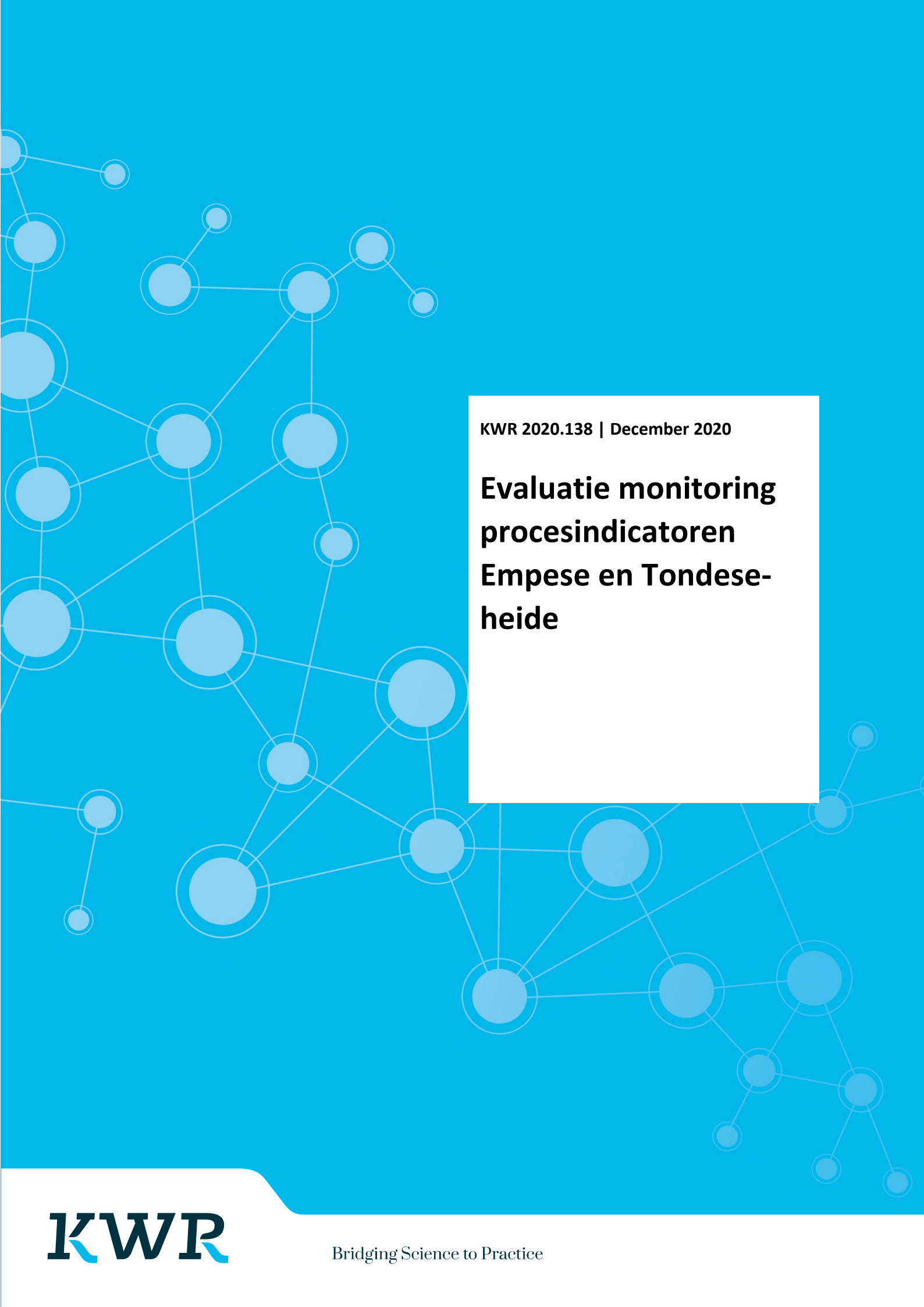




KWR 2020.138 | December 2020

**Evaluatie monitoring
procesindicatoren
Empese en Tondese-
heide**

Evaluatie monitoring procesindicatoren. Empese en Tondese-heide

KWR 2020.138 | December 2020

Opdrachtnummer

403407

Projectmanager

Dr. Edu Dorland

Opdrachtgever

Provincie Gelderland

Auteurs

Dr. Edu Dorland, Sharon Clevers MSc.

Kwaliteitsborgers

Drs. Camiel Aggenbach, gedelegeerd door Dr. Ruud Bartholomeus

Verzonden naar

Provincie Gelderland

Keywords

monitoring, effecten maatregelen, grondwater, bodemchemie, vegetatie

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie

Dr. Edu Dorland
T 030 6069532
E edu.dorland@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

December 2020 ©

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

Samenvatting

Inleiding en doel opdracht

In de Empese en Tondense heide zijn herstelmaatregelen uitgevoerd. De herstelmaatregelen komen voort uit het Beheerplan Natura 2000 58 - Landgoederen Brummen. Om de effecten van de herstelmaatregelen in beeld te brengen is een meetnet procesindicatoren ingericht. Dit rapport beschrijft de resultaten van de evaluatie van monitoringsgegevens van procesindicatoren in Empese en Tondense heide, een deelgebied van het Natura 2000-gebied Landgoederen Brummen. Deze procesindicatoren zijn variabelen die op relatief korte termijn veranderingen als gevolg van genomen (herstel)maatregelen kunnen indiceren. Aangezien veranderingen in vegetatie- en habitattypen in het algemeen traag verlopen, is het idee dat door monitoring van procesindicatoren de effectiviteit van maatregelen sneller kan worden vastgesteld.

Een dergelijke evaluatie van de procesindicatoren is in de provincie Gelderland nog niet eerder uitgevoerd. Het doel van dit project is dan ook om enerzijds ervaring op te doen met een dergelijke evaluatie, en anderzijds om een rapportageformat op te stellen dat ook voor de evaluatie in andere Gelderse Natura 2000-gebieden kan worden gebruikt.

De resultaten van deze evaluatie dienen zowel inzicht te geven in de mate waarin de doelstellingen t.a.v. de aangewezen habitattypen worden behaald, als in de mate van systeemherstel. Daarbij wordt beoogd om per maatregel-habitatype-combinatie de effectiviteit van de maatregel in beeld te brengen en zo te bepalen of wellicht aanvullende herstelmaatregelen nodig zijn.

Naast deze evaluatie van monitoringsgegevens, is ook beoordeeld hoe de monitoring zelf is vormgegeven. Hierbij is ingegaan op zaken als geschiktheid van het meetplan om de effectiviteit van de (herstel)maatregelen te beoordelen, en of de monitoring volgens meetplan is geïmplementeerd.

Resultaten en conclusie evaluatie meetplan

Het meetplan is grotendeels geschikt om de effectiviteit van de herstelmaatregelen te beoordelen. Een klein aantal aanbevelingen en verbeterpunten is in dit rapport opgenomen. De monitoring is later gestart dan in het meetplan voorgeschreven. De monitoringsfrequentie zal volgens meetplan gevolgd worden. Vanwege de verlate start zijn van de meeste indicatoren geen herhaalde metingen in de tijd beschikbaar. Het gevolg hiervan is dat in deze evaluatie nog vrijwel geen uitspraken gedaan konden worden over een (eerste) trend in ontwikkeling van de procesindicatoren.

Resultaten en conclusie evaluatie monitoringsgegevens

In de Empese en Tondense-heide zijn de habitattypen H3130 Zwak gebufferde vennen en H6410 Blauwgraslanden van het grootste belang, gevolgd door H4010A Vochtige heidenen en H7150 Pionierv egetaties met snavelbiezen. Habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen komt ook in het deelgebied voor, maar voor dit habitatype zijn de andere deelgebieden van Landgoederen Brummen belangrijker. De genoemde habitattypen zijn grondwaterafhankelijk en zowel de zwakgebufferde vennen als blauwgraslanden zijn afhankelijk van de aanvoer van basenrijke kwel tot in de wortelzone. Op basis van de, nog beperkt, beschikbare monitoringsgegevens konden de volgende voorlopige conclusies worden getrokken:

- De hydrologische herstelmaatregelen hebben geleid tot een beperkte stijging van de gemiddelde grondwaterstanden. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden voldoen in het algemeen aan de ecologische vereisten van de aanwezige habitattypen, maar de gemiddelde laagste grondwaterstanden zijn nog duidelijk te laag. Aanvullende hydrologische herstelmaatregelen zijn daarom noodzakelijk.
- Aanvoer van basenrijke kwel tot in de wortelzone is door onvoldoende herstel van de hydrologie waarschijnlijk nog onvoldoende en de bodemchemie voldoet op de meeste plaatsen nog niet aan de ecologische vereisten van de basenminnende habitattypen. Herstel van de bodemchemie is weliswaar een meerjarig proces, maar het is waarschijnlijk dat ook hiervoor aanvullende hydrologische herstelmaatregelen in dit deelgebied noodzakelijk zijn.
- Door het ontbreken van herhaalde monitoringsgegevens in de tijd, en met name die van de kartering van indicerende plantensoorten in vier monitoringstransecten, konden nog geen conclusies worden getrokken over de effectiviteit per maatregel-habitatype combinatie. Hierbij moet bovendien worden opgemerkt dat het in de praktijk moeilijk, zo niet onmogelijk, zal blijken om waargenomen effecten te herleiden aan specifieke (herstel)maatregelen, omdat die effecten het gevolg zullen van een combinatie van maatregelen. Dit speelt vooral wanneer (herstel)maatregelen in een kort tijdsbestek zijn uitgevoerd en hun effecten gemonitord worden middels overeenkomstige procesindicatoren. , het dan in de praktijk moeilijk zal zijn om die effecten te herleiden naar afzonderlijke maatregelen.

