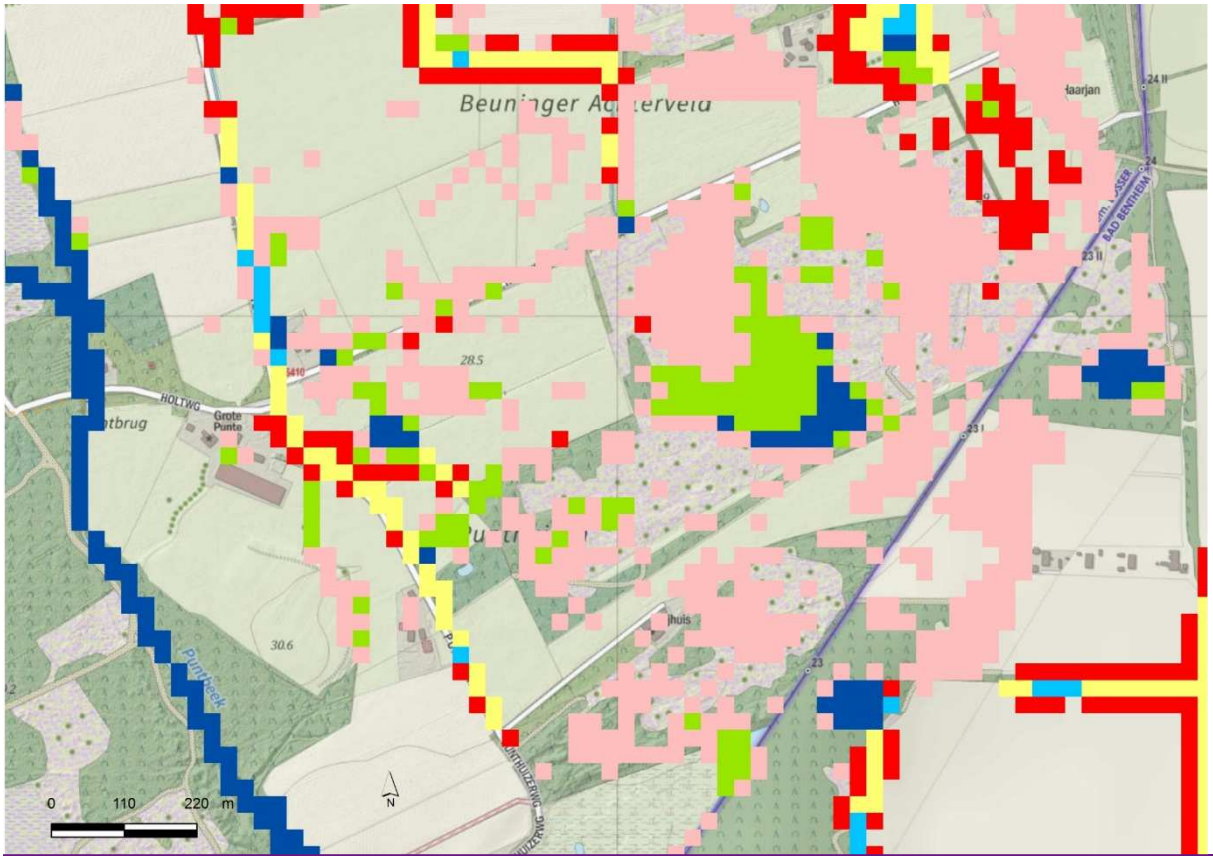
Voorbeelden effect kwelpatronen



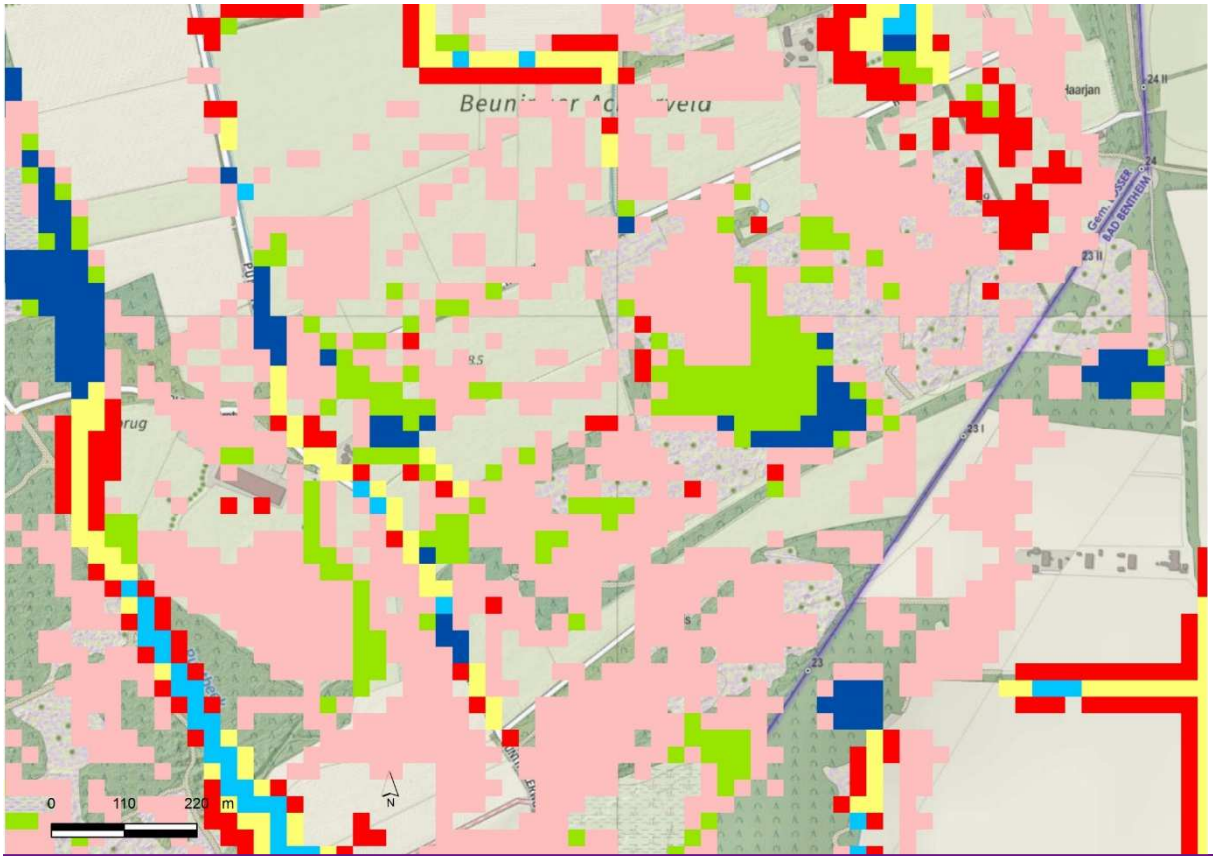
Figuur 36 Verandering kwelpatronen korte termijnmaatregelen. In rood de aandachtsgebieden waar kwelafhankelijke habitattypen voorkomen



Figuur 37 Verandering kwelpatronen in Punthuizen na realisatie van de korte termijnmaatregelen in de voorjaarssituatie.



Figuur 38 Verandering kwelpatronen in Punthuizen na realisatie van de korte termijnmaatregelen en sloten dempen in Duitsland in de voorjaarssituatie.



Figuur 39 Verandering kwelpatronen in Punthuizen na realisatie van de korte termijnmaatregelen, sloten dempen in Duitsland en peilverhoging in de Puntbeek in de voorjaarssituatie.

Definitietabel habitattypen

Kwalificerende vegetatietypen volgens Vegetatie van Nederland of Catalogus Vegetatietypen Staatsbosbeheer:

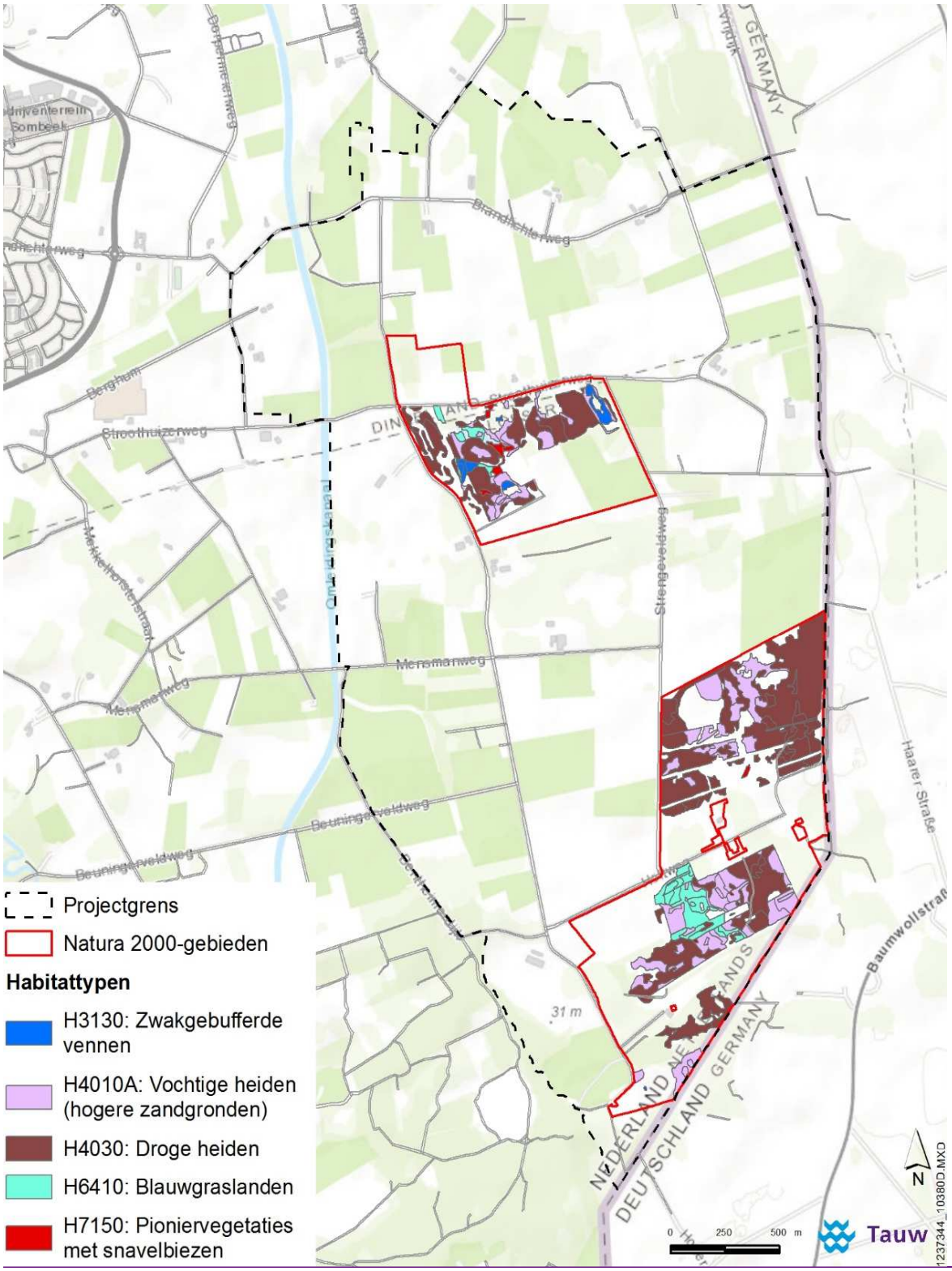
- (sub)associaties (status goed)
- Rompgemeenschappen (RG) (status matig)

Associatie indien de soortensamenstelling voldoende kenmerkende soorten omvat van de associatie (het is een ‘verzadigde’ plantengemeenschap)
Determinatie blijft steken op het niveau van verbond of hoger. In dat geval is er sprake van een romp- of derivaatgemeenschap (het is dan een ‘onverzadigde’ gemeenschap). Zo’n romp- of derivaatgemeenschap kan door natuurlijke oorzaken ontstaan (bijvoorbeeld extreme dynamiek op strandvlakten), maar vaak gaat het om situaties die zijn aangetast door menselijke oorzaken (vermesting, verzuring, verdroging etc.).

Habitattypen op vegetatieniveau
Uitwerking voor

- Blauwgrasland
- Zwakgebufferde vennen
- Vochtige heide

Kaarten en tabellen associatie en rompgemeenschappen vegetatietypen en kwaliteit habitattypen



Figuur 40 Habitattypekaart Punthuizen-Stroothuizen

Blauwgrasland

Lokale typologie		Catalogus Staatsbosbeheer	
16A1-1	Vorm van Moerassmele	16Aa	Typische subassociatie
16A1-2	Vorm van Parnassia en Wateraardbei	16Ad	Subassociatie van Parnassia
16A1-3	Vorm van Moerasstruisgras en Grote wederik	16Ae	Soortenarme subassociatie
16A1-4	Vorm van Veldrus en Klokjesgentiaan	16Aa	Typische subassociatie
16A1-5	Vorm van Tandjesgras en Tormentil	16Ab	Subassociatie van Borstelgras

Lokale typologie		Strooth	Beun Achterh	Punth
16A1-1	Vorm van Moerassmele	-	-	**8**
16A1-2	Vorm van Parnassia en Wateraardbei	-	-	**3**
16A1-3	Vorm van Moerasstruisgras en Grote wederik	-	-	**6**
16A1-4	Vorm van Veldrus en Klokjesgentiaan	-	-	**10**
16A1-5	Vorm van Tandjesgras en Tormentil	-	-	**10**

Lokale typologie		Catalogus Staatsbosbeheer	
16A-1	Vorm van Geoord veenmos en Veelstengelige waterbies	16A-a	RG Blauwe knoop -Blauwe zegge
16A-2	Vorm van Moerasstruisgras	16A-c	RG Moerasstruisgras
16A-3	Vorm van Grote wederik	16A-d	RG Grote wederik en Hennegras
16A-4	Vorm van Veldrus	16A-a	RG Blauwe knoop -Blauwe zegge
16A-4	Vorm van Tandjesgras	16A-a	RG Blauwe knoop -Blauwe zegge

Lokale typologie		Strooth	Beun Achterh	Punth
16A-1	Vorm van Geoord veenmos en Veelstengelige waterbies	5	-	-
16A-2	Vorm van Moerasstruisgras	1	-	9
16A-3	Vorm van Grote wederik en Hennegras	-	-	6
16A-4	Vorm van Veldrus	2	-	18
16A-5	Vorm van Tandjesgras	3	-	11

Zwakgebufferde vennen

Lokale typologie		Catalogus Staatsbosbeheer	
06-2	Vorm van Geoord veenmos	06-c-	RG Veelstengelige waterbies en veenmos
06C-1	Vorm van Oeverkruid	06C3	Ass. Veelstengelige waterbies
06C-2	Vorm van Moerassmele en Bruine snavelbies	06C3	Ass. Veelstengelige waterbies
06-3	Vorm van Gewone waternavel en Moerasstruisgras	06-c-	RG Veelstengelige waterbies en veenmos
06C-3	Vorm van Vlottende bies	06C2	Ass. van Vlottende bies
06-3	Knolrus - facies	06-d	RG Knolrus - Veenmos
10-1	Knolrus vorm van Waterveenmos	10-f	RG Knolrus - Veenmos

Lokale typologie		Strooth	Beun Achterh	Punth
06-2	Vorm van Geoord veenmos	8	-	-
06C-1	Vorm van Oeverkruid	2	-	1
06C-2	Vorm van Moerassmele en Bruine snavelbies	-	-	4
06-3	Vorm van Gewone waternavel en Moerasstruisgras	6	1	-
06C-3	Vorm van Vlottende bies	1	-	-
06-3	Knolrus - facies	3	-	-
10-1	Knolrus vorm van Waterveenmos	6	-	-

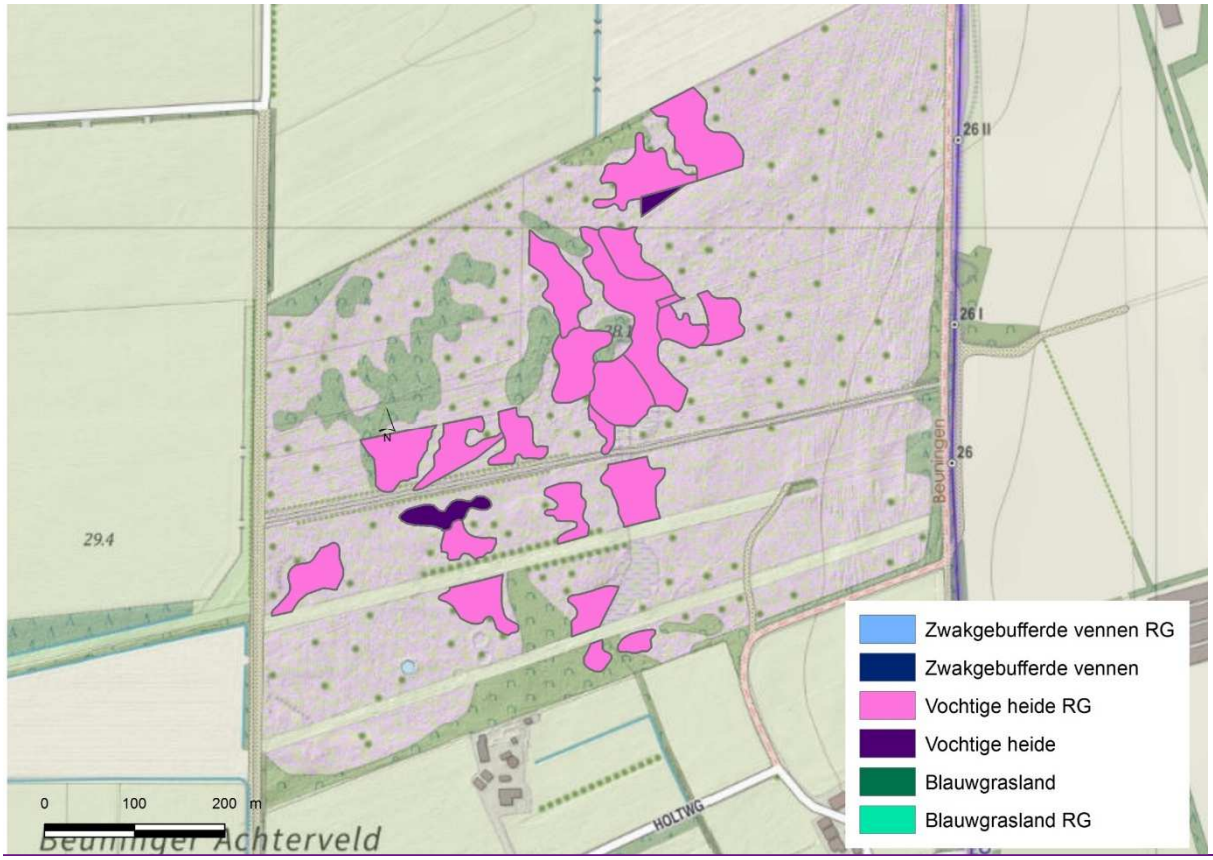
Vochtige heide

Lokale typologie		Catalogus Staatsbosbeheer	
11A2-1	Vorm van waterveenmos	11A2f	Ass. Van Gewone dopheide soortenarm
11A-1	Soortenarme vorm (inops)	11A-a	RG Dopheide
11-1	Vorm van Beenbreek	11-k-	RG Beenbreek
11A2-2	Vorm van Gewone veenbies	11A2f	Ass. Van Gewone dopheide soortenarm
11A2-3	Vorm van Blauwe zegge en Klokjesgentiaan	11A2e	Ass. Van Gewone dopheide subass. van Gevlekte orchis
10-5	Vorm van waterveenmos	10^{e} of 11g	RG Pijpestrootje Veenmos
11-2	Inops	11-i	RG Pijpestrootje

Lokale typologie		Strooth	Beun Achterh	Punth
11A2-1	Vorm van waterveenmos	9	-	-
11A-1	Soortenarme vorm	18	19	26
11-1	Vorm van Beenbreek	2	-	-
11A2-2	Vorm van Gewone veenbies	11	6	13
11A2-3	Vorm van Blauwe zegge en Klokjesgentiaan	6	3	22
10-5	Vorm van Waterveenmos	15	-	2
11-2	Inops	22	24	16

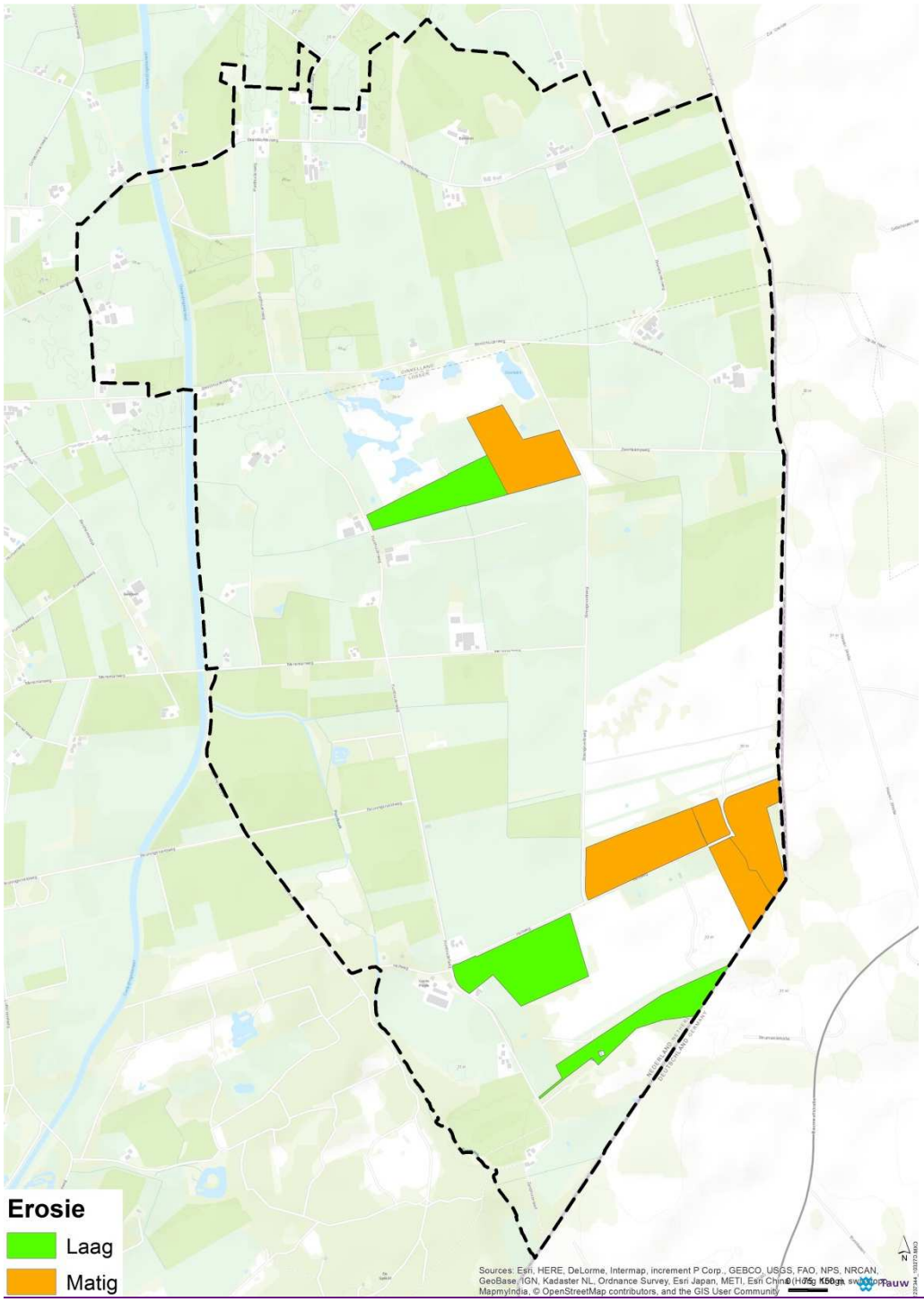
Figuur 41 Associaties en rompgemeenschappen in Punthuizen

Figuur 42 Associaties en rompgemeenschappen in Stroothuizen

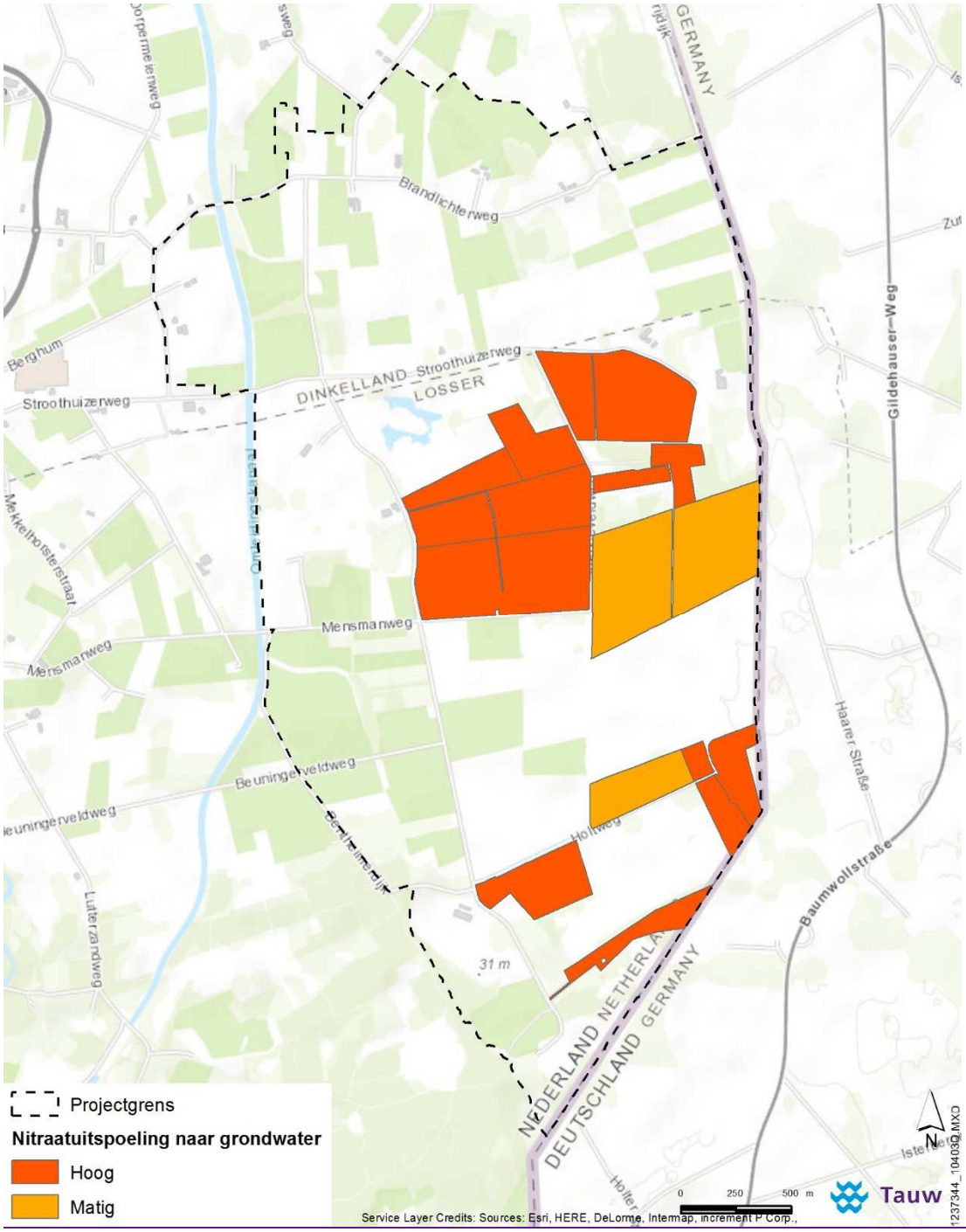


Figuur 43 Associaties en rompgemeenschappen in Beuninger Achterveld

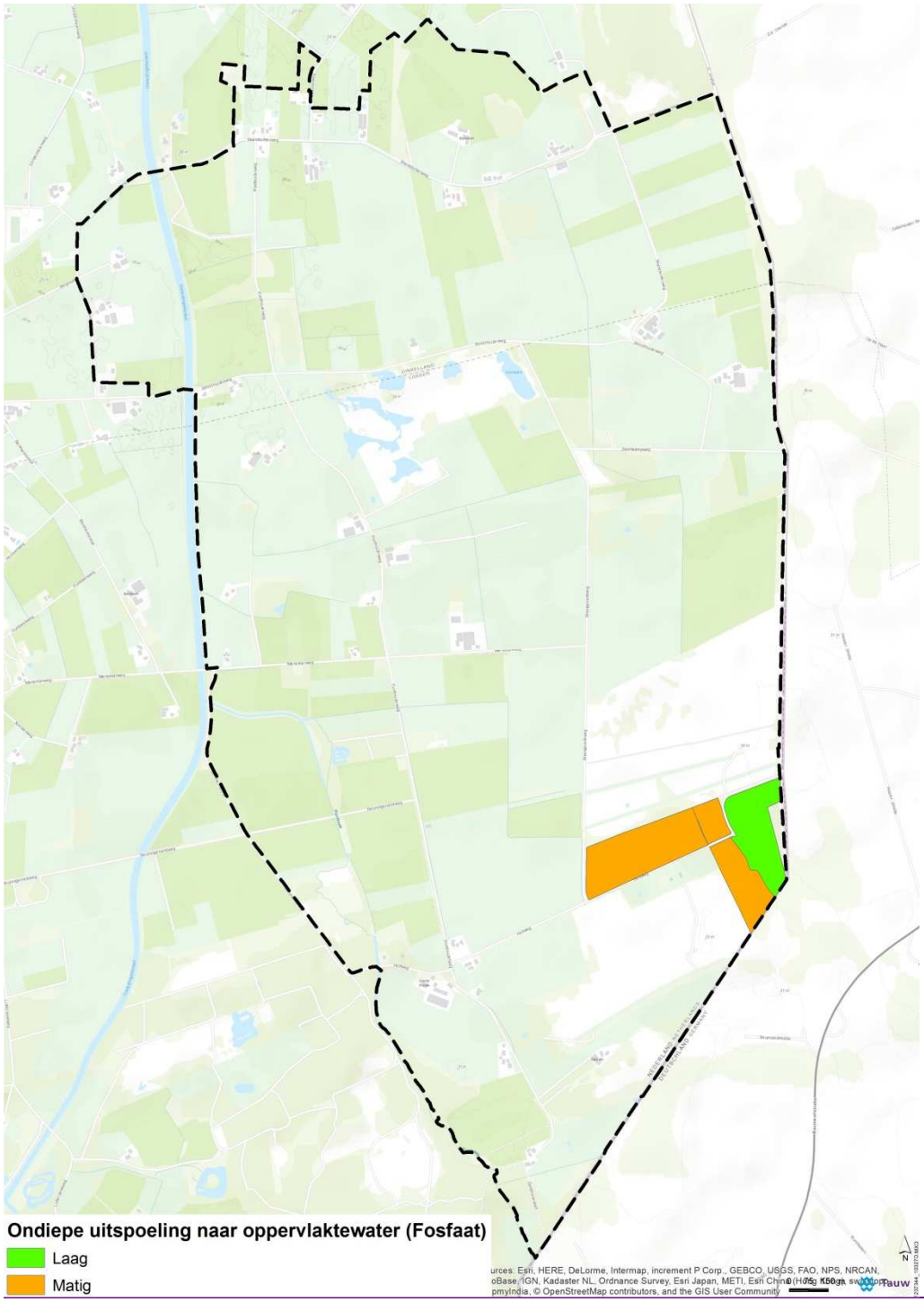
Risicokaarten – output bemestingsmaatregelwijzer



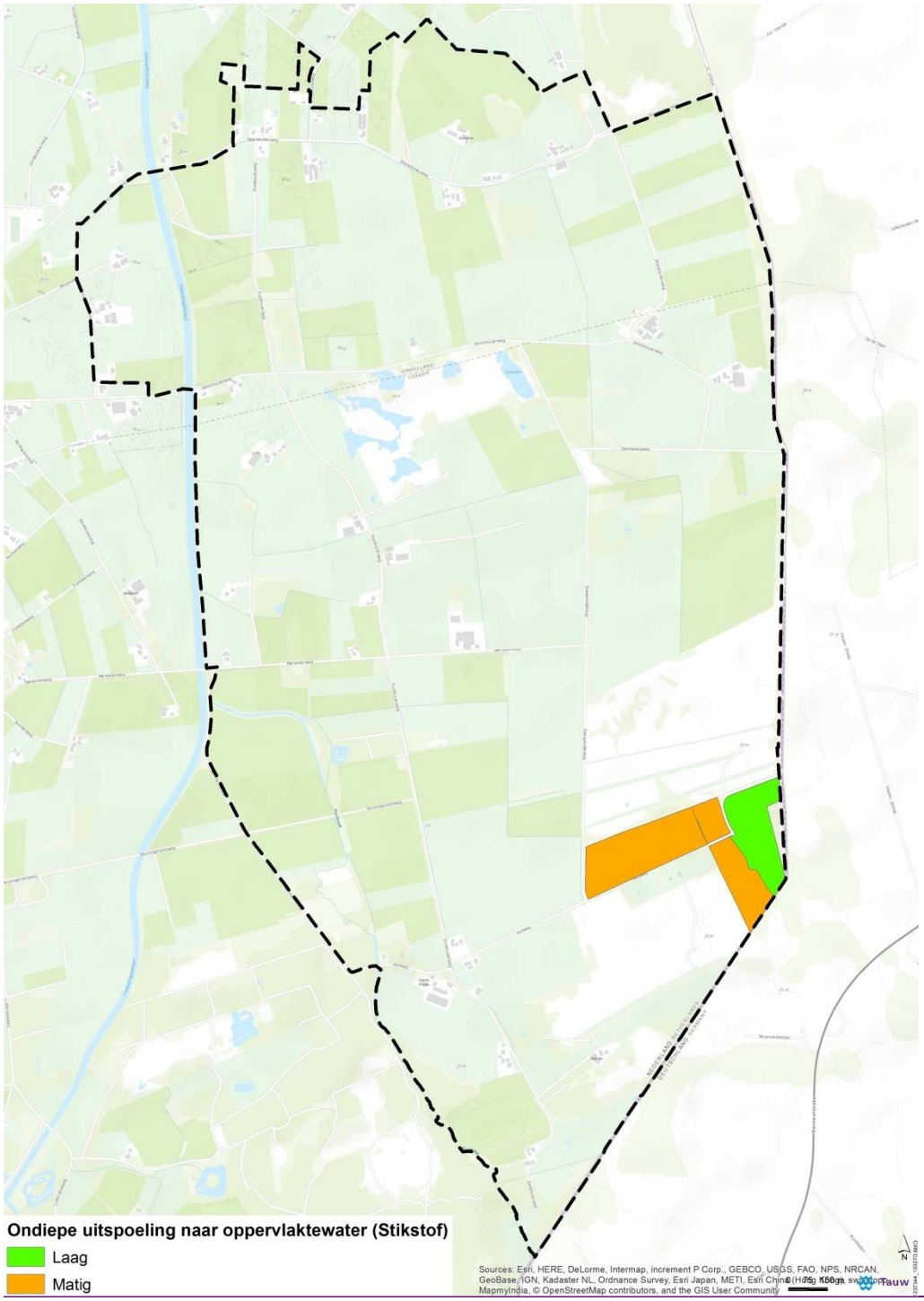
Figuur 44 Risico's op erosie



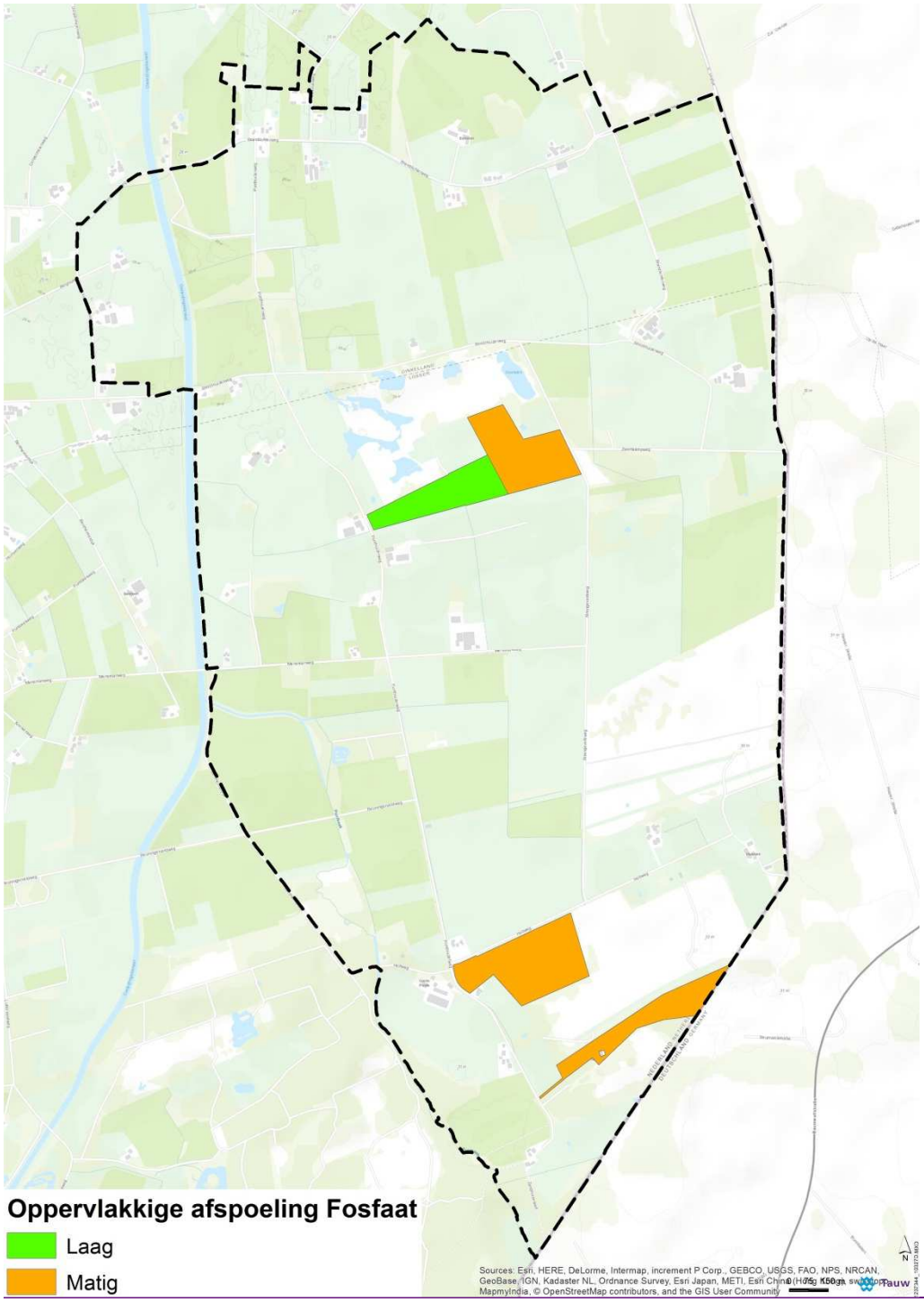
Figuur 45 Risico's op nitraatuitspoeling naar grondwater