Aanbevelingen

Naast een aantal gebied-specifieke aanbevelingen zijn ook enkele algemene aanbevelingen naar voren gekomen. De belangrijkste zijn:

- Houdt voor elk gebied een lijst bij van de uitgevoerde herstelmaatregelen met jaar van uitvoering per (deel)gebied. Deze informatie is van belang om de effecten van maatregelen op procesindicatoren te kunnen bepalen.
- Meerjarige monitoringsgegevens zijn zeer waardevol. In (deel)gebieden waar ook oudere (monitorings)gegevens beschikbaar zijn, is het van meerwaarde om die gegevens bij de evaluatie te betrekken, ook al is dit niet een standaard onderdeel van de procesindicatoren monitoring.

Inhoud

Samenvatting	4
---------------------	----------

Inhoud6

1	Inleiding en afbakening opdracht	8
1.1	Doel opdracht	8
1.2	Afbakening opdracht en aanpak	9
1.3	Leeswijzer	9
2	Overzicht basisinformatie	10
2.1	Natura 2000 doelstellingen	10
2.2	Herstelmaatregelen	10
2.3	Procesindicatoren in relatie tot maatregelen en habitattypen	13
3	Review procesmonitoring en beoordeling	15
3.1	Geschiktheid meetplan procesmonitoring	15
3.1.1	Grondwaterstanden	15
3.1.2	pH grondwater	15
3.1.3	Basenbezetting grondwater	15
3.1.4	ortho-P en totaal P gehalte grondwater	16
3.1.5	IJzer/sulfaat ratio grondwater	16
3.1.6	Conclusie	16
3.1.7	Aanbevelingen	16
3.2	Implementatie meetplan procesmonitoring	16
3.2.1	Conclusie	17
3.2.2	Aanbevelingen	17
3.3	Aanlevering monitoringsdata	17
3.3.1	Aanbevelingen:	18
3.4	Conclusie t.a.v. meetplan en monitoringsgegevens	18
4	Toestandbeoordeling habitattypen	19
4.1	H3130 – Zwak gebufferde vennen	21
4.1.1	Eindoordeel toestand	22
4.2	H4010A – Vochtige heiden	23
4.2.1	Eindoordeel toestand	23
4.3	H6230 Heischrale graslanden	23
4.3.1	Eindoordeel toestand	23
4.4	H6410 – Blauwgraslanden	24
4.4.1	Eindoordeel toestand	25
4.5	H7150 – Pioniervegetaties met snavelbiezen	25
4.5.1	Eindoordeel toestand	25
4.6	H91E0C – Vochtige alluviale bossen	25
4.7	Beoordeling actuele toestand aanwezige habitattypen	26

4.8	Aanbevelingen	26
5	Toestand- en trendbeoordeling procesindicatoren	27
5.1	Grondwaterstand	27
5.1.1	Achtergrond:	27
5.1.2	Aanpak	27
5.1.3	Toelichting en resultaten data-analyse	28
5.1.4	Conclusie	31
5.2	Functioneren hydrologisch systeem op landschapsniveau	32
5.2.1	Achtergrond	32
5.2.2	Conclusie	33
5.2.3	Aanbeveling	33
5.3	Grondwaterkwaliteit	33
5.3.1	Achtergrond	33
5.3.2	pH grondwater	34
5.3.3	Basenbezetting (alkaliniteit) grondwater	35
5.3.4	ortho-P en totaal P gehalte grondwater	36
5.3.5	IJzer/sulfaatratio in grondwater in natte vegetaties	37
5.3.6	Conclusie	37
5.3.7	Aanbevelingen analyse grondwaterkwaliteit	37
5.4	Bodemchemie	37
5.4.1	Achtergrond	37
5.4.2	pH-H ₂ O van de bodem	38
5.4.3	Basenbezetting bodem	39
5.4.4	Voedingstoestand	40
5.4.5	pH-profielen	40
5.4.6	Resultaat data-analyse	41
5.4.7	Conclusie	42
5.4.8	Aanbevelingen	42
5.5	Ontwikkeling vegetatie	43
6	Conclusies en aanbevelingen effectiviteit maatregelen per habitatype	49
7	Conclusies en aanbevelingen behalen doelstelling op gebiedsniveau	53
7.1.1	Conclusies doelstellingen op gebiedsniveau	53
7.1.2	Visualisatie beoordeling toestand en trend per meetlocatie	53
7.1.3	Aanbevelingen	56
8	Literatuurlijst	57
9	Bijlagen	58
I	Ligging habitattypen en meetpunten (Bron: Ekhart en Van Ek, 2017)	59
II	Locatie herstelmaatregelen	60
III	Resultaten tijdreeksanalyse	61

1 Inleiding en afbakening opdracht

In het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) zijn voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden knelpunten en maatregelen beschreven in een gebiedsanalyse. De maatregelen zijn opgenomen in het Beheerplan Natura 2000 58 - Landgoederen Brummen. In de Provincie Gelderland zijn vanaf 1 juli 2015 herstelmaatregelen uitgewerkt en voor een deel al uitgevoerd. Om te kunnen beoordelen of uitgevoerde herstelmaatregelen tot de gewenste effecten leiden en om eventueel tijdig te kunnen bij sturen, is monitoring essentieel. In 2017 zijn voor alle Gelderse Natura 2000 gebieden met stikstofgevoelige habitattypen meetplannen voor monitoring van procesindicatoren opgesteld. Deze procesindicatoren zijn variabelen die op relatief korte termijn veranderingen kunnen indiceren. Voor een groot deel gaat het hierbij om abiotische variabelen zoals bijvoorbeeld grondwaterkwaliteit en –kwantiteit en bodemchemie, maar ook om een aantal indicatieve plantensoorten. Dit met het idee dat op deze manier de effecten van herstelmaatregelen in beeld kunnen worden gebracht, nog voor verbeteringen van de Natura 2000-habitattypen zelf zichtbaar zijn. Het bevoegd gezag, in dit geval Provincie Gelderland, is verantwoordelijk voor de monitoring van de procesindicatoren.

1.1 Doel opdracht

Het doel van dit project: Om ervaring op te doen met én ter voorbereiding op de rapportages over de procesmonitoring in 2021, heeft de Provincie Gelderland aan KWR Water opdracht gegeven een pilot uit te voeren waarbij voor twee Natura 2000-gebieden De Bruuk en Empese en Tondense Heide (kortweg ET-heide in het vervolg) een gebiedsrapportages op wordt gesteld. Binnen deze opdracht worden drie onderdelen onderscheiden:

- 1) Beoordeling van de monitoringsresultaten om te komen tot een beschrijving van de effectiviteit van de genomen maatregelen;
- 2) Beoordeling van de opzet (compleetheid) en uitvoering van het meetplan procesindicatoren
- 3) Opzetten van een standaard format voor de gebiedsbeoordelingen die in 2021 voor de Gelderse Natura 2000-gebieden moeten worden uitgevoerd.

In onderdeel 1 wordt gepoogd antwoord te geven op onderstaande vragen, waarbij het nadrukkelijk de bedoeling is om gebiedskennis, ecologische kennis en kennis over de uitvoering van betreffende terreinbeheerders en provinciale medewerkers te betrekken.

- 1.1. Kan op basis van de monitoringsresultaten worden geconcludeerd dat op gebiedsniveau zodanig systeemherstel optreedt dat behoud en herstel van stikstofgevoelige habitattypen op termijn te verwachten is?
- 1.2. Indien dit niet het geval is: voor welke habitattypen geldt dit dan en is aan te geven waardoor dit veroorzaakt wordt?
- 1.3. Is op basis van de monitoringsresultaten en gebiedskennis te verwachten dat met de reeds voorgenomen maar nog uit te voeren herstelmaatregelen het gewenste systeemherstel alsnog bereikt zal worden, of zijn er aanvullende maatregelen nodig?
- 1.4. Is het mogelijk om per habitatype-maatregel combinatie een onderbouwde beoordeling van de effectiviteit van de maatregel te geven?