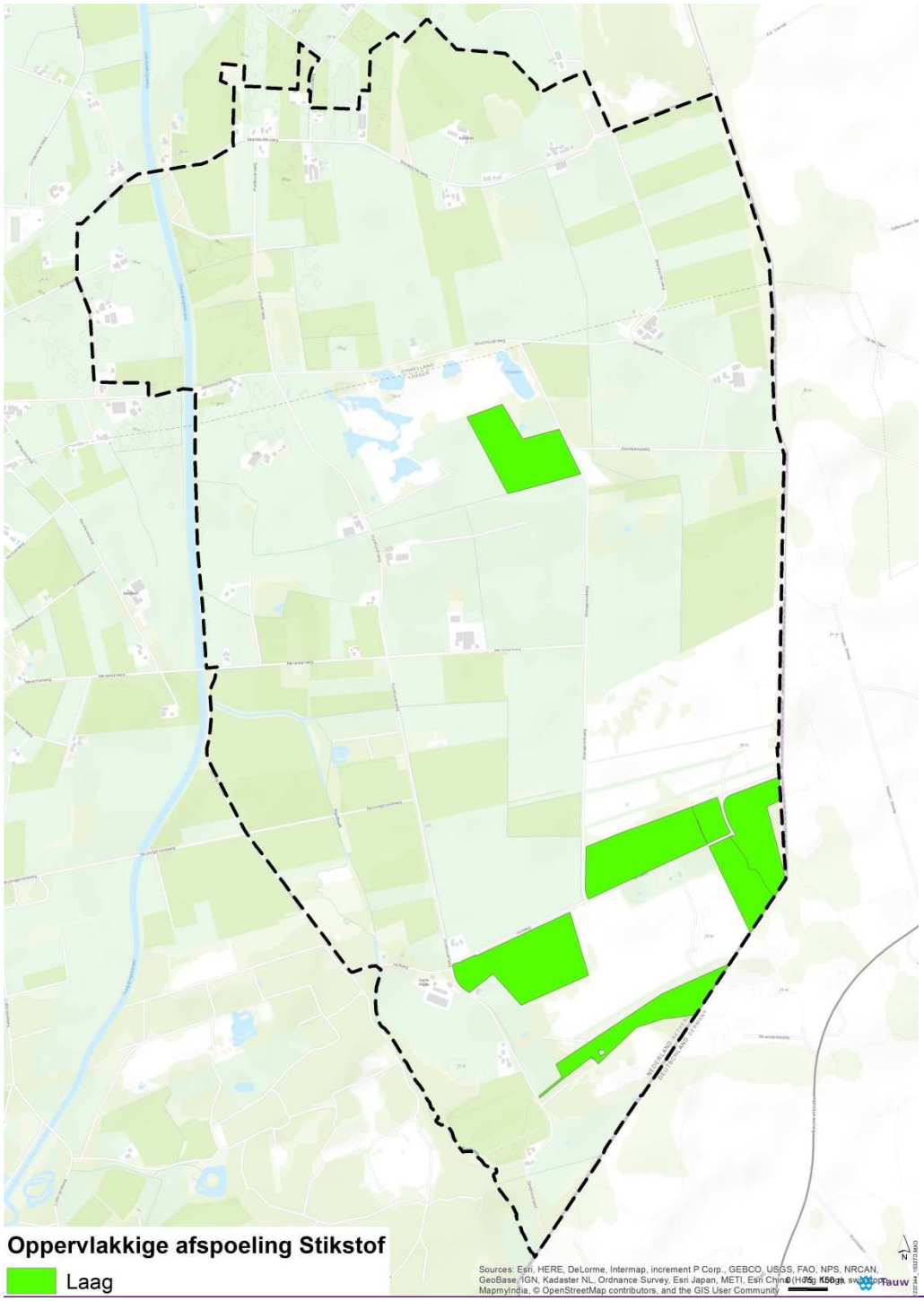
Figuur 46 Risico's op ondiepe uitspoeling van fosfaat naar oppervlaktewater



Figuur 47 Risico's op ondiepe uitspoeling van stikstof naar oppervlaktewater



Figuur 48 Risico's op oppervlakkige afspoeling van fosfaat



Figuur 49 Risico's op oppervlakkige afspoeling van Stikstof

Bijlage 2

Habitattypen en vegetatietypen

Habitattype	codering	Vegetatie	codering
Zwakgebufferde vennen	H3130	Associatie van Biesvaren en Waterlobelia	6Aa1
		Pilvaren-associatie	6Ac1
		Associaitie van Vlottende bies	6Ac2
		Associatie van Veelstengelige waterbies	6Ac3
		RG Veelstengelige waterbies - veenmos	RG
		RG Knolrus - veenmos	RG
Vochtige heiden	H4010A	Associatie van Gewone dopheide	11Aa2
		Subassociatie van veenmos	11Aa2a
		Subassociatie typicum	11Aa2c
		RG Pijpenstrootje	RG
		RG Wilde gagel	RG
Droge heide	H4030	Associatie van Struikheide en Stekelbrem	20Aa1
		Subassociatie typicum	20Aa1b
		RG Bochtige smele	RG
Heischrale graslanden	H6230	Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras	19Aa2
		RG Borstelgras	RG
		RG Bochtige smele	RG
Blauwgraslanden	H6410	Blauwgrasland	16Aa1
		Subassociatie van heischraal grasland	16Aa1a
		Subassociatie typicum	16Aa1b
		Subassociatie van Melkeppe	16Aa1c
		Subassociatie van Parnassia	16Aa1d
		Variant met Moerassmele	Variant
		Veldrus-associatie	16Ab1
		RG Blauwe zegge - Blauwe knoop	RG
Pioniervegetaties met snavelbiezen	H7150	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies	11Aa1
		Draadgentiaan-associatie	28Aa1

Bijlage 3

Flora Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld

Overzicht van plantensoorten in Punthuizen

	1 1953	8 1958	2 1960	7 1962	3 1964	9 1965	4 1982	5 1987	6 1988	10 2001	11 2010	12 2016
Eleocharitetum multicaulis												
Oeverkruid			x	x		x	x	x			x	
Veelstengelige waterbies			x	x		x	x	x		x	x	x
Moerassmele			x	x		x	x		x	x	x	x
Moerashertshooi		x	x	x			x	x	x			
Ondergedoken moerasscherm				x				x				
Stijve moerasweegbree				x				x				
Nanocyperion												
Dwergzegge			x	x		x	x		x			
Ijle rus									x			
Waterpostelein				x				x				
Dwergvlas				x								
Parvocaricetea												
Wateraarbei			x	x			x		x	x	x	x
Zwarte zegge		x	x	x		x	x			x	x	
Waternavel		x	x							x	x	x
Egelboterbloem		x	x	x		x	x	x		x	x	x
Moerasviooltje				x		x				x		
Holpijp				x								
Draadrus										x	x	
Caricion davallianae												
Vleeskleurige orchis			x	x	x	x	x				x	x
Parnassia	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
Vetblad				x	x	x				x	x		
Moeraswespenorchis			x	x	x	x	x			x	x	x	x
Ruw walstro			x	x	x								x
Kleine valeriaan			x	x	x		x				x	x	
Alpenrus					x					x	x		
Grote keverorchis						x				x	x	x	
Ericion tetralicis												
Moeraswolfsklauw				x	x						x	x	
Bruine snavelbies				x	x		x				x	x	x
Kleine zonnedauw			x	x	x	x	x				x	x	x
Blauwe zegge			x	x	x		x	x			x	x	x
Ronde zonnedauw			x		x	x	x			x		x	
Klokjesgentiaan		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Kruipwilg			x	x	x		x	x			x	x	x
Beenbreek						x						x	
Witte snavelbies				x			x			x	x		
Veenbies			x		x					x	x	x	x
Ijslands mos			x		x								
Calluno-Genistion												
Stekelbrem			x									x	x
Kruipbrem			x										
Klein warkruid							x					x	
Myricetum gale												
Gagel			x	x	x		x				x	x	x
Nardo-Galion												
Tandjesgras							x			x	x	x	x
Heidekartelblad			x	x			x				x	x	x
Welriekende nachtorchis						x					x	x	
Gevlekte orchis					x	x					x	x	x
Stijve ogentroost		x	x	x						x	x	x	x
Blauwe knoop				x			x				x	x	x
Borstelgras				x							x	x	x
Brede orchis											x	x	
Addertong												x	x
Junco-Molinion													
Spaanse ruiter	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
Veldrus		x	x	x		x	x				x	x	x
Biezenknoppen		x	x	x		x					x		x
Calthion													
Moerasrolklaver		x	x			x				x	x		x
Echte koekoeksbloem		x	x	x						x	x		x
Scheuchzerietea													
Veenpluis		x	x	x		x						x	x

1 = Hoogervorst et al., 1953
2 = Wesselink et al., 1960
3 = Schulte, 1964
4 = Hofstra, 1982
5 = De Haan & Siebum, 1987
6 = Weeda, 1988
7 = Van Leeuwen, 1962
8 = Van der Ven, 1958
9 = Van der Steeg, 1965
10 = NDFF
11 = SBB-inventarisatie
12 = NDFF

Overzicht van plantensoorten in Stroothuizen

	1 1933	2 1944	3 1948	4 1950	5 1953	6 1953	7 1958	8 1960	9 1962	10 2001	11 2010	12 2016
Eleocharitetum multicaulis												
Waterlobelia			x	x	x							
Oeverkruid					x		x		x	x	x	
Veelstengelige waterbies					x	x	x	x	x	x	x	x
Moerassmele									x			
Moerashertshooi							x	x	x	x	x	x
Ondergedoken moerasscherm		x							x	x	x	x
Vlottende bies		x				x				x	x	x
Klein blaasjeskruid		x								x	x	x
Drijvende waterweegbree									x			
Duizendknoopfonteinkruid									x	x	x	
Stijve moerasweegbree										x	x	
Pilvaren										x	x	
Witte waterranonkel										x		
Nanocyperion												
Dwergzegge		x				x				x	x	
Waterpostelein		x								x	x	
Dwergvlas		x				x						
Koprus										x		
Draadgentiaan										x	x	
Parvocaricetea												
Wateraarbei		x		x	x	x	x	x		x	x	
Zompzegge		x				x	x	x		x	x	
Sterzegge		x					x			x	x	x
Zwarte zegge		x		x	x		x			x	x	
Waternavel						x	x			x	x	x
Draadrus				x	x		x			x	x	
Waterdrieblad		x					x			x	x	
Egelboterbloem		x					x				x	x
Moerasviooltje		x					x			x		
Schildereprijs		x		x						x		x
Caricion davallianae												
Vleeskleurige orchis					x	x		x				
Parnassia		x			x	x		x			x	
Krielparnassia		x										
Vetblad										x		x
Armbloemige waterbies										x	x	
Phragmitetea												
Holpijp									x	x	x	x
Ruw walstro								x		x	x	x
Ericion tetralicis												
Bruine snavelbies		x			x	x	x	x	x		x	x
Kleine zonnedauw		x		x		x		x	x	x	x	x
Blauwe zegge		x			x	x	x	x	x		x	x
Ronde zonnedauw		x		x		x		x		x	x	x
Klokjesgentiaan		x		x			x	x		x	x	x
Kruipwilg		x						x			x	
Beenbreek		x		x	x	x		x		x	x	x
Witte snavelbies		x			x	x		x		x	x	x
Veenbies		x			x					x	x	x
Ijslands mos				x	x							
Moeraswolfsklauw		x								x	x	x
Lavendelheide		x						x		x	x	x
Calluno-Genistion												
Stekelbrem								x			x	
Klein warkruid								x			x	x
Myricetum gale												
Gagel		x			x	x		x		x	x	x
Nardo-Galion												
Heidekartelblad		x				x		x			x	
Welriekende nachtorchis		x			x	x		x		x	x	
Gevlekte orchis		x			x					x	x	
Stijve ogentroost										x	x	x
Blauwe knoop		x						x		x	x	x
Borstelgras								x			x	
Brede orchis											x	
Junco-Molinion												
Spaanse ruiter								x	x		x	
Veldrus		x					x	x		x		x
Calthion												
Moerasrolklaver									x	x		x
Echte koekoeksbloem									x	x	x	x
Gevleugeld hertshooi										x		
Scheuchzerietea												
Veenpluis		x			x	x	x	x		x	x	x
Snavelzegge		x			x	x	x			x	x	x

1 = Bernink, 1935
2 = Westhoff, 1944
3 = Dingeldein, 1948
4 = Dingeldein, 1950
5 = Hoogervorst et al., 1953
6 = De Smidt, 1953
7 = Glas, 1958
8 = Gaasenbeek, 1960
9 = Van der Voo, 1962
10 = Tolman en Pranger, NDFI
11 = Pranger en Tolman, 2010
12 = NDFF

Overzicht van plantensoorten in Beuninger achterveld

	1 1953	2 1953	3 1953	4 1950	5 1960	6 1977	7 2001	8 2010	9 2016
Parvocaricetea									
Wateraarbei			x						
Moerasstruisgras	x	x					x		
Knolrus	x	x							
Waternavel			x				x		
Draadrus								x	
Zwarte zegge							x		
Caricion davallianae									
Vleeskleurige orchis			x						
Parnassia			x						
Moeraswespenorchis				x					
Rietorchis									
Ericion tetralicis									
Blauwe zegge			x				x		
Klokjesgentiaan	x						x		x
Kruipwilg			x						
Beenbreek									x
Bruine snavelbies							x		x
Veenbies								x	
Veenpluis							x		
Calluno-Genistion									
Ijslands mos	x								
Kruipbrem	x						x	x	
Jeneverbes	x								
Nardo-Galion									
Welriekende nachtorchis			x						
Gevlekte orchis					x				
Borstelgras							x	x	x
Tandjesgras								x	x
Junco-Molinion									
Ruw walstro			x						
Veldrus			x						

1 = Hoogervorst et al., 1953
2 = De Smidt, 1953
3 = Docter et al. 1953
4 = Dingeldein, 1950
5 = De Smidt, 1960
6 = De Smidt, 1977
7 = NDFF
8 = Inventarisatie SBB
9 = NDFF

Bijlage 4a

Effecten van weersinvloeden op basis van tijdreeksanalyse

In de periode 1989 – 1999/2003 is er een uitgebreid grondwatermeetnet bemeten in zowel Stroothuizen als Punthuizen. Loodrecht op de hoog-laag gradiënt werden peilbuizen geplaatst op locaties die als hydrologisch karakteristiek werden beschouwd (bijvoorbeeld het laagste punt en een knik in de helling) of waar op grond van expertkennis een bijzondere vegetatieontwikkeling werd verwacht.
De locaties van de peilbuizen weerspiegelen op deze wijze de milieugradiënt. De gemeten grondwaterstanden werden gebruikt voor het leggen van de relatie tussen vegetatie, waterstanden en waterchemie. Een samenvatting van de monitoringsresultaten is beschreven in (Aggenbach en Jansen, 2004).

Om te kunnen toetsen in hoeverre de grondwaterstanden in de huidige situatie voldoen aan de vereisten die de verschillende vegetatietypen stellen zijn de gemeten grondwaterstanden uit dit meetnet gebruikt. Daarbij zijn de reeksen waar nodig geschoond door het verwijderen of corrigeren van meetfouten. Peilbuizen met te korte of incomplete reeksen zijn verwijderd uit de gegevensset. Daarnaast is gecontroleerd of de technische gegevens in Dinoloket overeen kwamen met de technisch gegevens uit de analoge meetnetmappen van Staatsbosbeheer. Er bleken geen fouten in de technische gegevens te zitten. Voor Stroothuizen zijn de delen van de reeksen voorafgaand aan de hydrologische maatregelen die zijn uitgevoerd in de periode 1989-1994 verwijderd omdat als gevolg van de maatregelen de grondwaterstanden zijn veranderd.

Met behulp van het programma Menyanthes zijn op basis van de gemeten reeksen per locatie van de diepste filters de gxg's bepaald. Ondiepe peilbuizen die regelmatig droogval vertoonden zijn verwijderd uit de set omdat voor deze locaties geen betrouwbare gemiddelde zomergrondwaterstanden konden worden bepaald. Het bepalen van de laagste standen op basis van tijdreekssimulaties bood hier geen soelaas omdat de periode van droogval over te lange periodes optreedt. Omdat deze locaties veelal ook voorzien zijn van diepere filters zijn er voldoende locaties om ook voor de zomersituatie voor voldoende locaties een beeld te krijgen van de gemiddeld laagste grondwaterstanden. Omdat er geen sprake is van (grote) stijghoogteverschillen is deze aanpak verantwoord. Alle filters zijn freatische buizen met filters die geen of slechts geringe verschillen (orde grootte centimeters) verschillen in de standen vertonen.

De gxg's uit de meetreeksen zijn vergeleken met de ecologische vereisten van de vegetatietypen. Voor de vereisten is gebruikt gemaakt van de randvoorwaarden die zijn opgenomen het hoofdrapport. Per peilbuis is het vegetatietype bepaald op basis van de vegetatiekartering uit 2010. Wanneer in een kaartvlak sprake is van meerdere typen met een verschillende bedekking zijn voor is voor het type met de hoogste bedekking het doelgat bepaald op basis van de randvoorwaarde van dit type.