Onderdeel 2 richt zich op de volgende vragen:

2.1. Is de opgezette monitoring geschikt om de effectiviteit van de Natura 2000 maatregelen te beoordelen? Welke aanbevelingen zijn er?

2.2. Is de monitoring geïmplementeerd volgens het meetplan? Zijn eventuele afwijkingen gewenst of ongewenst?

2.3. Zijn de verzamelde monitoringdata toegankelijk en duidelijk? Welke aanbevelingen zijn er?

2.4. Bieden de data voldoende informatie om de gevraagde beoordeling uit te voeren en hoe is de beoordeling uitgevoerd? (welke tools zijn gebruikt, welke rol heeft expert-judgement gespeeld, welke rol heeft de beheerder gespeeld). Welke aanbevelingen zijn er?

Overigens zullen deze onderdelen in dit rapport in omgekeerde volgorde worden behandeld en wordt in hoofdstuk 2 gestart met beantwoording van de vragen van onderdeel 2.

1.2 Afbakening opdracht en aanpak

Voor deze evaluatie zijn alleen de data gebruikt van het meetplan procesindicatoren. Aanvullende (gebieds)rapportages zijn niet gebruikt, aangezien die niet standaard deel uitmaken van de procesmonitoring en het doel van deze pilot is om te komen tot een uniforme en herhaalbare aanpak voor monitoring van alle Gelderse stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden.

Een conceptversie van deze rapportage is op 31 augustus 2020 tijdens een werksessie met gebiedsdeskundigen van terreinbeheerder, provincie en waterschap besproken. Input uit die werksessie en n.a.v. veldbezoek na afloop is meegenomen in deze definitieve versie van dit rapport.

1.3 Leeswijzer

In dit rapport wordt eerst informatie over doelstellingen en (voorgenomen) maatregelen van het (deel)gebied gegeven (Hoofdstuk 2). Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op het meetplan zelf. Daarbij wordt ingegaan op de geschiktheid van het meetplan en hoe de monitoring in de praktijk geïmplementeerd is? Vervolgens worden de resultaten van de evaluatie van de monitoringsgegevens gepresenteerd. Eerst wat betreft de toestand van de aanwezige habitattypen (hoofdstuk 4) en daarna van toestand en trend van de gemonitorde procesindicatoren (hoofdstuk 5). In hoofdstuk 6 wordt de effectiviteit van herstelmaatregelen voor elke maatregel-habitatype beschreven. Het rapport eindigt met conclusies en aanbevelingen t.a.v. het behalen van de doelstellingen op gebiedsniveau.

2 Overzicht basisinformatie

2.1 Natura 2000 doelstellingen

Deelgebied ET-heide maakt zoals gezegd onderdeel uit van Natura 2000 gebied Landgoederen Brummen. Voor dit gebied gelden de Natura 2000 doelstellingen zoals vermeld in Tabel 2-1. Habitatype H9120 Beuken-eikenbossen met hulst komen in deelgebied ET-heide niet voor. Voor ET-heide zijn er uitbreiding- en/of verbeteringsdoelen geformuleerd voor H4010A vochtige heiden, H7150 pioniervegetaties met snavelbiezen, H6410 blauwgraslanden en H3130 zwakgebufferde vennen (Hanhart en Van Ek, 2017). De ligging van de aanwezige habitattypen is vermeld in Figuur 2-2.

Tabel 2-1. Natura 2000-doelstellingen Landgoederen Brummen (Hanhart en Van Ek, 2017)..

Code	Habitattypen	Areaal (ha)	Landelijk e Svl	Relatieve bijdrage gebied in NL	Doel oppervlakte	Doel kwaliteit
H3130	Zwakgebufferde vennen	3,6	-	+	=	>
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	3,9	-	+	>	>
H6230	Heischrale graslanden	0,17	--	-	>	>
H6410	Blauwgraslanden	1,3	--	-	>	>
H7150	Pioniervegetaties met snavelbiezen	0,79	-	+	=	=
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst	19,4	-	+	=	=
H91E0C	Vochtige alluviale bossen	19,1	-	-	=	>

Landelijke staat van instandhouding: -- zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig

Relatieve bijdrage aan landelijke situatie: ++ groot; + gemiddeld; - gering

Doelstelling: = Behoud; > Uitbreiding of verbetering; =<) aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering

2.2 Herstelmaatregelen

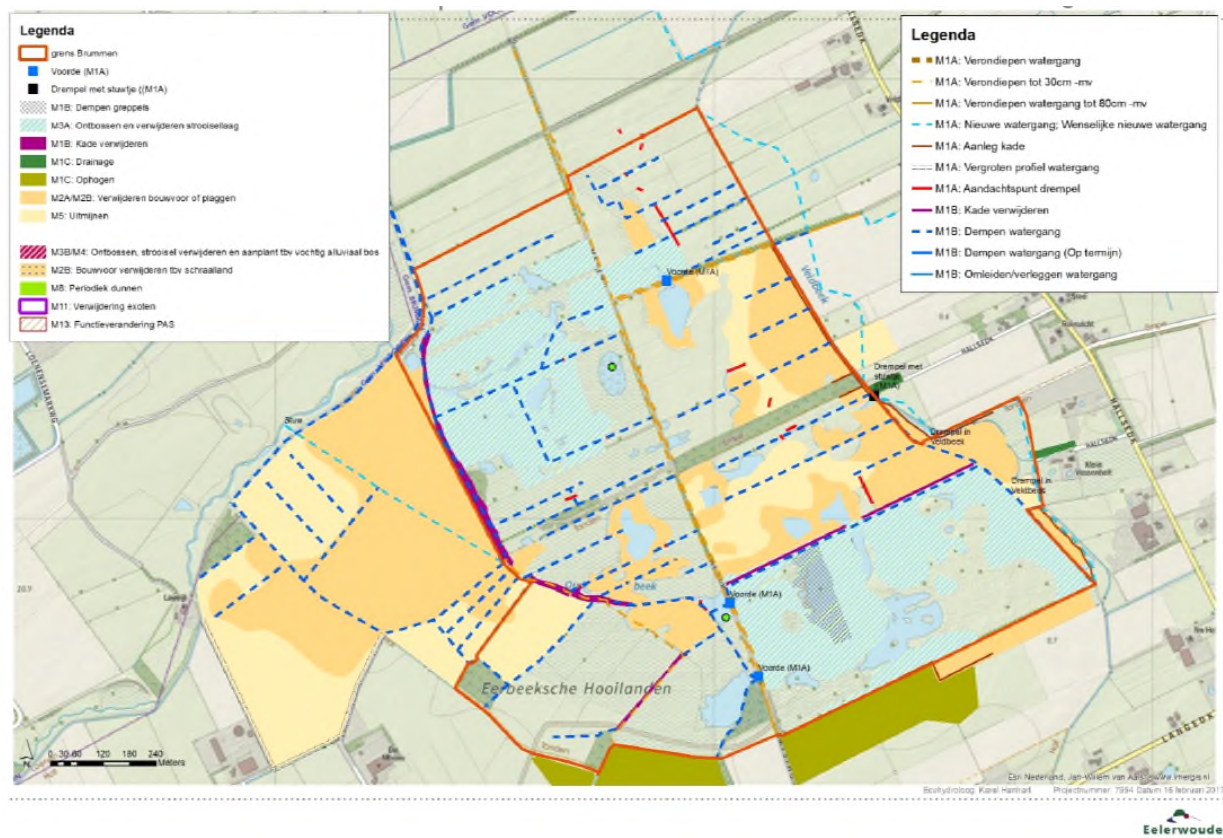
In de PAS gebiedsanalyse (Runhaar, 2016) zijn knelpunten geformuleerd voor behoud dan wel kwaliteitsverbetering van de habitattypen. Om deze knelpunten te verminderen/op te heffen zijn herstelmaatregelen geformuleerd (Runhaar, 2016). In

Tabel 2-2 is aangegeven welke maatregelen relevant zijn voor de hieraan gekoppelde habitattypen (Hanhart en Van Ek, 2017; Runhaar, 2016), en in Figuur 2-1 is de locatie van deze maatregelen weergegeven.

Een aanbeveling is om voor elk gebied een lijst bij te houden van de uitgevoerde herstelmaatregelen met jaar van uitvoering per (deel)gebied. Deze informatie is van belang om de effecten van maatregelen op procesindicatoren te kunnen bepalen.