Om te bepalen in hoeverre de meetgegevens uit de jaren '90 representatief zijn qua weersomstandigheden zijn voor alle locaties tijdreeksmodellen opgesteld. Deze tijdreeksmodellen zijn zowel lineair als niet lineair. Niet lineaire tijdreeksmodellen vertonen, vooral op lage terreindelen waar inundaties optreden in de winterperiode, aanzienlijk betrouwbaardere resultaten. Wanneer tijdreeksmodellen onvoldoende betrouwbaar werden geacht zijn deze modellen in de verdere analyse buiten beschouwing gelaten. Dit is het geval als verklarende variante kleiner is dan 70% en/of andere statistische parameters zoals de verdampingsfactor of drainagebasis onbetrouwbare uitkomsten vertoonden.

De tijdreeksen zijn vervolgens, op basis van neerslag en verdampingsgegevens van het KNMI (verlengd) voor de periode 1976-2016. Vervolgens zijn, op basis van de opgestelde tijdreeksmodellen voor een drietal perioden gxg's berekend:

- Periode 1976-2016. Deze periode van 40 jaar wordt beschouwd als klimaatonafhankelijke omdat de periode meer dan 30 jaar beslaat
- De periode 1989 t/m 2001. Dit is de periode waarin grondwaterstanden gemeten zijn en eveneens de periode die in de grondwatermodelberekeningen (verwijzing rapport Margrietha) wordt doorgerekend. Daarnaast is er in 2001 een vegetatiekarting van het gebied gemaakt.
- De periode 2001 t/m 2016. Dit is de periode die representatief is voor de vegetatiekartering uit 2010 die als basis voor de habitattypenkaart is gebruikt.

Voor de locaties die in de winter inunderen zijn zowel lineaire als niet lineaire tijdreeksmodellen opgesteld. Over het algemeen vertonen de niet lineaire tijdreeksmodellen de beste fit. Voor de locatie waar meerdere tijdreeksmodellen zijn opgesteld zijn de modellen met de beste statistieken opgenomen. Daarbij is naast de verklarende variantie (EVP) die minimaal 70% moet zijn ook andere statistieken zoals de berekende drainagebasis en de EVAP factor.
In bijlage 4b en 4c zijn de statistieken van alle tijdreeksmodellen opgenomen.

Bijlage 4b en 4c

Tijdreeksanalyse en gxg-simulaties

TABLE WITH STATISTICS AND RESULTS OF ALL MODELS:

MODEL NAME	XCOORD	YCOORD	ZCOORD	EVP	RMSE	RMSI	DBASE	Mo PREC	SDEV	MU PREC	SDEV	Mo_2 PRE	SDEV	MU_2 PRE	SDEV	EVAP FCTR	SDEV
B29C1539_1 (2) niet lineair	269298	485982	27,6	96,4	0,0875	0,0881	27,5	1568	631,5	220,2	77,09	224,8	183	113,6	150	0,937	0,064
B29C1539_1	269298	485982	27,6	89,1	0,153	0,114	28,2	539,6	255,8	110,1	38,95					1,25	0,46
B29C1506_1	267812	486418	NaN	78,1	0,102	0,0975	26,4	203,7	40,31	67,41	36,97					0,986	0,12
B29C1505_1	268271	486121	NaN	80,5	0,129	0,118	27	414,4	58,41	114	25,86					1,07	0,1
B29C1504_1	268202	486106	NaN	70,9	0,193	0,153	27,1	423,6	83,13	93,68	34,21					0,975	0,12
B29C1503_1	268181	486102	NaN	79,6	0,142	0,134	27,2	371,1	44,64	87,53	19,67					1,01	0,089
B29C1502_1	267992	486089	NaN	83,5	0,0886	0,0795	27	274,1	34,9	93,81	21,67					1,02	0,086
B29C0259_2	268260	487290	-2,4	80,8	0,141	0,125	25,5	307,9	25,67	80,82	12,96					1,01	0,1
B29C0258_3 (2) niet lineair	269243	485907	27,69	90	0,16	0,135	27,3	1010	145,5	146,4	19,24	45,48	107,4	75,5	17,59	0,92	0,073
B29C0258_3	269243	485907	27,69	77,7	0,238	0,159	28	501,7	98,72	139,2	43,63					1,4	0,3
B29C0258_2	269243	485907	28,38	81,2	0,111	0,0958	27,4	872,5	159,3	115,4	13,67	64,43	84,31	92,18	18,23	0,839	0,056
B29C0258_1	269243	485907	28,5	67,7	0,0759	0,0661	28,2	419,3	224,2	102,2	23,21	141,2	93,33	129,3	51,95	1,06	0,14
B29C0256_2 (2) niet lineair	269127	485907	27,83	85,3	0,184	0,136	27,5	902,8	155,4	121,4	16,32	32,28	106,6	77,34	17,92	0,969	0,077
B29C0256_2	269127	485907	27,83	76,7	0,232	0,16	28,1	468,7	79,29	133,4	35,88					1,61	0,29
B29C0256_1	269127	485907	28,17	69,4	0,187	0,142	27,6	734,3	172,7	101,8	16,44	40,22	129,3	95,76	28,34	0,95	0,092
B29C0255_3 (2) niet lineair	269295	485980	28,01	80,9	0,173	0,132	27,6	945,6	157,5	127,9	15,67	84,54	87,79	72,28	16,67	0,969	0,064
B29C0255_3	269295	485980	28,01	70,5	0,215	0,149	28,2	474,9	70,46	134,2	32,29					1,52	0,22
B29C0255_2	269295	485980	28,43	64,9	0,151	0,114	27,6	796,6	163,2	123,8	15,66	76,73	83,92	76,51	19,06	0,901	0,073
B29C0255_1	269295	485980	28,49	59,1	0,077	0,0676	28,2	311,1	94,43	131,2	22,62	17,94	45,07	36,13	29,82	0,961	0,12
B29C0253_3 (2) niet lineair	269169	485982	27,82	86,4	0,182	0,144	27,6	900,4	149	122,6	15,3	72,7	118,5	86,38	22,47	1,03	0,081
B29C0253_3	269169	485982	27,82	77,5	0,233	0,167	28,1	501,6	75,19	132,1	33,13					1,52	0,26
B29C0253_2	269169	485982	28,24	74	0,167	0,135	27,7	716,7	164,1	100,3	14,04	60,73	123,5	93,01	27,78	0,976	0,096
B29C0253_1	269169	485982	28,31	57	0,125	0,0981	27,9	629,6	189,3	113,4	16,51	51,57	91,43	93,33	25,28	1,09	0,11
B29C0252_3 (2) niet lineair	269178	485934	27,77	81,7	0,199	0,155	27,6	1040	178,5	143,2	19,82	38,82	88,47	63,94	15,1	0,99	0,073
B29C0252_3	269178	485934	27,77	72,2	0,244	0,175	28,1	498,3	75,69	137,9	34,65					1,5	0,25
B29C0252_2	269178	485934	28,19	64,4	0,203	0,16	27,6	850,6	192,7	121,1	18,82	33,31	105,9	72,65	19,59	0,953	0,085
B29C0252_1	269178	485934	28,2	35,9	0,154	0,101	27,9	635,6	233	174,8	43,87	7,43	49,69	49,37	18,69	0,96	0,12
B29C0251_3 (2) niet lineair	269250	485933	27,83	85,4	0,183	0,139	27,5	931	157,7	122,2	16,68	57,95	107,4	80,42	22,01	0,956	0,073
B29C0251_3	269250	485933	27,83	76,1	0,234	0,163	28,2	485,2	78,94	135,4	36,39					1,55	0,28
B29C0251_2	269250	485933	28,23	72,3	0,177	0,132	27,6	810,1	172,6	107,1	15,58	30,19	107,4	88,05	21,68	0,963	0,08
B29C0251_1	269250	485933	28,3	43,3	0,14	0,0894	27,8	647,2	203,4	124,1	20,28	17,23	60,83	70,77	15,68	0,932	0,09
B29C0250_3 (2) niet lineair	269202	485928	27,79	84,1	0,19	0,144	27,5	952,9	168,8	124,6	17,49	49,42	109	80,14	21,94	0,941	0,076
B29C0250_3	269202	485928	27,79	75,4	0,236	0,166	28,1	485	80,17	137,5	38,34					1,55	0,28
B29C0250_2	269202	485928	28,18	68,8	0,19	0,141	27,6	795	184,9	108,5	17,38	32,78	115,2	87,79	23,98	0,956	0,088
B29C0250_1	269202	485928	28,29	45,2	0,149	0,0982	28	650,7	205	135,2	24,84	20,42	70,53	77,07	21,3	1,08	0,12
B29C0249_3 (2) niet lineair	269072	485865	27,8	84,5	0,202	0,125	27,4	1031	174,7	130,6	17,67	48,64	98,96	84,24	18,13	0,996	0,071
B29C0249_3	269072	485865	27,8	77,1	0,246	0,156	28	523,2	79,92	120,8	24,44					1,46	0,24
B29C0249_2	269072	485865	28,13	76	0,187	0,133	27,5	1062	202,5	129,3	17,76	34,49	96,51	81,01	16,64	1,01	0,071
B29C0249_1	269072	485865	28,15	37,9	0,181	0,133	28	613,7	259,1	140,6	34,48	20,52	95,1	70,94	26,16	1,16	0,17
B29C0247_3 (2) niet lineair	269349	485858	28,09	85,1	0,167	0,121	27,6	848,5	147,6	117,2	15,33	60,29	89,92	70,38	17,68	0,949	0,075
B29C0247_3	269349	485858	28,09	75,9	0,212	0,143	28,2	449,9	71,59	122,4	29,34					1,46	0,25
B29C0247_2	269349	485858	28,43	74,5	0,147	0,103	27,7	841,1	155,6	111,4	12,68	35,58	78,1	74,96	14,3	0,939	0,066
B29C0247_1	269349	485858	28,53	56,2	0,0915	0,0756	28,3	283,9	104	70,03	13,73	50,52	108,6	121,9	62,07	0,979	0,14
B29C0245_3 (2) niet lineair	269350	485887	28,11	87,5	0,145	0,112	27,6	1015	158	132,8	15,22	75,25	77,84	75,29	15,34	0,955	0,061
B29C0245_3	269350	485887	28,11	74,1	0,209	0,14	28,2	468,8	69,48	125,8	28,46					1,47	0,24
B29C0245_2	269350	485887	28,59	66,1	0,0573	0,0546	28,3	321,1	91,66	140,6	22,11	13,6	29,54	27,3	20,72	0,922	0,095
B29C0245_1	269350	485887	28,59	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
B29C0244_1 (2) niet lineair	269339	485962	28,31	82,6	0,145	0,116	27,6	977,6	167,8	140	16,33	75,55	89,07	64,63	16,47	0,993	0,071
B29C0244_1	269339	485962	28,31	72,9	0,181	0,136	28,1	443,7	54,28	112,1	20,88					1,32	0,21
B29C0243_2 (2) niet lineair	269411	486022	28,13	88,7	0,146	0,112	27,5	1167	158,8	157	16,83	10,84	69,18	51,76	11,58	0,987	0,059
B29C0243_2	269411	486022	28,13	79,1	0,198	0,144	28,1	538	60,91	115,7	17,8					1,32	0,19
B29C0243_1	269411	486022	28,53	76,3	0,143	0,0979	27,4	1033	171,6	131,2	15,03	11,21	70,95	60,71	11,89	0,912	0,066
B29C0242_1 (2) niet lineair	269396	486087	28,11	89	0,136	0,11	27,5	1091	148	151	15,21	54,29	75,82	58,53	13,33	1,01	0,061
B29C0242_1	269396	486087	28,11	78	0,192	0,139	28	533,5	56,64	108,8	15,51					1,23	0,17
B29C0241_1	269447	486103	28,59	67,8	0,169	0,166	27,8	516,1	147	100,6	17,47	49,36	69,14	7,602	15,07	0,67	0,1

B29C0215_1	267000	486720	24,53	70,5	0,151	0,106	25,9	164,8	25,15	79,19	27,29					1,68	0,19
B29C0212_1	268190	487310	24,54	75,4	0,125	0,0967	25,7	212,9	25,92	87,28	28,45					1,21	0,11
B29C0185_1 (2)	268500	485930	26,09	79,4	0,194	0,13	27,3	451,2	46,23	105,1	17,56					1,17	0,11
B29C0185_1	268500	485930	26,09	78,6	0,196	0,128	27,2	466,2	45,09	102,9	15,45					1,13	0,093
B29C0136_4	268685	485639	-3,81	78,6	0,175	0,0871	27,2	510,9	46,85	102,6	12,07					0,891	0,073
B29C0136_3	268685	485639	2,19	84,1	0,169	0,104	27,3	537,8	46,38	110,7	13,57					0,989	0,084
B29C0136_2	268685	485639	10,19	83,7	0,18	0,112	27,4	549,4	49,02	113,1	14,46					1,04	0,091
B29C0136_1	268685	485639	21,19	82,9	0,184	0,109	27,5	547,9	42,52	108,3	11,77					1,05	0,081
B29A0753_2	268338	487832	21,96	94	0,0698	0,0626	25,7	329,8	80,14	90,62	29,98					1,08	0,19
B29A0753_1	268338	487832	25,14	91,3	0,0757	0,0723	25,7	229,9	49,48	60,8	14,25					1,13	0,21
B29A0752_2	268308	488123	21,6	89,5	0,0742	0,0627	25,5	188,3	59,7	75,03	27,45					1,45	0,39
B29A0752_1	268308	488123	24,77	89,3	0,0739	0,0622	25,5	184,5	60,76	79,21	32,16					1,51	0,42
B29A0219_1	268369	487879	25,56	82,1	0,164	0,134	25,6	373,9	31,37	73,93	10,04					0,978	0,097
B29A0218_2	268915	487995	-2	86,1	0,136	0,105	25,8	359,5	31,01	88,2	13,04					1,1	0,1
B29A0218_1	268915	487995	16	82,5	0,15	0,117	25,9	345,1	33,13	88,2	14,81					1,07	0,11
B29A0217_2	268850	488225	-8,6	83,9	0,154	0,137	25,5	372,4	28	84,56	11,81					1,08	0,1
B29A0217_1	268850	488225	16,4	84,2	0,159	0,117	25,6	439,1	39,44	94,85	13,39					0,97	0,1
B29A0216_2	268410	487970	2,41	83,5	0,129	0,105	25,4	304,4	26,45	83,95	13,27					1,08	0,11
B29A0216_1	268410	487970	17,27	79,5	0,154	0,111	25,5	331,3	36,36	86,72	15,3					1,06	0,12
B29A0215_3	268173	487688	24,82	73	0,146	0,126	25,6	227,8	64,53	95,79	72,42					1,33	0,33
B29A0215_2	268173	487688	25,56	84,6	0,108	0,105	25,5	224,8	21,82	77,81	19,16					1,28	0,16
B29A0214_2	268126	487774	25,87	82,6	0,115	0,0988	25,4	231,7	32,11	86,7	31,03					1,33	0,2
B29A0213_3	267918	488183	24,01	82	0,0878	0,0867	24,5	189,6	22,4	54,68	17,15					0,821	0,11
B29A0213_2	267918	488183	25,09	77,8	0,0948	0,0923	24,5	145,9	18,56	52,58	18,44					1,07	0,16
B29A0212_3	268004	488010	24,54	77,8	0,145	0,126	25	287,8	51,78	67,11	26,94					0,956	0,17
B29A0212_2	268004	488010	25,55	82,2	0,129	0,116	25,1	273,6	32,5	103,3	34,51					1,3	0,18
B29A0211_3	268081	487858	24,38	73,3	0,103	0,0995	25,5	129,1	33,52	57,49	56,9					1,46	0,3
B29A0211_2	268081	487858	25,58	78,3	0,123	0,104	25,3	215,9	29,94	76,65	26,3					1,26	0,21
B29A0210_3	268037	487867	24,56	71,4	0,129	0,112	25,1	241,3	47,26	67,11	26,9					0,96	0,19
B29A0210_2	268037	487867	25,5	79,7	0,128	0,106	25,2	247,3	39,16	102,1	41,17					1,29	0,22
B29A0209_3	268067	487889	24,57	74,1	0,139	0,118	25,3	183,1	54,16	54,77	39,19					1,29	0,34
B29A0209_2	268067	487889	25,75	71,6	0,145	0,121	25,2	233,9	41,15	91,65	37,19					1,28	0,27
B29A0208_2	268098	487911	25	75,5	0,104	0,0924	25,2	350,2	88,27	47,99	9,483	11,4	65,09	112,8	33,16	1,1	0,11
B29A0207_3	267919	488068	24,42	78,1	0,135	0,126	24,7	271	36,58	55,61	15,39					0,873	0,13
B29A0207_2	267919	488068	25,06	86,1	0,113	0,112	24,8	271,8	27,09	104,4	30,18					1,21	0,14
B29A0206_3	267964	488090	24,43	78,2	0,138	0,13	24,7	269,9	40,41	63,14	21,76					0,943	0,15
B29A0206_2	267964	488090	25,21	86,6	0,107	0,103	24,8	231,3	21,52	71,29	18,26					1,18	0,14
B29A0205_3 (2)	267999	488107	24,33	77,7	0,105	0,0967	24,4	362	83,89	55,74	10,51	160,4	251,1	93,29	62,25	0,575	0,078
B29A0205_3	267999	488107	24,33	73,9	0,113	0,0964	24,6	287,7	74,68	136,3	83,81					1	0,22
B29A0205_2	267999	488107	25,15	83,8	0,0844	0,0802	24,7	257,3	49,69	39,66	5,46	56,16	65,65	93,12	27,03	0,981	0,082
B29A0204_4	268366	487806	25,04	87,5	0,0787	0,0668	25,3	724,9	105,8	126,7	17,65	9,617	20,59	35,05	5,729	0,835	0,041
B29A0204_3	268366	487806	25,54	86,5	0,0791	0,0669	25,3	661,6	93,8	110,7	14,52	23,88	23,07	40,18	6,488	0,811	0,041
B29A0203_1	268797	488110	25,79	71,1	0,188	0,136	26,1	385,5	54,22	136	24,64					1,47	0,26
B29A0199_3	268308	488120	24,94	86,6	0,0905	0,0805	25,2	581	83,17	105,5	13,32	57,73	30,37	55,43	9,535	0,905	0,049
B29A0199_2	268308	488120	25,35	81,1	0,0897	0,0792	25,2	522,1	84,47	101,5	13,42	56,64	31,44	54,46	10,45	0,903	0,054
B29A0199_1	268308	488120	25,37	70,8	0,0591	0,052	25,2	378,8	101,8	114	20,09	58,13	21,1	47,16	10,75	0,849	0,056
B29A0198_3	268319	487981	25,03	82,6	0,0948	0,0853	25,3	568,8	89,45	99,69	13,82	45,11	28,09	54,09	9,102	0,914	0,052
B29A0198_2	268319	487981	25,42	78,4	0,0865	0,0793	25,3	517,2	89,14	108,7	15,95	38,56	25,15	49,36	9,075	0,937	0,055
B29A0197_2	268310	487978	24,94	77,5	0,102	0,0926	25,3	501,8	88,43	89,64	13,6	32,28	31,18	68,54	11,81	0,968	0,062
B29A0197_1	268310	487978	25,35	77,8	0,0713	0,0716	25,7	1428	631	309,9	157	17,02	19,02	36,25	9,316	1,04	0,099
B29A0194_3	268018	488122	24,02	77,7	0,118	0,112	24,5	379,5	126,1	68,21	16,3	25,48	59,47	37,51	25,34	0,702	0,12
B29A0194_2	268018	488122	NaN	71	0,136	0,119	24,6	409,2	171,2	66,34	20,93	43,57	38,26	15,48	10,22	0,801	0,18
B29A0194_1	268018	488122	NaN	71,4	0,122	0,118	24,5	373,1	138	76,32	20,24	14,83	58,69	32,39	25,56	0,706	0,13
B29A0193_3	268089	488080	24,54	84,8	0,0934	0,0905	24,9	496,8	59,21	76,47	7,593	27,74	26,35	48,15	6,94	0,913	0,043
B29A0193_2	268089	488080	24,91	83,4	0,0921	0,0899	24,9	517,2	63,46	80,19	8,072	18,39	25,04	45,62	6,537	0,911	0,041
B29A0192_3	268089	488093	24,22	84,9	0,0959	0,0919	24,8	493,2	58,71	73,88	7,241	18	27,69	48,39	7,126	0,913	0,044
B29A0192_2	268089	488093	24,78	82,1	0,1	0,0928	24,8	458,1	62,36	68,19	7,227	20,44	31,16	52,64	8,526	0,939	0,051
B29A0191_3	268117	488097	24,48	85,8	0,0899	0,0845	24,9	509,8	60,62	77,74	7,751	20,37	25,85	52,7	7,219	0,928	0,043

B29A0191_2	268117	488097	24,84	83,2	0,0919	0,0844	24,9	496,9	65,54	76,67	8,135	17,78	26,65	55,52	7,692	0,94	0,047
B29A0158_1	269750	488200	26,95	83,6	0,202	0,101	26,1	691,9	50,33	90,94	6,375					0,84	0,063
B29A0082_3	268319	489096	-15	86,7	0,0896	0,071	24,1	368,3	25,55	109,7	13,21					0,889	0,059
B29A0082_2	268319	489096	16	83,2	0,105	0,074	24,4	358,2	41,78	89,34	16,45					0,814	0,083
B29A0082_1	268319	489096	22	82,3	0,106	0,071	24,5	340	30,59	82,59	11,13					0,825	0,067
B29A0072_5	268129	488208	-22,06	73	0,139	0,087	24,7	276,1	28,89	73,77	12,71					0,93	0,086
B29A0072_4	268129	488208	-13,06	79,9	0,121	0,0969	24,8	291,3	26,08	91,77	16,34					0,982	0,092
B29A0072_3	268129	488208	-2,06	83,9	0,105	0,0788	24,8	289,2	19,36	85,34	10,44					0,953	0,067
B29A0072_2	268129	488208	18,94	77	0,118	0,0837	25	226,3	30,04	104,5	31,16					1,34	0,13
B29A0072_1	268129	488208	22,94	80,1	0,108	0,0733	25	206,9	20,17	87,59	17,01					1,35	0,11

Groundwater Level Statistics (Units = meters above the national reference level)

NAME	XCOORD	YCOORD	ZCOORD	SURF LEV	MLGL	MGL	MSGL	MHGL	GT	GLG_MV	GG_MV	GVG_MV	GHG_MV
B29C1539_1 (2) niet lineair_sim (1)_1	269298	485982	27,6	28,68	27,73	28,37	28,74	28,85	III	0,95	0,31	-0,06	-0,17
B29C1506_1_sim (1)_1	267812	486418	NaN	27,39	26,18	26,53	26,59	26,86	VI	1,21	0,86	0,8	0,53
B29C1505_1_sim (1)_1	268271	486121	NaN	28,22	26,8	27,26	27,49	27,73	VI	1,42	0,96	0,73	0,49
B29C1504_1_sim (2)_1	268202	486106	NaN	28,17	26,87	27,43	27,63	27,95	V	1,3	0,74	0,54	0,22
B29C1503_1_sim (1)_1	268181	486102	NaN	28,47	26,9	27,4	27,57	27,88	VI	1,57	1,07	0,9	0,59
B29C1502_1_sim (1)_1	267992	486089	NaN	27,99	26,8	27,14	27,27	27,47	IV	1,19	0,85	0,72	0,52
B29C0259_2_sim (1)_2	268260	487290	-2,4	26,6	25,2	25,66	25,81	26,05	VI	1,4	0,94	0,79	0,55
B29C0258_3_sim (1)_3	269243	485907	27,69	28,69	27,39	28	28,32	28,55	V	1,3	0,69	0,37	0,14
B29C0256_2 (2) niet lineair_sim (1)_2	269127	485907	27,83	28,47	27,31	28,04	28,42	28,66	III	1,16	0,43	0,05	-0,19
B29C0255_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269295	485980	28,01	28,7	27,45	28,14	28,52	28,7	V	1,25	0,56	0,18	0
B29C0253_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269169	485982	27,82	28,54	27,31	28,04	28,48	28,68	V	1,23	0,5	0,06	-0,14
B29C0252_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269178	485934	27,77	28,42	27,39	28,1	28,49	28,68	III	1,03	0,32	-0,07	-0,26
B29C0251_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269250	485933	27,83	28,51	27,37	28,08	28,49	28,7	III	1,14	0,43	0,02	-0,19
B29C0250_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269202	485928	27,79	28,48	27,33	28,06	28,44	28,66	III	1,15	0,42	0,04	-0,18
B29C0249_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269072	485865	27,8	28,42	27,23	27,97	28,39	28,57	III	1,19	0,45	0,03	-0,15
B29C0247_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269349	485858	28,09	28,76	27,48	28,15	28,53	28,71	V	1,28	0,61	0,23	0,05
B29C0245_3 (2) niet lineair_sim (1)_3	269350	485887	28,11	28,79	27,46	28,17	28,59	28,75	V	1,33	0,62	0,2	0,04
B29C0244_1 (2) niet lineair_sim (1)_1	269339	485962	28,31	29	27,44	28,14	28,55	28,74	V	1,56	0,86	0,45	0,26
B29C0243_2 (2) niet lineair_sim (1)_2	269411	486022	28,13	28,81	27,41	28,15	28,62	28,78	V	1,4	0,66	0,19	0,03
B29C0242_1 (2) niet lineair_sim (1)_1	269396	486087	28,11	28,83	27,34	28,1	28,55	28,74	V	1,49	0,73	0,28	0,09
B29C0241_1_sim (1)_1	269447	486103	28,59	30,15	27,92	28,39	28,56	28,83	VII	2,23	1,76	1,59	1,32
B29C0215_1_sim (1)_1	267000	486720	24,53	27,11	25,5	25,88	26	26,24	VII	1,61	1,23	1,11	0,87
B29C0212_1_sim (1)_1	268190	487310	24,54	26,88	25,44	25,81	25,91	26,14	VI	1,44	1,07	0,97	0,74
B29C0185_1 (2)_sim (1)_1	268500	485930	26,09	28,76	26,86	27,41	27,67	27,94	VII	1,9	1,35	1,09	0,82
B29C0136_1_sim (1)_1	268685	485639	21,19	29,19	27,2	27,76	28,09	28,33	VII	1,99	1,43	1,1	0,86
B29A0753_2_sim (1)_2	268338	487832	21,96	26,05	25,39	25,83	26	26,22	II	0,66	0,22	0,05	-0,17
B29A0752_2_sim (1)_2	268308	488123	21,6	25,81	25,13	25,47	25,62	25,77	II	0,68	0,34	0,19	0,04
B29A0219_1_sim (1)_1	268369	487879	25,56	27,1	25,31	25,81	26,01	26,3	VI	1,79	1,29	1,09	0,8
B29A0218_2_sim (1)_2	268915	487995	-2	27	25,49	25,97	26,16	26,4	VI	1,51	1,03	0,84	0,6
B29A0217_2_sim (1)_2	268850	488225	-8,6	27,4	25,19	25,73	25,96	26,21	VII	2,21	1,67	1,44	1,19
B29A0216_2_sim (1)_2	268410	487970	2,41	27,27	25,14	25,57	25,75	25,96	VII	2,13	1,7	1,52	1,31
B29A0215_3_sim (1)_3	268173	487688	24,82	25,91	25,24	25,64	25,77	26,02	II	0,67	0,27	0,14	-0,11
B29A0214_2_sim (1)_2	268126	487774	25,87	26,23	25,01	25,39	25,51	25,75	VI	1,22	0,84	0,72	0,48
B29A0213_3_sim (1)_3	267918	488183	24,01	25,53	24,32	24,63	24,68	24,93	VI	1,21	0,9	0,85	0,6
B29A0212_2_sim (1)_2	268004	488010	25,55	25,9	24,69	25,13	25,28	25,52	V	1,21	0,77	0,62	0,38
B29A0211_2_sim (1)_2	268081	487858	25,58	25,95	24,93	25,31	25,44	25,65	III	1,02	0,64	0,51	0,3
B29A0210_2_sim (1)_2	268037	487867	25,5	25,84	24,82	25,22	25,36	25,59	III	1,02	0,62	0,48	0,25
B29A0209_3_sim (1)_3	268067	487889	24,57	26,11	24,93	25,35	25,45	25,72	III	1,18	0,76	0,66	0,39
B29A0208_2_sim (1)_2	268098	487911	25	25,4	24,82	25,25	25,39	25,51	II	0,58	0,15	0,01	-0,11
B29A0207_2_sim (1)_2	267919	488068	25,06	25,46	24,46	24,87	24,98	25,25	III	1	0,59	0,48	0,21
B29A0206_2_sim (1)_2	267964	488090	25,21	25,57	24,5	24,89	24,99	25,26	III	1,07	0,68	0,58	0,31
B29A0205_2_sim (1)_2	267999	488107	25,15	25,67	24,4	24,82	24,95	25,09	VI	1,27	0,85	0,72	0,58
B29A0204_4_sim (1)_4	268366	487806	25,04	25,88	25,27	25,67	25,82	25,92	II	0,61	0,21	0,06	-0,04
B29A0203_1_sim (1)_1	268797	488110	25,79	26,13	25,52	26	26,3	26,42	II	0,61	0,13	-0,17	-0,29
B29A0199_3_sim (1)_3	268308	488120	24,94	25,69	24,98	25,4	25,57	25,68	II	0,71	0,29	0,12	0,01
B29A0198_3_sim (1)_3	268319	487981	25,03	25,75	25,07	25,45	25,58	25,7	II	0,68	0,3	0,17	0,05
B29A0197_2_sim (1)_2	268310	487978	24,94	25,7	25,04	25,4	25,54	25,63	II	0,66	0,3	0,16	0,07
B29A0194_3_sim (1)_3	268018	488122	24,02	24,71	24,42	24,81	24,93	25,12	I	0,29	-0,1	-0,22	-0,41
B29A0193_3_sim (1)_3	268089	488080	24,54	25,23	24,6	25,04	25,2	25,31	II	0,63	0,19	0,03	-0,08
B29A0192_3_sim (1)_3	268089	488093	24,22	25,16	24,59	25,03	25,19	25,3	II	0,57	0,13	-0,03	-0,14
B29A0191_3_sim (1)_3	268117	488097	24,48	25,17	24,63	25,06	25,2	25,31	II	0,54	0,11	-0,03	-0,14
B29A0158_1_sim (1)_1	269750	488200	26,95	28,92	26,01	26,68	27,1	27,39	VIII	2,91	2,24	1,82	1,53
B29A0082_1_sim (1)_1	268319	489096	22	26	24,44	24,8	24,96	25,16	VII	1,56	1,2	1,04	0,84
B29A0072_1_sim (1)_1	268129	488208	22,94	25,99	24,62	24,98	25,12	25,28	VI	1,37	1,01	0,87	0,71

Bijlage 5

Maatregeltabel

Inrichtingsmaatregelen Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld

Nr. Maatregel Gebiedsanalyse	Maatregel Gebiedsanalyse 2017	Voorstel: maatregel Gebiedsanalyse 2018		Maatregel IP	Knelpunt	Waarom	Deelgebied	Opmerking
Zone 1								
M1b	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains) en inrichten nieuwe natuur; percelen binnen Natura 2000 gebied	geen aanpassing	M1b, M14a	Dempen sloten zuiden van Punthuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Percelen maken direct onderdeel uit van het grondwatersysteem dat van belang is voor Punthuizen. De ontwateringssloten zorgen ervoor dat de opbolling in dekzandruggen verminderd.	Punthuizen	M14a is al deels uitgevoerd. M3a ten zuiden van Punthuizen is al uitgevoerd
M14a	Dempen sloot op grens Nederland-Duitsland ten zuidoosten van Punthuizen (herstel waterhuishouding)	geen aanpassing						
M16	Stoppen bemesting in percelen binnen N2000 gebied en stoppen bemesting van percelen in lokaal intrekgebied van Natura 2000 gebied (Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen)	geen aanpassing	M16	Stoppen bemesting ten zuiden van Punthuizen	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen Percelen maken direct onderdeel uit van het grondwatersysteem dat van belang is voor Punthuizen. De percelen fungeren als infiltratiegebied en de laagtes in het perceel vormen de oorsprong van de laagtes in punthuizen waar zich de grondwaterafhankelijke habitattypen bevinden. De bemesting zorgt voor uitspoeling van meststoffen via grondwater en oppervlakkige afstroming.	Punthuizen	
			M1b	Herstellen historische laagten ten zuiden van Punthuizen	Bemesting door agrarisch gebruik, hoge voedselrijkdom in de bodem	Natuurherstel in voormalig landbouwpercelen De laagtes in perceel vormen de oorsprong van de laagtes in Punthuizen.	Punthuizen	herstellen van de laagte is onderdeel van inrichten nieuwe natuur en herstellen van de slenk in Punthuizen
Zone 10								
M30	Lokaal ophogen maaiveld, verondiepen lokale ontwatering, verleggen detailontwatering op Puntbeek en leggerwaterloop 32010002	Verwijderen en verondiepen ontwatering (dempen en verondiepen sloten, verwijderen buisdrains) en eventueel vergoeding natschade of uitvoeren mitigerende maatregelen ivm vernatting door verwijderen/verondiepen ontwatering; nog uit te werken in samenspraak met de eigenaar	M30	Dempen sloten westen van Punthuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Maatregelen dragen bij aan opbolling van grondwater in de dekzandruggen aan de westzijde van Punthuizen. Dit is nodig voor kwaliteitsverbetering van natte heide, blauwgrasland en zwakgebufferd ven in Punthuizen.	Punthuizen	Perceelsloten buiten N2000 staan niet in de gebiedsanalyse. Dit is het laagste punt in het gebied en daarom in de toekomstige situatie hebben deze sloten effect op de habitattypen in Punthuizen en moeten die verwijderd worden. Voorstel om op deze percelen M30 uit te voeren
M1a	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains); percelen binnen Natura 2000 gebied		M1a	Dempen sloten westen van Punthuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Maatregelen dragen bij aan opbolling van grondwater in de dekzandruggen aan de westzijde van Punthuizen. Dit is nodig voor kwaliteitsverbetering van natte heide, blauwgrasland en zwakgebufferd ven in Punthuizen.	Punthuizen	Perceelsloten op deze percelen staan niet in gebiedsanalyse. Een perceel betreft bestaande natuur binnen de Natura 2000 begrenzing in particuliere bezit. De ontwatering op dit perceel heeft effect op de grondwaterafhankelijke habitattypen in Punthuizen. Voorstel om op deze percelen M1a uit te voeren

M3a	Dempen leggerwaterloop aan de noord-, west-, en zuidzijde van Punthuizen	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3a	Hydrologisch isoleren leggerwatergang langs de Punthuizerweg	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Maatregelen dragen bij aan opbolling van grondwater in de dekzandruggen aan de westzijde van Punthuizen. Dit is nodig voor kwaliteitsverbetering van natte heide, blauwgrasland en zwakgebufferd ven in Punthuizen.	Punthuizen	
			M3a	Verondiepen bermsloot westzijde Punthuizerweg tot 30 cm - mv	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Maatregelen dragen bij aan opbolling van grondwater in de dekzandruggen aan de westzijde van Punthuizen. Dit is nodig voor kwaliteitsverbetering van natte heide, blauwgrasland en zwakgebufferd ven in Punthuizen.	Punthuizen	bermsloot westzijde Punthuizerweg staan niet in de gebiedsanalyse 2017. De sloten liggen dermate dichtbij Punthuizen dat ze effect hebben op de habitattypen in Punthuizen Voorstel om dit onderdeel te laten zijn van maatregel M3a
			M3a	Dempen bermsloot ten zuiden Holtweg	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld	Maatregelen kunnen ook gezien worden als onderdeel van maatregel M1b. Vanwege de aandacht voor drooglegging van de weg wordt voorgesteld de bermsloten apart te benoemen in maatregel M3a.
Zone 20								
M1b	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains) en inrichten nieuwe natuur; betreft percelen binnen Natura 2000 aan de noordzijde (deels ook nodig voor Beuniner Achterveld) en kleine enclaves in Punthuizen	Verwijderen en verondiepen ontwatering (dempen en verondiepen sloten, verwijderen buisdrains) en inrichten nieuwe natuur; betreft percelen binnen Natura 2000 aan de noordzijde (deels ook nodig voor Beuniner Achterveld) en kleine enclaves in Punthuizen	M1b	Dempen sloten ten Noordwesten van Punthuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Dempen van sloten om opbolling in westelijke dekzandrug van Punthuizen te verbeteren	Punthuizen	Ook ontwatering op perceel met bestaande natuur verwijderen
			M1b	Verondiepen sloten 30 cm-mv ten Noordwesten van Punthuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Verondiepen van sloten om opbolling in westelijke dekzandrug van Punthuizen te verbeteren	Punthuizen	gedeelte van de ontwatering verondiepen in plaats van dempen om knelpunten voor afwatering van het erf te voorkomen
M16	Stoppen bemesting in percelen binnen N2000 gebied en stoppen bemesting van percelen in lokaal intrekgebied van Natura 2000 gebied (Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen)		M16	Stoppen bemesting ten noordwesten van Punthuizen	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen. Percelen maken direct onderdeel uit van het grondwatersysteem dat van belang is voor Punthuizen. De percelen fungeren als infiltratiegebied. De bemesting zorgt voor uitspoeling van meststoffen via grondwater en oppervlakkige afstroming.	Punthuizen	
Zone 40								
M1b	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains) en inrichten nieuwe natuur; betreft percelen binnen Natura 2000 aan de noordzijde (deels ook nodig voor Beuniner Achterveld) en kleine enclaves in Punthuizen		M1b, M3a	Dempen sloten	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Maatregelen dragen bij aan opbolling van het grondwater in de dekzandruggen van Punthuizen en de Beuninger Achterheide.	Punthuizen, Beuninger Achterveld	