Tabel 2-2. Maatregel-habitatype combinatie voor ET-heide (Hanhart en Van Ek, 2017; Runhaar, 2016)

Herstelmaatregel		H3130 Zwak gebufferde vennen	H4010A Vochtige heide	H6230 Heide/rale graslanden	H6410 Blauwgraslanden	H7150 Pioniervegetaties met aneelblezen	H91E0C Vochtige alluviale bossen	H2190 Beuken-eikenbossen met Huls	Relevant voor knelpunt	Relevant voor korte of lange termijn (KTLT)
M1	Hydrologisch herstel	v	v	v	v	v	v		K1 Te diepe ontwatering	KT+ LT
M2	Afplaggen / bouwvoor verwijderen	v	v	v	v	v	(v)		K1, - Te diepe ontwatering, Te voedselrijke bovengrond	LT
M3	Kappen en omvorming bos	v	v	v	v	v	(v)		K4 Bebossing/bosopslag	LT
M5	Uitmijnen		v	v	v	v			- Te voedselrijke bovengrond	LT
M6	Maaien van geplagd terrein			(v)	v				K7, K8 Te hoge stikstofdepositie, te voedselrijke bovengrond	KT+ LT
M7	Begrazen		v	(v)	(v)	(v)			K7, K8, Te hoge stikstofdepositie,	KT+ LT
M9	Kleinschalig plaggen					v			K7, K8, Te hoge stikstofdepositie,	LT
M10	Opschonen vennen	v							K7, K8, Te hoge stikstofdepositie,	LT
M12	Monitoring grondwater-kwaliteit	v			v		v		K2 Aanvoer verontreinigd grondwater	KT+ LT



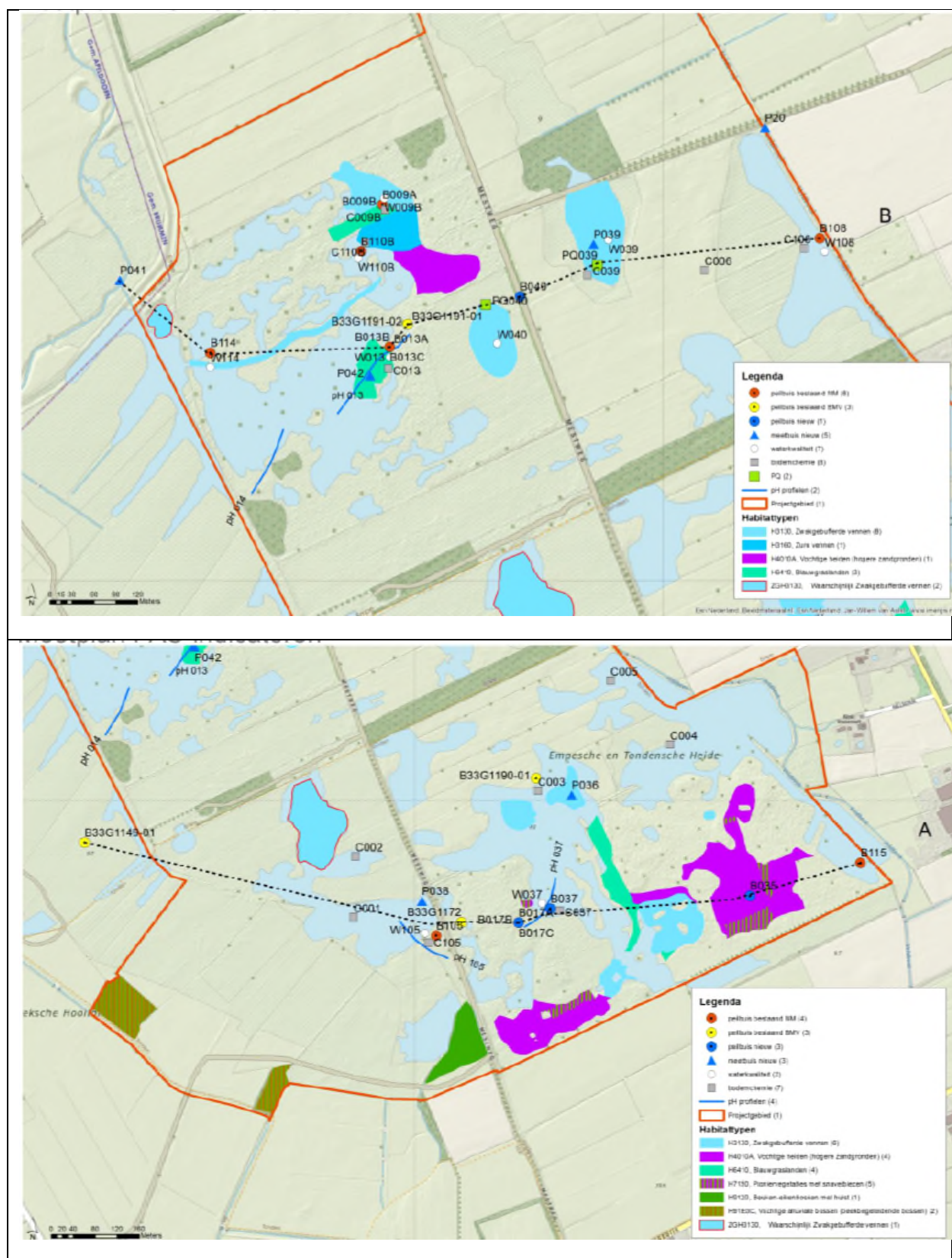
Figuur 2-1. Locatie van de herstelmaatregelen (Hanhart en Van Ek, 2017). Zie bijlage II voor een grotere weergave.

2.3 Procesindicatoren in relatie tot maatregelen en habitattypen

In het meetplan procesindicatoren zijn de volgende variabelen opgenomen:

- Grond- en oppervlaktewaterstand
- Grondwaterkwaliteit
- Bodemchemie
- pH-profielen
- Vegetatie- en florakartering

De ligging van de meetpunten en transecten is weergegeven in Figuur 2-2. Ligging habitattypen en meetpunten (Hanhart en Van Ek, 2017). Zie Bijlage II voor grotere weergave.



Figuur 2-2. Ligging habitattypen en meetpunten (Hanhart en Van Ek, 2017). Zie Bijlage II voor grotere weergave.

3 Review procesmonitoring en beoordeling

3.1 Geschiktheid meetplan procesmonitoring

Het Meetplan procesindicatoren (058 Landgoederen Brummen – deelgebied Empese en Tondese heide; Hanhart en Van Ek, 2017) beschrijft op goed onderbouwde en navolgbare wijze de procesindicatoren die gemonitord moeten worden. Het ontwerp van het meetplan wordt goed toegelicht, en bevat o.a. een beschrijving van de meetmethoden en –frequentie en locatie van de meetpunten. Monitoring vindt voor een groot deel plaats langs twee transecten die het gebied van oost naar west doorsnijden, aangevuld met een aantal extra meetpunten. De transecten doorsnijden het grootste deel van de aangewezen Natura 2000-doelen. De extra meetpunten zijn geplaatst in aanwezige habitattypen, op locaties die representatief zijn voor de aangewezen doelen of indicatief zijn voor de situatie na uitvoeren van maatregelen (bv. afplaggen).

Echter, om goed onderbouwde uitspraken over trends in ontwikkeling te kunnen doen, zal over een langere meetperiode data verzameld dienen te worden dan in dit meetplan is voorzien. Idealiter zijn ook gegevens van overeenkomstige meetpunten beschikbaar van de periode direct voor de uitvoering van herstelmaatregelen, een “nul-meeting”, zodat een vergelijking tussen historische en recente gegevens mogelijk is, zoals in dit rapport al wel voor grondwaterstanden is gedaan (zie paragraaf 5.1). Van water- en bodemchemie zijn geen oude gegevens beschikbaar, maar ‘oude’ vegetatiekaarten en extra PQ’s uit LMF, meetnet vegetatie Gelderland en LVD beschikbaar per terrein zijn beschikbaar (mededeling M. Gutter, Provincie Gelderland). Een aanbeveling is om deze gegevens bij een volgende evaluatie mee te nemen.

Het meetplan geeft in het algemeen op duidelijke wijze aan hoe trends in de resultaten dienen te worden getoetst. Voor verschillende indicatoren is een verduidelijking van dit toetsingscriterium of daarin gebruikte definities gewenst, zoals in de volgende paragrafen wordt toegelicht.

3.1.1 Grondwaterstanden

Tabel 7 van meetplan ET-heide voorziet niet in de situatie dat actuele grondwaterstand zich in kernbereik bevindt, en dat er geen trend is. Deze situatie zou ook als “++” moeten worden beoordeeld. Voorstel is om een regel toe te voegen: “grondwaterstand bevindt zich in kernbereik en vertoont geen trend”, beoordeling: “++”.

3.1.2 pH grondwater

Tabel 9 van meetplan ET-heide voorziet niet in de situatie dat actuele pH zich in kernbereik bevindt, maar een negatieve trend laat zien. De eerste categorie “pH grondwater vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt” suggereert immers dat de actuele pH al niet aan het kernbereik voldoet. Het is hierdoor niet duidelijk hoe in bovengenoemde situatie gescoord moet worden. Voorstel is om tekst te veranderen in: “pH grondwater vertoont een negatieve trend (waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt)”, met als beoordeling “-”.