M3a	Dempen leggerwaterloop aan de noord-, west-, en zuidzijde van Punthuizen	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)						
M16	Stoppen bemesting in percelen binnen N2000 gebied en stoppen bemesting van percelen in lokaal intrekgebied van Natura 2000 gebied (Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen)		M16	Stoppen bemesting	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen. Bemesting wordt gestopt omdat het perceel direct grenst aan het N2000 gebied en onderdeel uitmaakt van het lokale systeem met korte reistijd (minder dan 1 jaar) dat de grondwaterafhankelijke habitattypen van voedselarme milieus voedt. Door de nieuwe inrichting is er een direct instroom van oppervlaktewater in Beuninger Achterheide.	Beuninger Achterveld	
M23	Uitgraven oorspronkelijke laagten; rekening met drainerende werking van afgraven en voldoende hoog blijven van dekzandkoppen, zodat ze voldoende berging behouden voor opbolling van grondwater		M23	Herstellen historisch relief	Bemesting door agrarisch reliëf, hoge voedselrijkdom in de bodem	Natuurherstel in voormalig landbouwpercelen. Potentie habitattypen Blauwgrasland	Punthuizen, Beuninger Achterveld	
Zone 50								
M1b	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains) en inrichten nieuwe natuur; betreft percelen binnen Natura 2000 aan de noordzijde (deels ook nodig voor Beuniner Achterveld) en kleine enclaves in Punthuizen		M1b	Dempen sloten	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Maatregelen dragen bij aan opbolling van het grondwater in de dekzandruggen van Punthuizen en de Beuninger Achterheide en vermindering ontwatering van de oostelijke laagte in Punthuizen waar zich grondwaterafhankelijke habitattypen bevinden, o.a. vochtige heide	Punthuizen, Beuninger Achterveld	
M16	Stoppen bemesting in percelen binnen N2000 gebied en stoppen bemesting van percelen in lokaal intrekgebied van Natura 2000 gebied (Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen)		M16	Stoppen bemesting	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen. Bemesting wordt gestopt omdat het perceel direct grenst aan het N2000 gebied en onderdeel uitmaakt van het lokale systeem met korte reistijd (minder dan 1 jaar) dat de grondwaterafhankelijke habitattypen van voedselarme milieus voedt. Door de nieuwe inrichting is er een direct instroom van oppervlaktewater in Beuninger Achterheide.	Beuninger Achterveld	
M23	Uitgraven oorspronkelijke laagten; rekening met drainerende werking van afgraven en voldoende hoog blijven van dekzandkoppen, zodat ze voldoende berging behouden voor opbolling van grondwater		M23	Herstellen historisch reliëf	Bemesting door agrarisch reliëf, hoge voedselrijkdom in de bodem	Natuurherstel in voormalig landbouwpercelen	Punthuizen, Beuninger Achterveld	
Zone 60								
M30	Lokaal ophogen maaiveld, verondiepen lokale ontwatering, verleggen detailontwatering op Puntbeek en leggerwaterloop 32010002	Verwijderen en verondiepen ontwatering (dempen en verondiepen sloten, verwijderen buisdrains) en eventueel vergoeding natschade of uitvoeren mitigerende maatregelen ivm vernatting door verwijderen/verondiepen ontwatering; nog uit te werken in samenspraak met de eigenaar	M30	Dempen sloten en verwijderen drainage ten westen van Beuninger Achterveld	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	Lokaal ophogen van maaiveld is niet als onderdeel van dit inrichtingsplan meegenomen. Wel is de schade en mogelijke mitigerende maatregelen in kaart gebracht. Met de de afdeling grondzaken van de provincie Overijssel wordt het wel of niet uitvoeren van deze mitigerende maatregelen afgestemd

M3a	Dempen leggerwaterloop aan de noord-, west-, en zuidzijde van Beuninger Achterveld	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3a, M28	Hydrologisch isoleren leggerwatergang langs Punthuizerweg vanaf westzijde Punthuizen (ter hoogte van Punthuizerweg 5)	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	Vanwege knelpunten vanuit de toetsing aan de provinciale wateroverlast normen (NBW-toets) en knelpunten voor de erfafwatering is voorgesteld de maatregel aan te passen tot hydrologisch isoleren van de leggerwatergang aan de punthuizerweg
M28	Verondiepen leggerwatergang	verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen	M3a	Dempen leggerwatergang ten zuidwesten van Beuninger Achterveld, langs de Strengeveldweg	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld	De verduikerde leggerwatergang ten zuiden van Beuninger Achterveld komt uit op deze watergang. Tijdens uitvoering van de maatregelen moet hier rekening mee gehouden worden. Het dempen van de legger zonder aanpassen van de verduikerde legger, kan voor problemen zorgen op de erven tussen Beuninger Achterveld en Punthuizen
			M3a	Verontdiepen leggerwatergang ten westen van Beuninger Achterveld (oplopend van 30 cm- mv naar 50 cm - mv)	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	Verondiepen om afwatering vanuit natuurgebied, erven en infrastructuur te behouden
			M30	Verondiepen van kavelsloten 30 cm - mv ten westen van Beuninger Achterveld	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
			M3a	Verontdiepen bermsloot ten noorden Holtweg 30 cm - mv	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld	Maatregelen kunnen ook gezien worden als onderdeel van maatregel M30. Vanwege de aandacht voor drooglegging van de weg wordt voorgesteld de bermsloten apart te benoemen in maatregel M3a.
Zone 70								
M27	Verwijderen detailontwatering, stoppen agrarisch gebruik vanwege sterk vernatting, evt. inrichten; dezeliggen aan de noordzijde, afwatering van dit perceel is niet meer mogelijk door dempen leggerwaterloop aan de oostzijde van Stroothuizen		M27	Dempen sloten en verwijderen drainage in strengeveld	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
M3a	Dempen leggerwaterloop aan de noord-, west-, en zuidzijde van Beuninger Achterveld	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3a	Dempen leggerwatergang in Strengeveld	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
			M27	Stoppen bemesting in strengeveld	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen Bemesting wordt gestopt omdat gronden fungeren als intrekgebied voor Stroothuizen.	Stroothuizen	
			M27	Herstellen historisch reliëf in Strengeveld	Bemesting door agrarisch reliëf, hoge voedselrijkdom in de bodem	Natuurherstel in voormalig landbouwpercelen		
Zone 80								
M3b	Optie 1: Verwijderen detailontwatering, ophogen bodem, voorzetting agrarisch gebruik	Verminderen ontwatering (verondiepen sloten, verondiepen buisdrains)	M3c	Dempen kavelsloot noordoostzijde perceel en verwijderen drainage oostzijde perceel	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	

M3c	Optie 2: Verwijderen detailontwatering, stoppen bemesting, beïndigen agrarisch gebruik	Verwijderen ontwatering (verwijderen sloten, verwijderen buisdrains), stoppen bemesting	M3a	Verondiepen bermsloten 30 cm - mv ooszijde en zuidwestzijde perceel	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	Deze sloten waren onderdeel van de maatregelen M3b/M3c. Het voorstel is om bermsloten aan verharde wegen onder te brengen in M3a vanwege de aandacht voor drooglegging van de wegen. Verondiepen om afwatering vanuit infrastructuur te behouden
M3a	Dempen leggerwaterloop aan de zuid-, oost-, zuidoost en noordwestzijde van Stroothuizen	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3b	Verontdiepen drainage westzijde perceel 60 cm - mv	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	Uitkomst van onderzoeksopgave M11 (nutrientenonderzoek voor bepalen intrekgebieden). Oostelijk deel is geen intrekgebied dus stoppen bemesting niet nodig.
			M3a	Verondiepen bermsloot punthuizerweg 60 cm-mv				Deze sloot was onderdeel van M3b/M3c. Het voorstel is om bermsloten onder te brengen in M3a vanwege de aandacht voor drooglegging van de wegen
			M3a	Verontdiepen/verleggen leggerwatergang 60 cm - mv	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	Verondiepen om afwatering vanuit erf te behouden
			M3c	Stoppen bemesting	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen Bemesting op het oostelijk deel van de huiskavel wordt gestopt omdat gronden fungeren als intrekgebied voor Stroothuizen.	Stroothuizen	Uitkomst van onderzoeksopgave M11 (nutrientenonderzoek voor bepalen intrekgebieden)
Zone 90								
M3b	Optie 1: Verwijderen detailontwatering, ophogen bodem, voorzetting agrarisch gebruik		M3c	Dempen sloten en verwijderen drainage ten zuiden van Stroothuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
M3c	Optie 2: Verwijderen detailontwatering, stoppen bemesting, beindigen agrarisch gebruik	Verwijderen ontwatering (verwijderen sloten, verwijderen buisdrains), stoppen bemesting	M3a	Verontdiepen bermsloot langs Punthuizerweg 60 cm mv	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	Verondiepen om afwatering vanuit erven te behouden
M3a	Dempen leggerwaterloop aan de zuid-, oost-, zuidoost en noordwestzijde van Stroothuizen	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3a	dempen leggerwatergang	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
			M3c	Stoppen bemesting ten zuiden van Stroothuizen	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen	Stroothuizen	Uitkomst van onderzoeksopgave M11 (nutrientenonderzoek voor bepalen intrekgebieden)
Zone 100								
M27	Verwijderen detailontwatering, stoppen agrarisch gebruik vanwege sterk vernatting, evt. inrichten; dezeliggen aan de noordzijde, afwatering van dit perceel is niet meer mogelijk door dempen leggerwaterloop aan de oostzijde van Stroothuizen		M27	Dempen sloten ten noorden van Strengeveld	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
M3a	Dempen leggerwaterloop aan de zuid-, oost-, zuidoost en noordwestzijde van Stroothuizen	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3a	Dempen leggerwatergang te noorden van Strengeveld	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	

			M27	Stoppen bemesting ten oosten van Stroothuizen	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen	Stroothuizen	
			M27	Herstellen historisch reliëf ten noorden van Strengeveld	Bemesting door agrarisch reliëf, hoge voedselrijkdom in de bodem	Natuurherstel in voormalig landbouwpercelen		
Zone 110								
M27	Verwijderen detailontwatering, stoppen agrarisch gebruik vanwege sterk vernatting, evt. inrichten; dezeliggen aan de noordzijde, afwatering van dit perceel is niet meer mogelijk door dempen leggerwaterloop aan de oostzijde van Stroothuizen		M27	Dempen sloten en verwijderen dainage ten oosten van Stroohuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
M3a	Dempen leggerwaterloop aan de zuid-, oost-, zuidoost en noordwestzijde van Stroothuizen	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3a	Dempen leggerwatergang ten oosten van Stroothuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
				eventueel aanleggen nieuwe sloot ten oosten van Stroothuizen				staat niet in gebiedsanalyse. Wordt aangelegd op de grens natuurinrichting en landbouwkundig gebruik tbv van afwatering van het perceel en duidelijke begrenzing tussen landbouw en natuur
			M27	Herstellen historisch reliëf ten oosten van Stroothuizen	Bemesting door agrarisch reliëf, hoge voedselrijkdom in de bodem	Natuurherstel in voormalig landbouwpercelen		
			M27	Stoppen bemesting ten oosten van Stroothuizen	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen. Bemesting wordt gestopt omdat de perceelsdelen (nagenoeg) direct grenzen aan het N2000 gebied en onderdeel uitmaken van het lokale systeem met korte reistijd (minder dan 1 jaar) dat de grondwaterafhankelijke habitattypen van voedselarme milieus voedt.	Stroothuizen	bemesting wordt niet op hele perceel gestopt. De rand van het perceel blijft in agrarisch gebruik
M28	Verondiepen leggerwaterloop noordoostzijde van Stroothuizen							Wordt niet uitgevoerd. Zie ecologische onderbouwing (Van Dongen et al, 2017, bijlage 5 van het inrichtingsplan)
Zone 120								
M1a	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains); percelen binnen Natura 2000 gebied		M1a, M3a, M27, M26	Dempen sloten en verwijderen drainage ten noorden van Stroothuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	gronden met bestaande natuur zijn niet meegenomen in de gebiedsanalyse.
M3a	Dempen leggerwaterloop aan de zuid-, oost-, zuidoost en noordwestzijde van Stroothuizen	Verminderen ontwatering van leggerwaterlopen en bermsloten (dempen, verondiepen of hydrologisch isoleren van leggerwaterlopen en bermsloten)	M3a	Verontdiepen bermsloten te noorden van Stroothuizen 30 cm - mv	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	staat niet in gebiedsanalyse

M16	Stoppen bemesting in percelen binnen N2000 gebied en stoppen bemesting van percelen in lokaal intrekgebied van Natura 2000 gebied (Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen)		M26, M23	Herstellen historisch reliëf ten noorden van Stroothuizen	Bemesting door agrarisch reliëf, hoge voedselrijkdom in de bodem	Natuurherstel in voormalig landbouwpercelen Potentie habitattypen Blauwgrasland		M16 wordt uitgevoerd bijpassend bij de gekozen natuurinrichting. Niet noodzakelijk voor bestaande natuur
M23	Uitgraven oorspronkelijke laagten; rekening met drainerende werking van afgraven en voldoende hoog blijven van dekzandkoppen, zodat ze voldoende berging behouden voor opbolling van grondwater							
M26/M27	verwijderen detailontwatering, stoppen agrarisch gebruik vanwege sterke vernatting, evt. inrichten; deze percelen liggen aan de oost- zuidoost- en noordwestzijde van Stroothuizen							
Zone 130								
M1a	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains); percelen binnen Natura 2000 gebied		M1a, M1b	Dempen sloten ten zuiden van Stroothuizen	Verlaging waterstand en vermindering kwel door ontwatering door waterlopen en drainage	Vermindering ontwatering, verbeteren basenverzadiging, opbolling in dekzandruggen, verhogen grondwaterstanden, versterken kwelfluxen, langere inundatieduur. Het gebied maakt direct onderdeel uit van het lokale grondwatersysteem van Stroothuizen. Het dempen van de sloten zorgt voor grote opbolling in de dekzandruggen en versterkt daarmee de toestroom van lokaal grondwater naar de laagte en flanken in Stroothuizen.	Punthuizen, Beuninger Achterveld, Stroothuizen	
M1b	Verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buisdrains) en inrichten nieuwe natuur; percelen binnen Natura 2000 gebied		M16	Stoppen bemesting te zuiden van Stroothuizen	Vermesting grondwater door bemesting in intrekgebieden	Verbeteren grondwaterkwaliteit, stoppen vermesting van kwelafhankelijke en eutrofiëringsgevoelige habitattypen. Bemesting wordt gestopt omdat de percelen direct grenzen aan het N2000-gebied en onderdeel uitmaken van het lokale systeem met korte reistijd (minder dan 1 jaar) dat de grondwaterafhankelijke habitattypen van voedselarme milieus voedt.	Stroothuizen	staat niet in gebiedsanalyse. Uitkomst van onderzoeksopgave M11 (nutrientenonderzoek voor bepalen intrekgebieden)
M16	Stoppen bemesting in percelen binnen N2000 gebied en stoppen bemesting van percelen in lokaal intrekgebied van Natura 2000 gebied (Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen)							

Interne maatregelen

Nr. Maatregel Gebiedsanalyse	Maatregel Gebiedsanalyse	Voorstel: maatregel Gebiedsanalyse 2018	Maatregel IP	Knelpunt	Ten behoeve van	Deelgebied	Opmerking
M19	Periodiek plaggen (H4010 18,5 ha. 1x/20 jaar of langer; H7150 1,08 ha. 1x/5 jaar of langer; H6230 0,45 ha.)		Periodiek plaggen in de H7150, H6230 en H4010A gekarteerde plaatsen. Ook zoekgebieden en combinatietypen komen in aanmerking. De te plaggen oppervlakte is circa 10 ha.	Vergrassing, overschrijding KDW, afname oppervlakte van habitattype	Herstel en instandhouding van pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150), heischrale graslanden (H6230)en vochtige heiden (H4010A).	Punthuizen, Stroothuizen, Beuninger Achterveld	Voordat er binnen de deelgebieden geplagd en of gechopperd kan worden moet eerst de hydrologie op orde zijn. Vlak voordat het grondwaterpeil omhoog wordt gebracht dienen de plagwerkzaamheden uitgevoerd te worden
M20	Plaggen (evt. bekalken en chopperen) 1x/20 jaar of langer) H4030 47,1 ha.; H6230 0,45 ha.		Bestaande pijpestrohorsten in Beuninger Achterveld chopperen (circa 7 ha.)	Overschrijding KDW, afname oppervlakte van habitattype	Herstel en instandhouding van heischrale graslanden (H6230) en droge heiden (H4030)	Punthuizen, Stroothuizen, Beuninger Achterveld	Voordat er binnen de deelgebieden geplagd en of gechopperd kan worden moet eerst de hydrologie op orde zijn. Vlak voordat het grondwaterpeil omhoog wordt gebracht dienen de plagwerkzaamheden uitgevoerd te worden

M21	Periodiek verwijderen van opslag van bomen en struiken. H4010a 18,3 ha.; H4030 47,1 ha.		Verwijderen ongewenste vegetatie (grove den en berk), circa 36 ha.. Opslag met een stamdikte < 3 cm: uittrekken en laten liggen. Opslag met een stamdikte > 3 cm: afzagen en afvoeren. Nabeweiding na verwijderen opslag is gewenst op opnieuw opkomen van opslag te remmen.	Verruiging, struweelvorming door ontwatering en te weinig/ ongeschikt beheer. Overschrijding KDW	Herstel en instandhouding van vochtige heiden (H4010A) en droge heiden (H4030). Door opslag te verwijderen wordt de kwaliteit van de heideterreinen verhoogd en ontstaat er een open landschap.	Punthuizen, Stroothuizen, Beuninger Achterveld	Het verwijderen van opslag hoeft niet in relatie met de externe maatregelen te gebeuren. Het is niet afhankelijk van hydrologisch herstel in het plangebied. Het is noodzakelijk de berken over een groot stuk tegelijk te verwijderen om hergroei via zaailingen te voorkomen. Kappen en/of zagen moet liefst gebeuren in het groeiseizoen wanneer er zoveel mogelijk voedingstoffen in het blad zitten. Het groeiseizoen valt samen met het broedseizoen. Daarom wordne opslag verwijderd in de periode vavn 1 - 15
M22	Eenmalig kleinschalig plaggen. H6410 5,1 ha.	Voorstel om maatregel te verplaatsen naar 2e beheerplanperiode, omdat eerst hydrologisch situatie binnen Stroothuizen hersteld moet zijn	Eenmalig plaggen van lage deel van de slenk in Stroothuizen			Stroothuizen	Wordt pas in de tweede PAS-periode uitgevoerd omdat eerst de hydrologische situatie (basenverzadiging) binnen Stroothuizen hersteld moet zijn. Middels het PAS-procesindicatoren monitoringsplan wordt dit in beeld gebracht
M29	Dempen greppel in Beuninger Achterheide	Dempen van greppels en zandafgravingen in Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen	Dempen van greppels in Stroothuizen (0,45 km),Beuninger Achterveld (3,25 km) en Punthuizen (1,31 km)	Verlaging waterstand, verstoren lokale hydrologie, vermindering kwel en overschrijding KDW	Herstel en instandhouding van vochtige heiden (H4010A), Blauwgraslanden (H6410) en zwakgebufferde vennen (H3130)	Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen	De lengte van de te dempen greppels zijn groter dan in de PAS-gebiedsanalyse is opgenomen. De greppels in Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen zijn geinventariseerd en op kaart gezet. Ook in Stroothuizen en Punthuizen dienen greppels en evt. zandafgravingen (van circa 3 m diep) gedempt te worden om het gebied te vernatten