3.1.3 Basenbezetting grondwater

Het meetplan ET-Heide spreekt over de ‘basenbezetting van het grondwater’ (paragraaf 4.5.2. in Hanhart en Van Ek, 2017), maar geeft verder geen definitie of berekeningswijze. De term basenbezetting wordt in de regel meer gebruikt m.b.t. de bodemchemie en voor grondwater is dan de alkaliniteit (ofwel het zuurbufferend vermogen) een betere maat. De alkaliniteit van de grondwatermonsters is echter alleen gemeten in 2019 en niet in 2020. Ook is het nodig om referentiewaarden op te nemen. Aanbevelingen zijn dan ook om:

- Alkaliniteit te meten in toekomstige bemonstering van het grondwater

- Op basis van literatuur en wellicht bestaande referentie databases, referentiewaarden per habitatype op te stellen.

3.1.4 ortho-P en totaal P gehalte grondwater

Hanhart en Van Ek (2017) verwijzen voor de beoordeling van deze variabelen naar een “natuurlijk niveau” van deze waarden. Het is echter niet duidelijk welke waarden hiervoor gehanteerd dienen te worden, waardoor:

- a) De beoordeling van de trend niet goed mogelijk is
- b) Dit subjectiviteit in de hand werkt aangezien verschillende bronnen voor deze natuurlijke waarden gehanteerd zouden kunnen worden.

Een aanbeveling is om hiervoor, op basis van literatuur en referentie databases (mogelijk die van B-Ware), referentiewaarden per habitatype op te stellen.

3.1.5 IJzer/sulfaat ratio grondwater

Hanhart en Van Ek (2017) vermelden dat in natte vegetaties de molaire verhouding ijzer/sulfaat van het grondwater niet lager mag zijn dan 1 tot 0,5 om zo het risico op neerslaan van ijzer met sulfaat te verkleinen. Hierdoor neemt immers de beschikbaarheid van P in de bodem toe. In de beoordelingstabel 12 wordt echter vermeld dat een molaire verhouding ijzer/sulfaat > 1 een negatieve beoordeling krijgt en een positieve indien deze ratio < 0.5. Deze beoordeling is niet in overeenstemming met de onderbouwing. De juiste beoordeling is:

trend	beoordeling
molaire verhouding ijzer/sulfaat > 1	+
molaire verhouding ijzer/sulfaat tussen 0,5 en 1	0
molaire verhouding ijzer/sulfaat < 0,5	-

3.1.6 Conclusie

Naar ons oordeel is het meetplan grotendeels geschikt om de effectiviteit van de herstelmaatregelen te beoordelen. In paragraaf 3.1.7 worden een aantal aanbevelingen en verbeterpunten voorgesteld.

3.1.7 Aanbevelingen

- Het is belangrijk om de monitoring ook in de 2^e beheerplanperiode voort te zetten om zo datareeksen op te bouwen die voldoende lang zijn om goed onderbouwde uitspraken over trends in ontwikkeling te kunnen doen.
- Maak bij een volgende evaluatie gebruik van oude gegevens, zoals eerdere vegetatiekaarten en de extra PQ's uit LMF, meetnet vegetatie Gelderland en LVD.
- Aanscherping dan wel uitbreiding van de toetsingscriteria voor grondwaterstanden, pH, basenbezetting, P-concentraties en Fe/SO₄ ratio in onderdeel grondwaterkwaliteit, zoals in voorgaande paragrafen is beschreven.

3.2 Implementatie meetplan procesmonitoring

De voorgenomen monitoringsfrequentie, zoals beschreven in tabel 6 in het meetplan procesindicatoren (Hanhart en Van Ek, 2017) is weergegeven in Tabel 3-1. In 2017 en 2018 zou een eerste meetronde worden uitgevoerd, die

in 2019 en 2020 zou worden herhaald. Op deze manier werd beoogd om conclusies over de trend in ontwikkeling tijdens de eerste beheerplanperiode (2015-2021) te kunnen trekken.

Tabel 3-1. Monitoringsfrequentie volgens meetplan (Hanhart en Van Ek, 2017).

meetjaar:	peilbuizen	waterkwaliteit	bodemchemie	pH profielen	soortenkartering in pH raaien	permanent kwadraat	vegetatiekartering SNL	toetsing
2017	1				1	1		
2018	1	1	1	1				
2019	1	1					1	
2020	1	1	1	1	1	1		
2021	1	1						1
totaal:	5	4	2	2	2	2	1	1

In de praktijk blijkt de monitoringsfrequentie zeer sterk af te wijken van dit plan. Tot op heden (augustus 2020) ziet de werkelijke uitvoering eruit zoals vermeld in Tabel 3-2. Alleen monitoring van de peilbuizen is uitgevoerd volgens plan. Voor alle andere indicatoren geldt dat de monitoring later is gestart dan in meetplan vermeld stond, en daarom ook niet is herhaald. Alleen de waterkwaliteit is in twee opeenvolgende jaren (2019-2020) gemeten. Bevoegd gezag geeft aan dat herhaling van de monitoring plaats zal vinden volgens de afgesproken frequentie.

Tabel 3-2. Uitgevoerde monitoringsfrequentie.

meetjaar	peilbuizen	waterkwaliteit	Bodemchemie	pH profielen	Soortenkartering in pH raaien	Permanent kwadraat	Vegetatiekartering SNL	toetsing
2017	1							
2018	1							
2019	1	1	1	1	1		1	
2020	1	1				1		1

3.2.1 Conclusie

De planning van de monitoring is niet geïmplementeerd volgens het meetplan. De reden hiervoor is dat afspraken tussen provincie en terreinbeheerder over de verantwoordelijkheid van de uitvoering te lang op zich hebben laten wachten. Voor alle indicatoren, met uitzondering van grondwaterstanden, zijn de afwijkingen groot en ontbreekt een herhaling van metingen. Aangezien enkele maatregelen al waren uitgevoerd vóór het opstellen van het monitoringsplan, ontbreekt een nul-meting. Het gevolg van bovenstaande is dat in deze evaluatie helaas niet (nog) mogelijk is om voor deze indicatoren uitspraken te doen over een (eerste) trend in ontwikkeling.

Afspraken t.a.v. verantwoordelijk van monitoring zijn duidelijk: Bevoegd gezag stuurt monitoring aan. Alle abiotische zaken (behalve peilbuizen kwantiteit) worden door bevoegd gezag aangestuurd. Bevoegd gezag heeft met beheerder afspraken gemaakt voor uitvoering biotische monitoring en financiert die monitoring.

3.2.2 Aanbevelingen

Het is belangrijk om de afspraken t.a.v. de monitoringsfrequentie na te komen om veranderingen in de (a)biotiek te kunnen beoordelen.

3.3 Aanlevering monitoringsdata

KWR heeft de monitoringsdata tijdig via de Provincie Gelderland aangeleverd gekregen. Deze aangeleverde monitoringsdata waren overwegend duidelijk en compleet. Data van de grondwatermeetreeksen diende KWR zelf bij bronhouder (Verbelco) op te vragen. Dat heeft wel geleid tot enkele onduidelijkheden die grotendeels tijdens project zijn opgelost.

3.3.1 Aanbevelingen:

Op basis van onze ervaringen t.a.v. aanlevering van monitoringsdata doen wij de volgende aanbevelingen:

- In het gebied komen vaak peilbuizen voor die behoren tot verschillende meetnetten (lokaal versus provinciaal meetnet bijvoorbeeld), en/of reeds bestaande peilbuizen versus peilbuizen die t.b.v. de monitoring zijn bijgeplaatst. Wij bevelen aan dat bevoegd gezag vooraf na gaat of gegevens van alle relevante peilbuizen kunnen worden aangeleverd én dat per peilbuis de gehele meetreeks kan worden aangeleverd. Dit laatste is met name van belang indien beheer meetnet in andere handen is gekomen.
- Bevoegd gezag levert vervolgens ook grondwaterstanden zelf aan uitvoerder aan. Zo wordt voorkomen dat uitvoerder met een onvolledige dataset te werk gaat.
- Bevoegd gezag voorziet uitvoerder bij aanvang evaluatie van overzicht van conversie van lokale (peilbuis)codes naar NITG codes. Uitvoerder maakt gebruik van deze uniforme (NITG)codes voor alle peilbuizen om de toegankelijkheid van grondwatermeetreeksen te vergroten.
- Uitvoerder reserveert aan begin van project tijd om alle data te controleren op volledigheid en plausibiliteit. Tussen bevoegd gezag en opdrachtnemen van de toetsing worden duidelijke afspraken gemaakt over welke onderdelen en op welke wijze controle en validatie plaats dient te vinden.
- Het meetplan schrijft toetsing voor aan de indicatoren pH-H₂O van de bodem. In de aangeleverde data van de bodemchemiemonsters is deze variabele echter niet gemeten (wel pH-NaCl). Aangezien in de Ecologische vereisten van habitattypen pH-H₂O van de bodem wordt gebruikt, bevelen wij aan om bij toekomstige metingen aan de bodem chemie (ook) de pH-H₂O te meten.
- Bevoegd gezag controleert of opslag van monitoringsdata (in dit geval specifiek voor grondwaterreeksen) op de juiste wijze gebeurt. Het meetplan doet hiervoor in paragraaf 4.6 aanbevelingen voor.

3.4 Conclusie t.a.v. meetplan en monitoringsgegevens

Uit paragrafen 2.1-2.3 is gebleken dat de beoogde beoordeling van toestand en trend in ontwikkeling in dit gebied maar beperkt mogelijk is. Vooral het ontbreken van meerdere monitoringsrondes in de tijd, heeft ervoor gezorgd dat uitspraken over trends niet of heel beperkt mogelijk zijn gebleken. Wel konden conclusies getrokken worden over de toestand van de habitattypen in relatie tot hun ecologische vereisten en Natura 2000 doelstellingen.

Op welke wijze de beoordeling is uitgevoerd, wordt per monitoringsindicator toegelicht in hoofdstuk 4 en 5.

4 Toestandbeoordeling habitattypen

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van de toestandbeoordeling van de standplaatscondities van de aanwezige habitattypen. Figuur 2-2 geeft het overzicht van het meetplan met de locaties van de meetpunten en de ligging van de habitattypen. De toestandbeoordeling is gebaseerd op een vergelijking van de meest actuele standplaatscondities “vocht”, “voedselrijkdom” en “zuurgraad” in relatie tot de vereisten die de aanwezige habitatype aan deze standplaatscondities stellen (Tabel 4-1). Voor de variabele “vocht” zijn met *Menyanthes* de GxG-waarden berekend over de periode 2015-2020, dus in de periode nadat de meeste herstelmaatregelen zijn getroffen. Voor de variabele “voedselrijkdom” wordt de concentratie plantbeschikbaar fosfaat (gemeten als P-Olsen) gebruikt met als streefwaarde 300 µmol/l verzamelde bodem (Hanhart en Van Ek, 2017 en cf. referentiedatabase B-ware).

Gebruikte data:

- GVG en GLG: door *Menyanthes* berekend voor periode 2015-2020 op basis van data uit Waterweb
- Voedselrijkdom: P-Olsen concentraties volgens analyseresultaten bodemchemie B-Ware (2019). Betreft monsters van de bovenste 20 cm van de bodem.
- Zuurgraad: pH grondwater in wortelzone volgens analyseresultaten B-Ware (2020) tenzij anders vermeld.

Tabel 4-1. Ecologische vereisten habitattypen (Kernbereik en aanvullend bereik; Bron: Runhaar 2017)

	Vocht		Voedselrijkdom		Zuurgraad	
	Kernbereik	Aanvullend bereik	Kernbereik	Aanvullend bereik	Kernbereik	Aanvullend bereik
H3130 – Zwak gebufferde vennen	Diep water (GVG < 50 cm – mv) Ondiep permanent (GVG - 50 tot -20 cm – mv) Ondiep droogvallend (idem) Langdurig inunderend (GVG -20 tot – 5 cm – mv) Kritische GLG: n.v.t. semi-aquatisch systeem		Zeer voedselarm tot matig voedselrijk		Neutraal (PH 7,0 – 7,5) tot Matig zuur (pH 4,5 – 5,0)	
H4010A – Vochtige heiden	Zeer nat (GVG -5 tot 10 cm – mv) tot Zeer vochtig (GVG 25 tot 40 cm – mv) Kritische GLG: 155 tot 170 cm – mv	Vochtig (GVG > 40 cm – mv)	Zeer voedselarm	Matig voedselarm	Matig zuur (pH 5,0 – 5,5) tot Zuur (pH < 4,5)	Zwak zuur pH (5,5 – 6,0)
H6230 Heischrale graslanden	Nat (GVG 10 tot 25 cm – mv) tot Droog (zandgrond zonder grondwaterinvloed)		Zeer voedselarm tot Matig voedselrijk	Licht voedselrijk	Matig zuur (pH 5,0 – 5,5) tot Zuur (pH < 4,5)	Zwak zuur (pH 5,5 – 6,0)
H6410 – Blauwgraslanden	Zeer nat (GVG - 5 tot 10 cm – mv) tot Nat (GVG 10 tot 25 cm – mv) Kritische GLG: zeer ondiep vanwege kwelafhankelijkheid	Zeer vochtig (GVG 25 tot 40 cm – mv)	Matig voedselarm tot Licht voedselrijk	Matig voedselrijk	Zwak zuur (pH 6,0 – 6,5) tot Matig zuur (a) (pH 5,0 – 5,5)	Neutraal (pH 6,5 – 7,0); Matig zuur (b) (pH 4,5 – 5,0)
H7150 – Pioniervegetaties met snavelbiezen	Nat (GVG 10 tot 25 cm – mv) tot Droog (GVG > 40 cm – mv) Kritische GLG: 155 tot 170 cm – mv		Zeer voedselarm tot Matig voedselrijk	Licht voedselrijk	Matig zuur (pH 5,0 – 5,5) tot Zuur (pH < 4,5)	Zwak zuur (pH 5,5 – 6,0)
H91E0C – Vochtige alluviale bossen	Langdurig inunderend (GVG -20 tot 05 cm – mv) tot Vochtig (GVG > 40 cm - mv) Kritische GLG Vogelkers-Essenbos: 155 tot 170 cm – mv Kritische GLG Elzenzegge-Elzenbroek: < 70 cm – mv	Matig droog (GVG > 40 cm – mv)	Licht voedselrijk tot Matigvoedselrijk	Zeet voedselrijk	Neutraal (pH 7,0 – 7,5) tot Matig zuur (pH 5,0 – 5,5)	Basisch (pH > 7,5) Matig zuur (pH 4,5 – 5,0)

4.1 H3130 – Zwak gebufferde vennen

Dit habitatype komt op verschillende plekken in ET-heide voor; zowel nabij het noordelijke als het zuidelijke transect (zie Figuur 2-2). Ook zijn verschillende meetpunten geplaatst op locaties die representatief zijn voor dit habitatype (Tabel 4-2; en Bijlage 9 van Hanhart en Van Ek (2017)). De toestandsbeoordeling kan dan ook op meerdere meetpunten gebaseerd worden. Echter, van sommige locaties ontbreken data in de ons aangeleverd grondwaterstandsreeksen en konden GxG-waarden niet worden bepaald (Tabel 4-2).

Tabel 4-2. Toetsing ecologische vereisten H3130 – Zwak gebufferde vennen. Betekenis kleuren: Groen indiceert: voldoet aan kernbereik; Geel: voldoet aan aanvullend bereik; Rood: voldoet niet aan aanvullend bereik. (*) meetreeks te kort om GxG te bepalen.

Lokale code	NITG code	Habitatype actueel voorkomend (A), locatie representatief (R) of mogelijk geschikt (R?)	Vocht-GVG (m-maaiveld)	Vocht-GLG (m-maaiveld)	Voedselrijkdom P-Olsen (micromol/L)	Zuurgraad
Noordelijk transect						
B114/ W114/	B33G1112001	R	-0,03	0,90		5.66
W040		A				5.55
W039/ C039	P33G0025001	A			375	5.19
Zuidelijk transect						
C001		R			925	5.35 (pH-NaCl)
C002		R			319	5.06 (pH-NaCl)
B105/ W105/ C105	B33G1108001	R	-0,17	0,95	1351	6.15
Overige meetpunten						
B009/	B33G0390001	A	-0,10	1,14		

W009B/ C009B					783	5.36
B110B/ W110B/ C110B		A	(*)	(*)	783	5.62
B33G1190-01/ C003	B33G1190-01	R?	(*)	(*)	83	4.06 (pH NaCl)
C004		R?			251	7.72 (pH NaCl)
C005		R?			1425	4.96 (pH NaCl)

4.1.1 Eindoordeel toestand

GVG-waarden konden maar voor enkele meetpunten worden berekend. Op die drie locaties waren deze waarden in het kernbereik van het habitatype. De gemiddelde laagste grondwaterstanden (GLG) waren op deze locaties echter zeer laag. Hoewel de ecologische vereisten geen drempelwaarden voor GLG voorschrijven en het habitatype gebaat is bij (kortdurende) droogval, zijn de GLG waarden waarschijnlijk te laag (grondwaterstand zakt 's zomers te ver uit) met een te korte inundatieduur tot gevolg. Aan vereisten t.a.v. de zuurgraad wordt voldaan. Anders is dit voor de voedselrijkdom. Vooral de meetpunten langs het zuidelijke transect kennen hoge P-Olsen waarden (ruimschoots hoger dan de streefwaarde van 300 $\mu\text{mol/l}$ bodem en indiceren dat de bodem nog te voedselrijk is voor dit habitatype. Mogelijk liggen deze locaties in voormalige landbouwpercelen. Dit lijkt in elk geval voor meetpunt C005 te gelden waar bij plagwerkzaamheden is gebleken dat in deze laagte banen donkere, voedselrijke grond aanwezig zijn (pers. mededeling Ellen ter Stege).