		Dempen van bomkraters en zandafgravingen	Dempen van bomkraters en zandafgravingen in Beuninger Achterveld en Punthuizen	Verstoring lokale hydrologie. Verdroging vochtige heiden	Herstel en instandhouding van vochtige heiden (H4010A	Beuninger Achterveld, Punthuizen	De gaten moeten worden gedempt met, waar mogelijk, gebiedseigen materiaal (bv plagsel). In twee kraters is in het verleden afval van onbekende oorsprong gedumpt. Voordat de gaten gedicht kunnen worden, is het van belang om dit te verwijderen. I.v.m. mogelijke explosieven wordt voor verwijdering van grond een beveiligde kraan ingezet

Bijlage 6

Doelgattabel huidige situatie en alle berekende scenario's

Punthuizen-Stroothuizen

				Hydrologische randvoorwaarden			Huidig		KT kennisteam		KT PAS		KT + Puntbeek		KT + Duitsland		KT + Pbeek + Dld	
Peilbuis	Deelgebied	Habitattype		GLG	GVG_bov	GVG_ond	GLG	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG	GLG	GVG
B29C0258	Punthuizen	H6410	Blauwgraslanden		0,1	0,3		0,15		0,12		0,12		0,09		0,09		0,06
B29C0256	Punthuizen	H4010A	Vochtige heide		0,08	0,35		-0,22		-0,26		-0,26		-0,30		-0,28		-0,33
B29C0252	Punthuizen	H6410	Blauwgraslanden	0,9	0,05	0,22	0,2	-0,19	0,14	-0,23	0,14	-0,23	0,08	-0,26	0,05	-0,25	-0,03	-0,30
B29C0251	Punthuizen	H6410	Blauwgraslanden	1	0,02	0,15	0,24	-0,04	0,18	-0,07	0,18	-0,08	0,13	-0,10	0,08	-0,10	0,01	-0,13
B29C0250	Punthuizen	H6410	Blauwgraslanden	1	0,02	0,15	0,25	-0,02	0,19	-0,06	0,19	-0,06	0,14	-0,09	0,09	-0,08	0,02	-0,12
B29C0249	Punthuizen	H6410	Blauwgraslanden	0,8	-0,35	-0,1	0,51	0,2	0,45	0,16	0,45	0,15	0,37	0,11	0,37	0,13	0,27	0,08
B29C0245	Punthuizen	H6410	Blauwgraslanden	1	0,02	0,15	0,42	0,13	0,37	0,10	0,37	0,10	0,33	0,07	0,26	0,06	0,20	0,03
B29C0243	Punthuizen	H4010A	Vochtige heide		-0,02	0,25		0,07		0,02		0,02		-0,01		-0,03		-0,07
B29C0242	Punthuizen	H4010A	Vochtige heide		0,08	0,35		0,04		-0,02		-0,02		-0,04		-0,06		-0,09
B29A0752	Stroothuizen	H4010A	Vochtige heide		-0,02	0,25		-0,02		-0,13		-0,14		-0,14		-0,14		-0,14
B29A0208	Stroothuizen	H3130	Zwakgebufferde ven	0,7	-0,35	-0,1	-0,07	0,12	-0,17	0,07	-0,18	0,07	-0,17	0,03	-0,17	0,03	-0,17	0,03
B29A0204	Stroothuizen	H4010A	Vochtige heide		0,08	0,35		-0,3		-0,34		-0,34		-0,39		-0,39		-0,39
B29A0199	Stroothuizen	H4010A	Vochtige heide		-0,02	0,25		-0,12		-0,23		-0,24		-0,24		-0,24		-0,24
B29A0198	Stroothuizen	H4010A	Vochtige heide		-0,02	0,25		-0,06		-0,14		-0,14		-0,17		-0,17		-0,17
B29A0197	Stroothuizen	H4010A	Vochtige heide		-0,02	0,25		-0,08		-0,16		-0,16		-0,19		-0,19		-0,19
B29A0194	Stroothuizen	H6410	Blauwgraslanden	0,7	0,02	0,15	-0,4	-0,36	-0,53	-0,39	-0,54	-0,40	-0,53	-0,45	-0,53	-0,45	-0,53	-0,45
B29A0193	Stroothuizen	H6410	Blauwgraslanden	0,7	0,02	0,15	-0,03	-0,11	-0,15	-0,15	-0,16	-0,15	-0,15	-0,20	-0,15	-0,20	-0,15	-0,20
B29A0191	Stroothuizen	H6410	Blauwgraslanden	0,7	-0,35	-0,1	-0,17	0,07	-0,29	0,03	-0,30	0,03	-0,29	-0,02	-0,29	-0,02	-0,29	-0,02

Legenda

- Grondwaterstand te laag
- Grondwaterstand nagenoeg op ondergrens optimale bereik
- Grondwaterstand binnen randvoorwaarden
- Geen randvoorwaarden

Habitattypen

H6410	Blauwgraslanden
H4010A	Vochtige heiden
H3130	Zwakgebufferde vennen

Bijlage 7

Voorbeelden uitwerking intrekgebieden kwelafhankelijke habitattypen

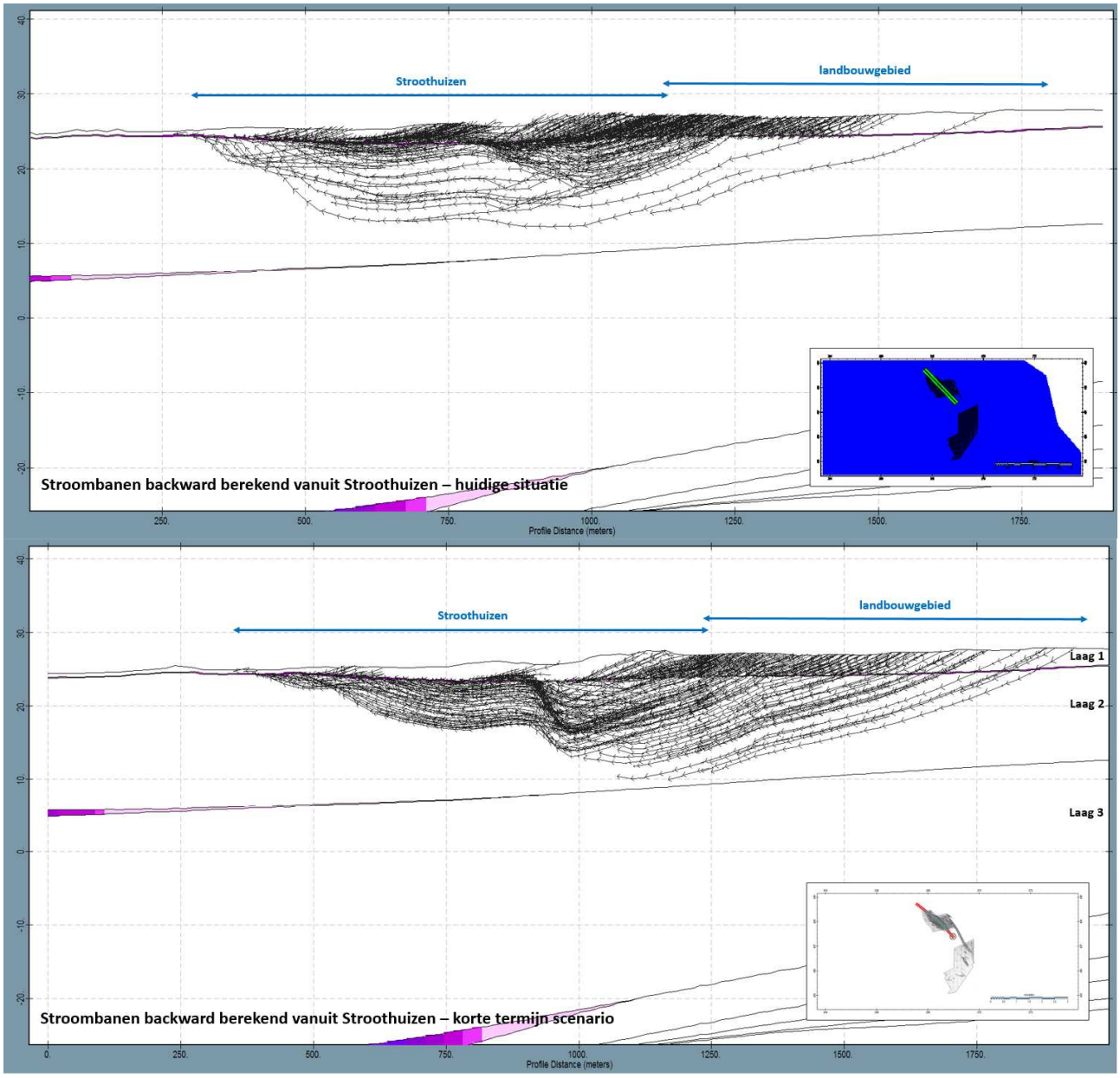
De intrekgebieden van grondwaterafhankelijke habitattypen zijn uitgewerkt op basis van stroombaanberekeningen en isohypsenpatronen die zijn berekend met het grondwatermodel (Bor, 2017). De stroombaanberekeningen geven inzicht in de regionale grondwaterstroming. De stroombanen geven laten zien wat de herkomst van het grondwater is (ligging intrekgebieden) dat als kwel uittreedt in de lager gelegen delen van Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld. Daarnaast geven de stroombanen inzicht in de pakketten die het grondwater doorstroomt (diepte stroombanen) en de reistijd van het grondwater. Op basis van de stroombanen zijn de intrekgebieden op regionaal niveau bepaald.

De stroombanen geven echter geen volledig inzicht in de ligging van lokale intrekgebieden, veelal dekzandruggen, waar water infiltreert en op korte afstand uittreedt als basenarme kwel. Dat is enerzijds te wijten aan de schaalgrootte (rekencellen van 25x25 meter) van het model maar komt ook doordat opbolling van grondwater in de dekzandruggen alleen in natte winterperioden gedurende korte tijd optreedt. Daarom zijn naast stroombaanberekeningen ook isohypsenpatronen voor winter (ghg) en zomerperiode (glg) berekend.

In deze bijlage zijn een aantal voorbeeldsituatie opgenomen voor de wijze waarop de stroombanen en isohypsenpatronen voor de verschillende deelgebieden zijn geïnterpreteerd.

In figuur 1 is een voorbeeld opgenomen voor Stroothuizen waarin in een dwarsdoorsnede de stroombanen zijn opgenomen van grondwater dat infiltreert ten zuiden van Stroothuizen en dat als kwel uittreedt in de centrale slenk Stroothuizen voor de huidige en toekomstige situatie. Uit deze figuur wordt duidelijk dat het intrekgebied van het grondwater dat Stroothuizen voedt globaal tot aan de Mensmanweg doorloopt en er dus voeding plaatsvindt vanuit de landbouwpercelen ten zuiden van Stroothuizen. Daarnaast laten de stroombanen zien dat het grondwater dat uittreedt een maximale diepte van circa 12 meter + N.A.P. bereikt. Dat betekent dat er geen aanwijzingen zijn dat kwelwater dat uittreedt in Stroothuizen van onder de Brørup kleilaag afkomstig is. De kwel in het gebied is dus afkomstig uit het 1^{e} (freatisch) watervoerend pakket.

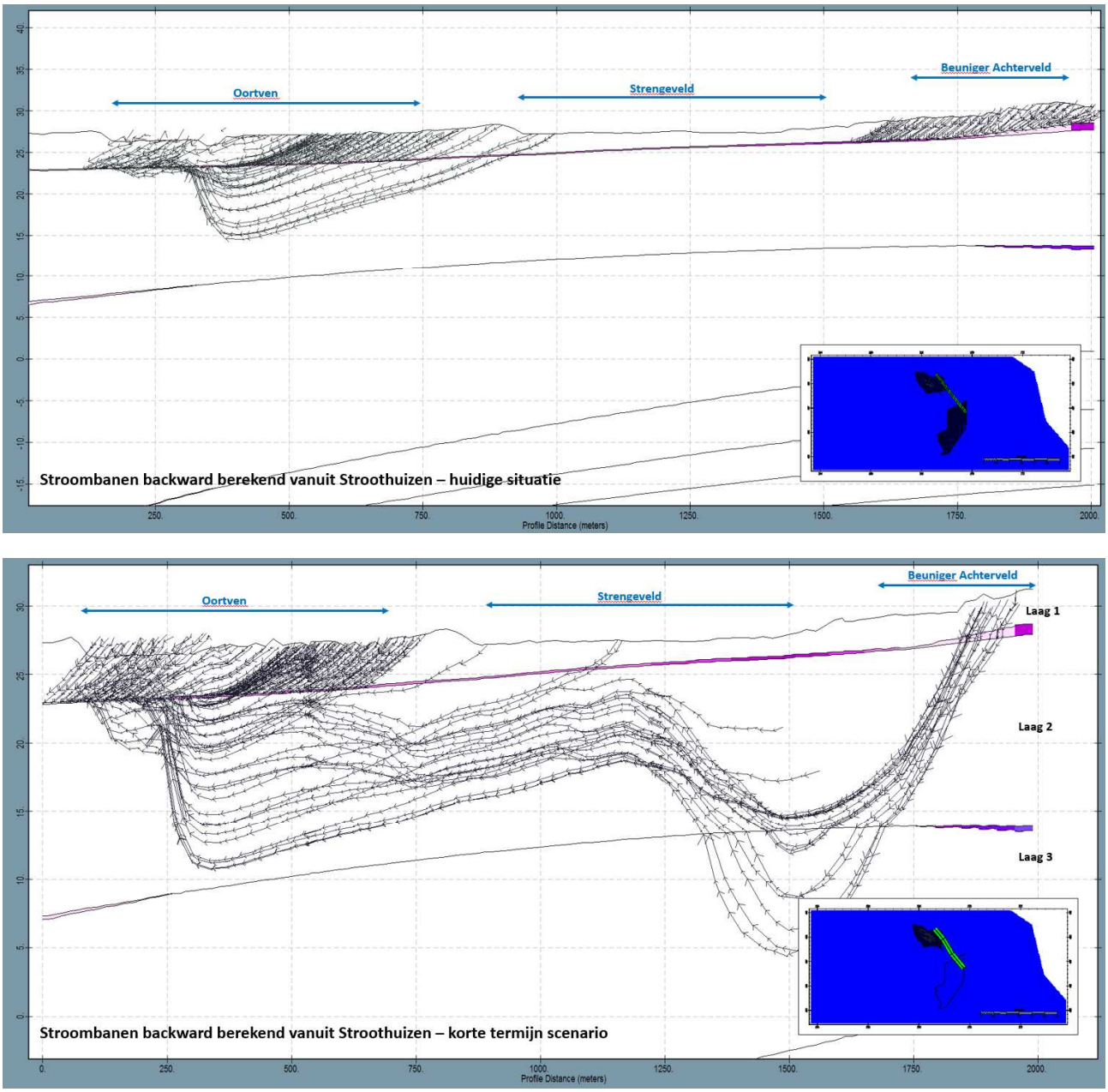
Verder valt op dat als gevolg van de maatregelen meer stroombanen de centrale laagte van Stroothuizen bereiken. De kwel naar de centrale laagte vanuit het infiltratiegebied neemt dus toe doordat de sloten in het landbouwgebied het water niet meer afvangen. De stroombanen bevestigen daarmee de berekende kwelfluxen (zie o.a. hoofdstuk 6 en modelrapportage, Bor, 2017).



Figuur 1 Stroombanen van het grondwater uit het infiltratiegebied ten zuiden van Stroothuizen dat uittreedt als kwel in de centrale slenk in de huidige en toekomstige situatie (na uitvoering maatregelen)

Wanneer de isohypsen (zie figuren 5 en 6) voor de zuidzijde van Stroothuizen worden beschouwd valt op dat er in de winter opbolling plaatsvindt in dekzandruggen in en buiten Stroothuizen waardoor lokale waterscheidingen ontstaan. Daarnaast blijkt dat de aanwezigheid van drainerende sloten en isohypsenpatronen beïnvloeden. In de winter zijn dus lokale stromingsstelsel actief. Water dat infiltreert stroomt gedeeltelijk toe richting Stroothuizen en wordt gedeeltelijk afgevangen door aanwezige sloten. In de zomersituatie vindt er geen opbolling meer plaats en vallen perceelsloten droog waardoor de grondwaterstroming een meer regionaal karakter vertoont en de intrekgebieden van vorm veranderen. Het intrekgebied is in de zomer aan zuid- en oostzijde groter dan in de winter. De bemestingsmaatregelenwijzer is ingevuld voor alle percelen die in winter en/of zomerperiode tot het intrekgebied behoren.