Samenvattend: grondwaterstanden en voedselrijkdom zijn op de meeste locaties nog niet geschikt voor dit habitatype. De grondwaterstanden zakken in de zomers te diep weg en de voedselrijkdom is veelal nog te hoog.

4.2 H4010A – Vochtige heiden

Dit habitatype komt op een beperkt aantal plekken in ET-heide voor: ten westen van de Mestweg nabij het noordelijke transect, en aan de zuidgrens van het gebied waar het zuidelijke transect één locatie doorsnijdt (Figuur 2-2). Ook is één meetpunt geplaatst op een locatie die representatief (C006) is voor dit habitatype.

Tabel 4-3. Toetsing ecologische vereisten H4010A – Vochtige heiden. Betekenis kleuren: Groen indiceert: voldoet aan kernbereik; Geel: voldoet aan aanvullend bereik; Rood: voldoet niet aan aanvullend bereik. (*) meetreeks te kort om GxG te bepalen.

Lokale code	NITG code	Habitatype actueel voorkomend (A), locatie representatief (R) of mogelijk geschikt (R?)	Vocht-GVG (m-maaiveld)	Vocht-GLG	Voedselrijkdom Olsen P: micromol/L	Zuurgraad
Noordelijk transect						
	B33G1191	Data ontbreekt	Data ontbreekt	Data ontbreekt	Data ontbreekt	Data ontbreekt
C006		R			122	4.9
Zuidelijk transect						
B035	B33G1407001	A	(*)	(*)		

4.2.1 Eindoordeel toestand

Het aantal meetpunten en de beschikbare data per meetpunt is dermate beperkt dat een goede toestandsbeoordeling van dit habitatype niet kan worden bepaald. We raden daarom aan om ten minste twee meetpunten in dit habitatype bij te plaatsen. Eén meetpunt dient in dit habitatype nabij het noordelijke transect geplaatst te worden en één in het zuidelijke transect. In elk meetpunt dienen zowel grondwaterstanden (peilbuis) als grondwater- en bodemchemie gemonitord te worden. Hiertoe kan in het zuidelijke transect worden aangesloten bij peilbuis B035. Een aanbeveling is verder om in die bestaande locatie van dit habitatype in het zuidelijke transect ook een PQ te plaatsen om de effecten van (druk)begrazing op de vegetatie te volgen.

4.3 H6230 Heischrale graslanden

Dit habitatype komt in de actuele situatie niet voor in ET-heide (zie Figuur 2-2), maar wel in andere delen van het Natura 2000-gebied Landgoederen Brummen waar ET-heide deel van uitmaakt. Voor dit habitatype geldt op die locaties een uitbreidingsdoel evenals een kwaliteitsverbetering.

4.3.1 Eindoordeel toestand

Dit habitatype komt in de actuele situatie niet in ET-heide voor. De herstelmaatregel afplaggen/verwijderen bouwvoor (M2) beoogt wel de ontwikkeling van dit habitatype in delen van ET-heide. In de werksessie met

betrokken (d.d. 31 augustus 2020) is afgesproken om de eventuele ontwikkeling van dit habitatype als resultaat van de plagmaatregelen af te wachten en in dat geval meetpunt(en) bij te plaatsen.

4.4 H6410 – Blauwgraslanden

Dit habitatype komt op verschillende plekken in ET-heide voor; zowel nabij het noordelijke als het zuidelijke transect (zie Figuur 2-2). Ook zijn verschillende meetpunten geplaatst op locaties die representatief zijn voor dit habitatype (Tabel 4-4; en Bijlage 9 van Hanhart en Van Ek (2017)). De toestandsbeoordeling kan dan ook op meerdere meetpunten gebaseerd worden. Echter, van sommige locaties ontbreken data in de ons aangeleverd grondwaterstandsreeksen en konden GxG-waarden niet worden bepaald (Tabel 4-4).

Tabel 4-4. Toetsing ecologische vereisten H6410 – Blauwgraslanden. Betekenis kleuren: Groen indiceert: voldoet aan kernbereik; Geel: voldoet aan aanvullend bereik; Rood: voldoet niet aan aanvullend bereik.. (*) meetreeks te kort om GxG te bepalen.

Lokale code	NITG code	Habitatype actueel voorkomend (A), locatie representatief (R) of mogelijk geschikt (R?)	Vocht-GVG (m- maaiveld)	Vocht-GLG (m- maaiveld)	Voedselrijkdom P-Olsen (micromol/L)	Zuurgraad pH-H2O GW
Noordelijk transect						
B013/ W013/ C013	B33G0404	A	-0.01	1.25	581	4.62
B108/ W108/ C105		R?	0.107	1.067	1015	5.85
Zuidelijk transect						
B105/ W105/ C105	B33G1108001	R	-0,17	0.95	1351	6.15
B037/ W037/	Niet bekend	R	(*)	(*)		6.05

C037					353	
Overige meetpunten						
B009/ W009/ C009	B33G0390001	R	-0,10	1,14	783	5.36
B110B/ W110B/ C110B	B33G1111002	R?	0.14	1.03	783	5.62

4.4.1 Eindoordeel toestand

Op alle meetpunten zakt de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) ver uit en is daarbij buiten kern- of aanvullend bereik van dit habitatype. Een (zeer) ondiepe GLG is voor dit habitatype van belang vanwege de afhankelijkheid van de aanvoer van basenrijk kwelwater. Op de meeste meetpunten is de zuurgraad binnen het kernbereik, maar is vooral de voedselrijkdom (waarvoor P-Olsen als indicator is gebruikt) te hoog.

T.a.v. meetpunt B105: in Hanhart en Van Ek (2017) is deze locatie opgenomen als representatieve locatie voor Blauwgrasland. Ellen ter Stege (Natuurmonumenten) geeft echter aan dat op deze locatie de ontwikkeling van blauwgrasland daar niet wordt beoogd, en dat de locatie meer geschikt is voor grote zeggenmoeras en/of dotterbloemhooiland. De aanbeveling is om op dit punt het meetplan aan te passen (Bijlage 9 van meetplan).

4.5 H7150 – Pionervegetaties met snavelbiezen

Dit habitatype komt op een beperkt aantal plekken in ET-heide voor; met name nabij het zuidelijke transect (zie Figuur 2-2) en in gradiënt met H4010A Vochtige heiden. Representatieve locaties zijn niet geselecteerd (zie kolom “toetsing” in Bijlage 9 van Hanhart en Van Ek (2017)). Alleen de nieuw geplaatste peilbuis B035 staat in de buurt van actueel voorkomen van dit habitatype. Grondwaterstandsgegevens van dit meetpunt zijn echter nog van onvoldoende lengte om GxG-waarden te kunnen bepalen.

4.5.1 Eindoordeel toestand

Een eindoordeel over de actuele toestand van dit habitatype kon niet worden bepaald, omdat (representatieve) gegevens ontbreken. We raden daarom aan om één of meerdere meetpunten in dit habitatype bij te plaatsen, en hierin aan te sluiten bij de aanvullende meetpunten die voor H4010A Vochtige heiden nodig zijn (zie 4.2.1)

4.6 H91E0C – Vochtige alluviale bossen

Dit habitatype komt zeer beperkt voor in ET-heide: alleen op twee locaties in de zuidwest hoek. Voor dit habitatype is deelgebied ET-heide dan ook niet het kerngebied, en andere deelgebieden in het Natura 2000-gebied Landgoederen Brummen zijn daarvoor belangrijker. Het meetplan weerspiegelt deze keuze en er zijn dan ook geen meetpunten in dit habitatype geplaatst. Uitspraken over toestand en trend van dit habitatype zijn dan ook niet mogelijk.

4.7 Beoordeling actuele toestand aanwezige habitattypen

Op basis van de beschikbare gegevens, met de kanttekening dat niet voor alle habitattypen alle gegevens beschikbaar zijn, lijken de volgende voorlopige conclusies te kunnen worden getrokken:

- Voorjaarsgrondwaterstanden (GVG) zijn in of dicht tegen kernbereik van H3130 en H6410
- Grondwaterstanden zakken in de zomer echter nog te ver uit: GLG waarden zijn te laag
- Voedselrijkdom, met als indicator P-Olsen, lijkt met name langs het zuidelijke transect, en in mindere mate langs het noordelijke transect, nog te hoog.
- Zuurgraad: de gemeten pH-waarden in grondwater indiceren matig zure tot neutrale condities (range in pH is 4.62 – 6.15) en voldoen aan de vereisten van de aanwezige habitattypen.

Wat dit betekent voor het behalen van de Natura 2000 doelstellingen en het herstel op systeemniveau, wordt in hoofdstukken 5, 6 en 7 toegelicht.