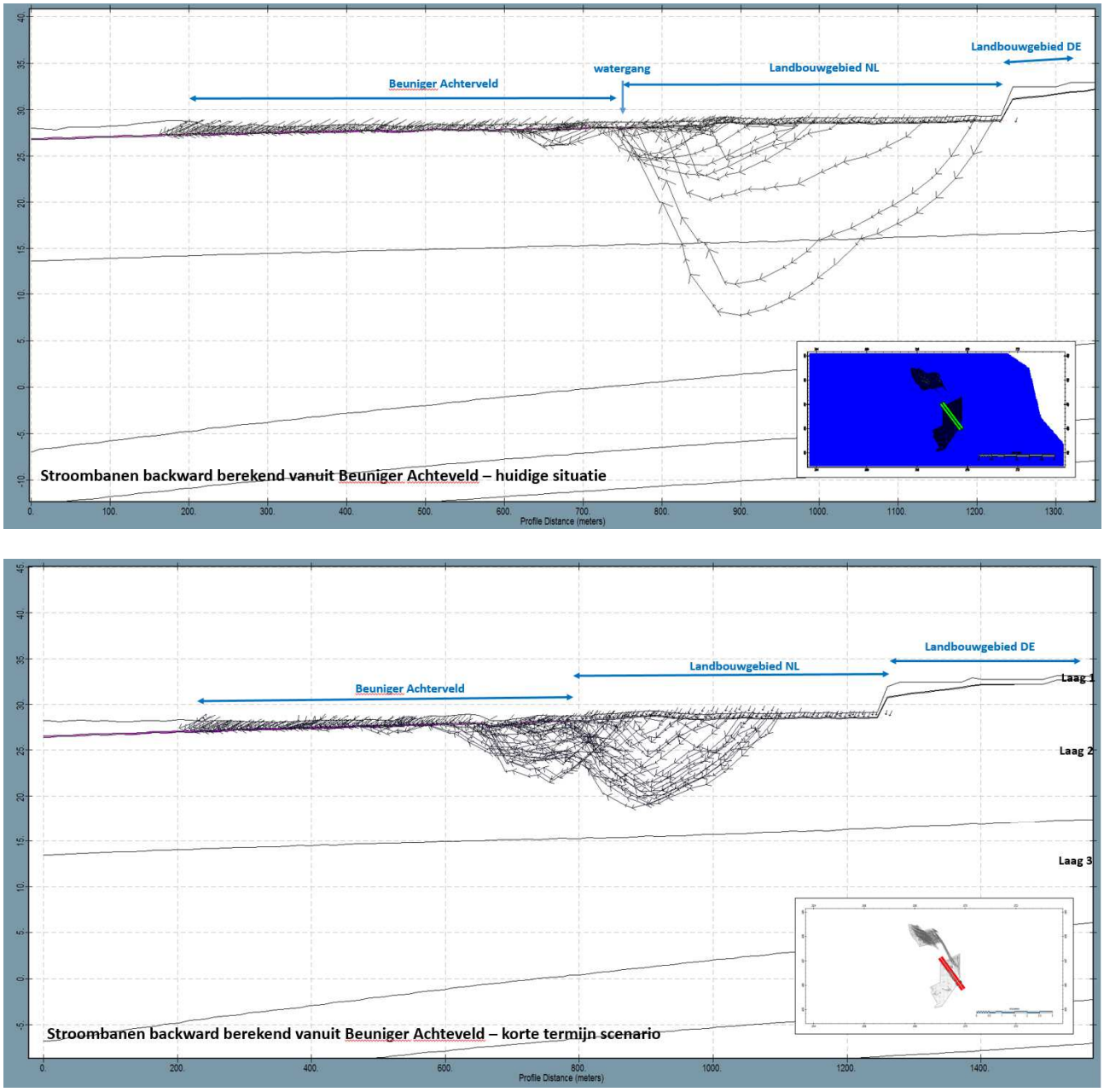
In figuur 2 en 3 zijn stroombanen opgenomen voor het Oortven en Beuninger Achterveld als voorbeeld van de wijze waarop stroombanen kunnen wijzigen als gevolg van de geplande inrichtingsmaatregelen.



Figuur 2 Stroombanen Oortven en Beuninger Achterveld voor de huidige situatie en na uitvoering korte termijn maatregelen

In de huidige situatie infiltreert water in het Beuninger Achterveld op de hoger gelegen dekzandruggen. Dit water treedt deels uit in de laagte in het Beuninger Achterveld maar wordt grotendeels afgevangen door de diepe waterschapssloot en de drainage in het Strengeveld ten noorden van het Beuninger achterveld. Wanneer in het Strengeveld en ten oosten en zuiden van Stroothuizen de drainage verwijderd wordt, de diepe waterschapssloot wordt gedempt en de slenk wordt hersteld wordt het water niet meer afgevangen door de aanwezige ontwateringsmiddelen maar infiltreert het op de hogere delen en stroomt het toe naar de lager gelegen delen van het Strengeveld en neemt de voeding naar het Oortven toe. Daarnaast worden de stroombanen “langer”. De stroombanen komen dieper en leggen een langere weg af. Daardoor zal niet alleen de hoeveelheid water dat toestroomt naar de lagere delen zoals het Oortven toestromen maar zal ook de invloed van basenrijker grondwater toenemen dat nodig is om de verzuring en de invloed van stikstofdepositie te verminderen. Dit effect zien we ook in andere gebiedsdelen, zoals de centrale slenk van Stroothuizen.

Voor het Beuninger achteveld (zie figuur 3) zelf geldt dat in de toekomstige situatie de grondwatervoeding (lokaal grondwater), met name aan de zuidzijde toeneemt. Water dat in de huidige situatie nog wordt afgevangen door sloten direct ten zuiden van het Beuninger Achterveld zal in de toekomst in de lagere delen uittreden als lokale kwel. Daarnaast zal ook oppervlaktewater vanuit de zuidzijde worden aangekoppeld en straks door het natuurgebied stromen (niet zichtbaar in stroombanen).

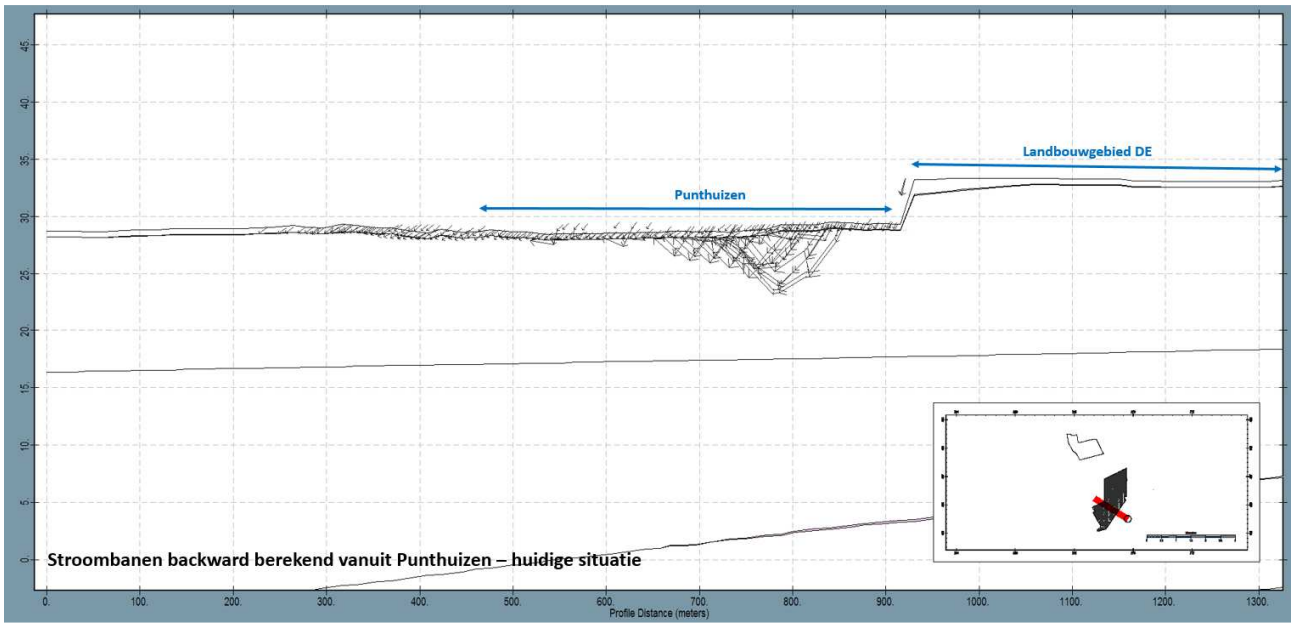


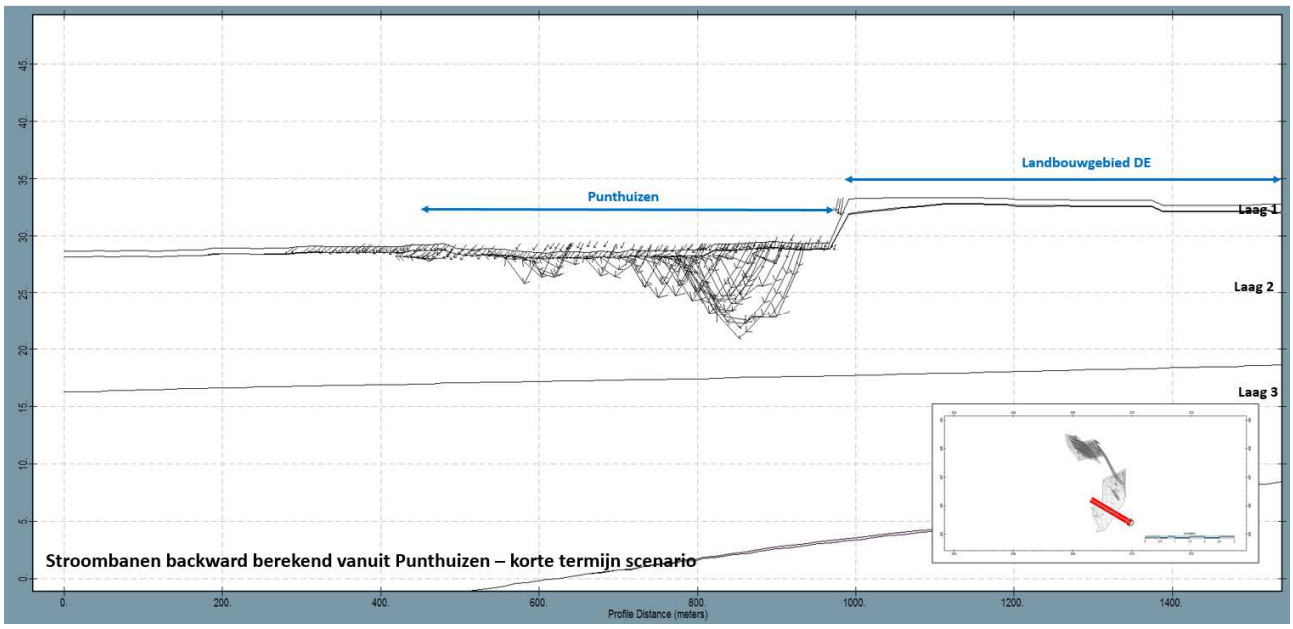
Figuur 3 Stroombanen Beuninger achterveld na uitvoering korte termijn maatregelen

In figuur 4 zijn stroombanen opgenomen voor de centrale laagte in Punthuizen. Uit de stroombanen wordt duidelijk dat het water dat uittreedt als kwel in de laagte in Punthuizen op korte afstand op hogere gelegen dekzandruggen in en direct buiten het natuurgebied infiltreert en dat het intrekgebied, in deze situatie, beperkt blijft tot infiltratiegebieden (centrale dekzandrug) aan Nederlandse zijde in het natuurgebied.

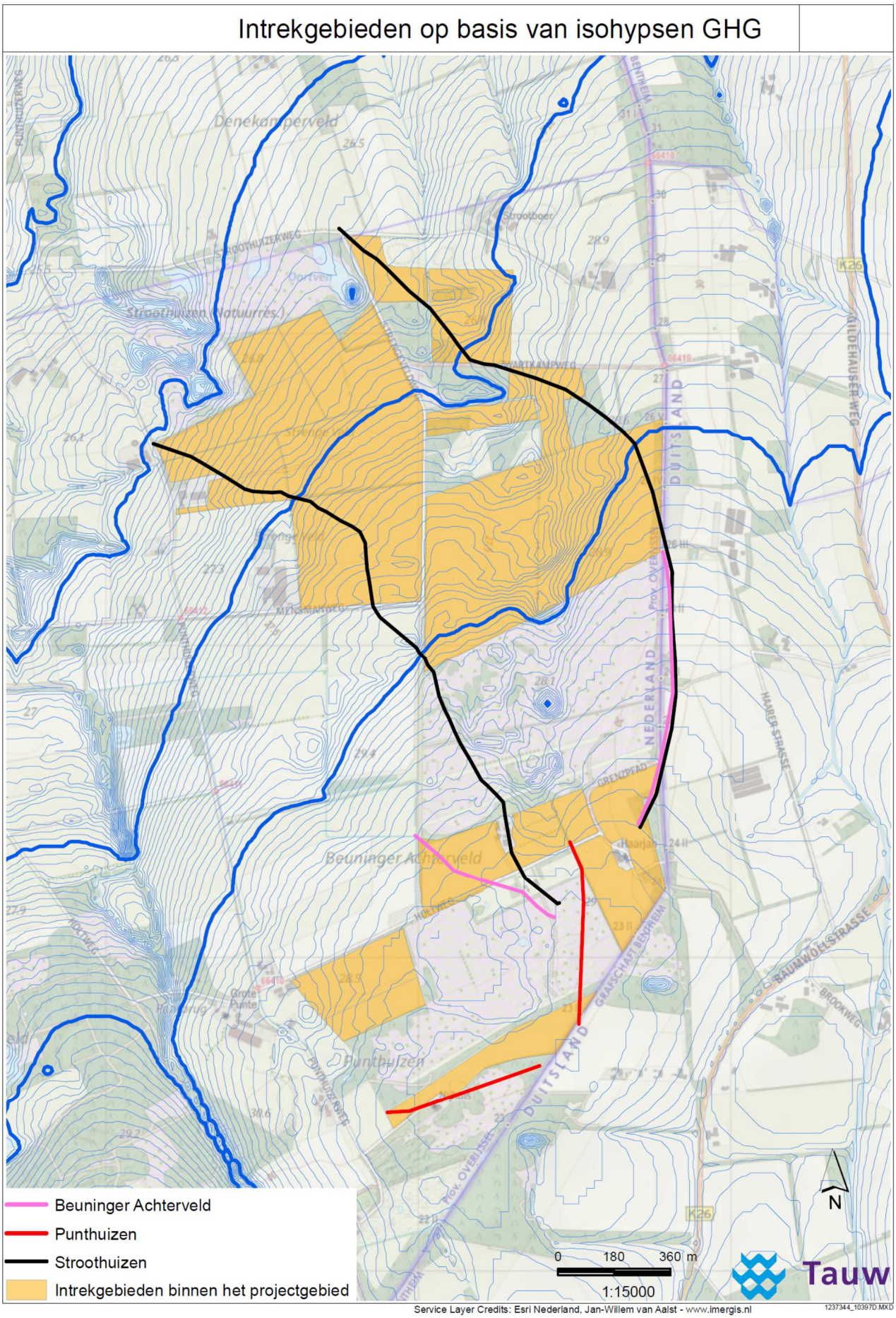
Als gevolg van de maatregelen worden de stroombanen “langer”. Het grondwater infiltreert tot grotere diepte en de reistijd neemt toe.

Uit de isohypsenpatronen valt verder op dat ook voor Punthuizen in de winter opbolling plaatsvindt in de hogere gelegen dekzandruggen ten zuiden, oosten en westen van de centrale laagte. Als gevolg van de maatregelen zal de opbolling in de winterperiode toenemen waarbij vooral de situatie aan westzijde wordt hersteld in dien ook de Puntbeek in peil wordt verhoogd (zie uitwerking lange termijn maatregelen in hoofdstuk 7).

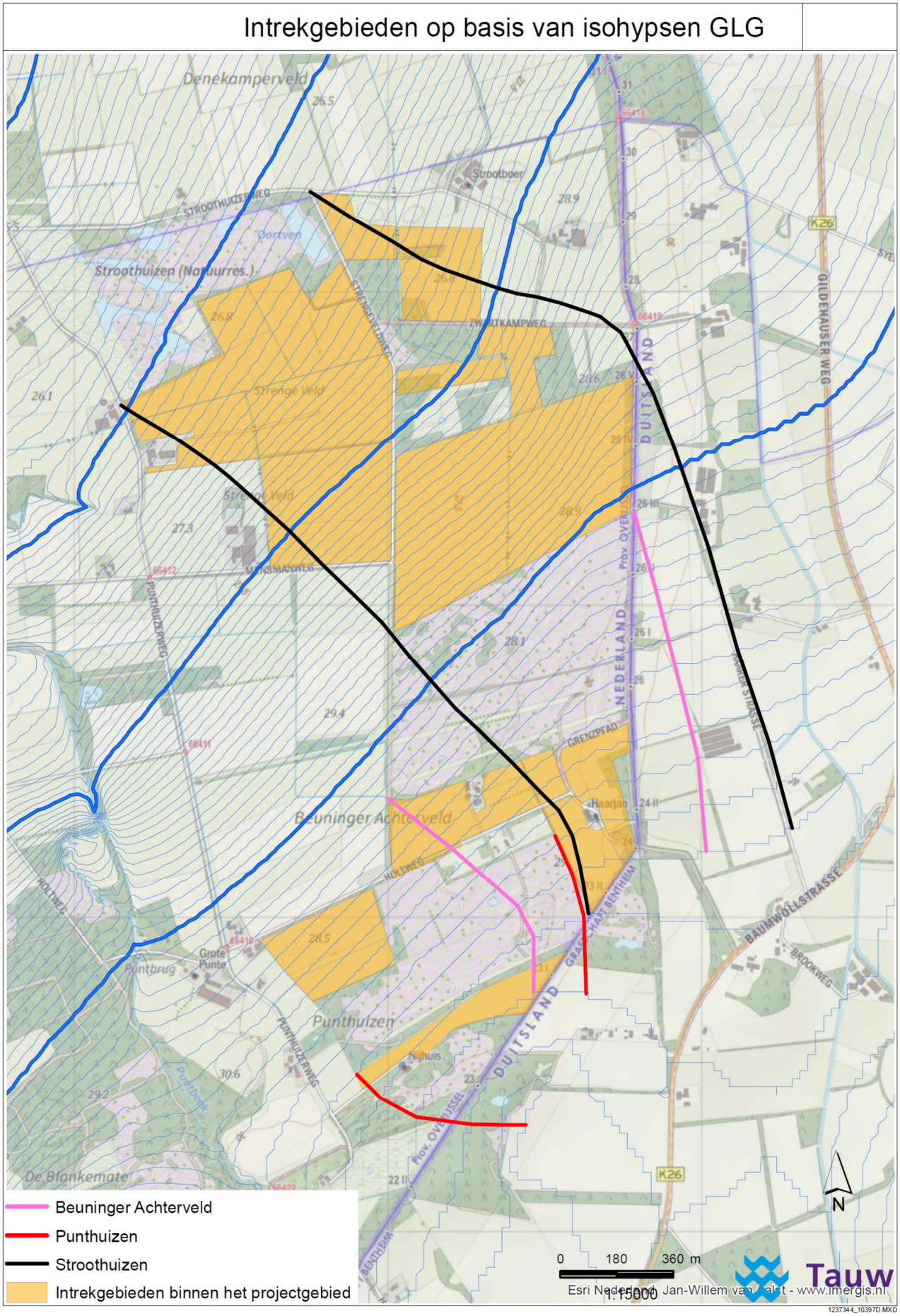




Figuur 4 Stroombanen voor Punthuizen in de huidige situatie en na uitvoering korte termijn maatregelen



Figuur 5 Isohypsenpatroon gemiddeld hoogste grondwaterstand (ghg, winterperiode) voor huidige situatie



Figuur 6 Isohypsenpatroon gemiddeld laagste grondwaterstand (glg, zomerperiode) voor huidige situatie