4.8 Aanbevelingen

- In Bijlage 9 van Hanhart en Van Ek (2017) wordt voor de meetpunten aangegeven of zij in een habitatype gelegen zijn, of dat de standplaats representatief is voor (de ontwikkeling) van een habitatype. Tijdens de werksessie met betrokkenen bleek dat de inzichten t.a.v. een aantal van deze locaties is veranderd en dat een update van deze tabel wenselijk is.
- Habitattypen H4010A Vochtige heiden en H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen worden in de huidige opzet van het meetplan onderbelicht. Om uitspraken te kunnen doen over toestand en trend van deze habitattypen is het noodzakelijk om aanvullende meetpunten te plaatsen voor bodem- en waterchemie. Te overwegen is om een extra peilbuis te plaatsen in de Vochtige heide locatie ten oosten van de Mestweg, net ten noorden van de grens van dit deelgebied.

5 Toestand- en trendbeoordeling procesindicatoren

5.1 Grondwaterstand

5.1.1 Achtergrond:

Van belang voor habitattypen: H3130, H4010A, H6410, H7150, H91E0C

Doel metingen waterstand (Hanhart en Van Ek, 2017): In ET-heide zijn in 2013 vrijwel alle hydrologische maatregelen uitgevoerd. Alleen de Veldbeek is nog niet geheel gedempt. Door met name peilbuizen te kiezen, waarvan metingen beschikbaar zijn van voor de grootschalige ingrepen in 2013 kan het effect op de grondwaterstanden worden bepaald.

Voor peilbuizen die geplaatst zijn in of vlakbij een habitatype kan worden gecontroleerd in hoeverre het grondwaterregime na de uitvoering van de maatregelen voldoet aan de toetsingswaarden aan de vochttoestand en overstroming genoemd in de PAS gebiedsanalyse (Runhaar 2016) en de database Ecologische vereisten habitatype. In deze database wordt onderscheid gemaakt tussen een optimaal “kernbereik” en suboptimaal “aanvullend bereik”. Voor de beoordeling van de waargenomen trend wordt verwezen naar onderstaande Tabel 7.

5.1.2 Aanpak

Het programma Menyanthes is gebruikt om de grondwatermeetreeksen te analyseren. Slechts van 9 meetpunten uit het meetplan zijn gegevens aangeleverd. Met uitzondering van meetpunt P33E0005001 konden op basis van neerslag en verdamping betrouwbare tijdreeksmodellen worden berekend. Met deze modellen is bepaald of de gemiddelde grondwaterstand in een vijfjarige periode na de uitvoering van de herstelmaatregelen (2015-2020) verschillend is ten opzichte van een vijfjarige (referentie)periode voor de uitvoering van de herstelmaatregelen (2005-2010). Hierbij is de verwachting dat de gemiddelde grondwaterstand is gestegen als gevolg van de hydrologische herstelmaatregelen en dus (significant) hoger is dan in de referentieperiode. Omdat niet van alle meetpunten de meetreeksen lang genoeg waren (enkele startten pas in de loop van 2006, kon deze vergelijking niet betrouwbaar worden uitgevoerd en dienen de resultaten vooral indicatief te worden beschouwd. De keuze voor deze vijfjarige perioden was overigens arbitrair en kan in een volgende analyses anders zijn. In elk geval dient een vergelijking gemaakt te worden tussen de gemiddelde situatie voor en na de maatregelen.

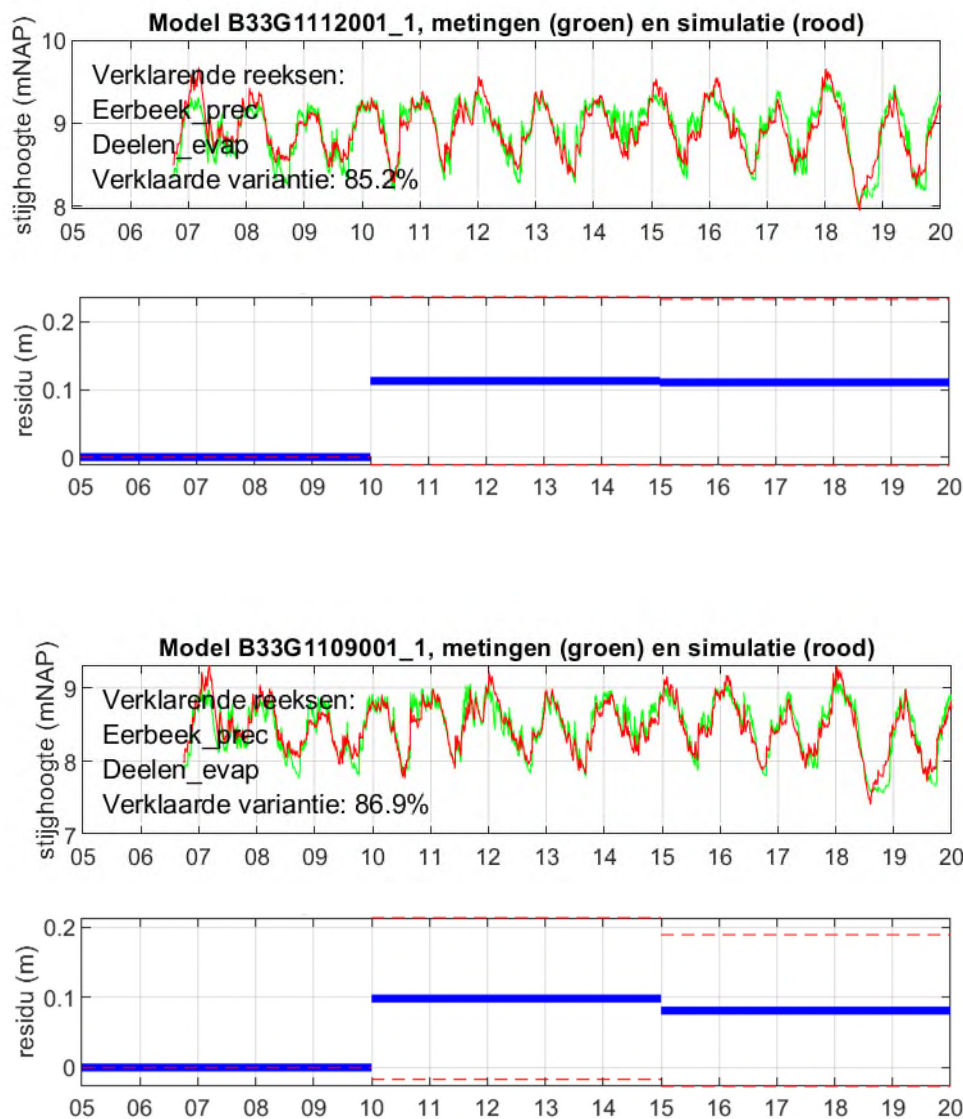
Data/bronnen:	Export grondwaterstandsreeksen uit Waterweb van Verbelco (zie Bijlage III).												
Toetsing:	Vergelijking van gemiddelde grondwaterstand in een vijfjarige periode na de uitvoering van de herstelmaatregelen (2015-2020) ten opzichte van een vijfjarige (referentie)periode voor de uitvoering van de herstelmaatregelen (2005-2010). De toetsing van een trend is c.f. Tabel 7 uit Hanhart en Van Ek (2017). <i>Tabel 7: Beoordeling grond- en oppervlaktewater</i> <table> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> <tr> <td>grondwaterstand vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt</td><td>-</td></tr> <tr> <td>grondwaterstand vertoont geen stijgende of dalende trend</td><td>0</td></tr> <tr> <td>grondwaterstand vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik</td><td>+/-</td></tr> <tr> <td>grondwaterstand vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik</td><td>+</td></tr> <tr> <td>grondwaterstand vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik</td><td>++</td></tr> </table>	trend:	beoordeling	grondwaterstand vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt	-	grondwaterstand vertoont geen stijgende of dalende trend	0	grondwaterstand vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-	grondwaterstand vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+	grondwaterstand vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++
trend:	beoordeling												
grondwaterstand vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt	-												
grondwaterstand vertoont geen stijgende of dalende trend	0												
grondwaterstand vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-												
grondwaterstand vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+												
grondwaterstand vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++												

5.1.3 Toelichting en resultaten data-analyse

Een overzicht van de meetreeksen en resultaten van de tijdreeksmodellering zijn vermeld in Bijlage III. In deze paragraaf worden alleen de resultaten getoond van de vergelijking tussen gemiddelde grondwaterstand voor en na de herstelmaatregelen. Hiervoor is de gemiddelde grondwaterstand in de periode 2005-2009 vergeleken met die in de periode 2015-2019. Een deel van eventuele verschillen kan worden toegeschreven aan (trends in) neerslag en verdamping in deze perioden. Dit deel wordt in onderstaande figuren vermeld als 'verklaarde variantie'. Na correctie voor deze factoren blijven 'residuen' over. Er is sprake van een **significant verschil** tussen beide vijfjarige perioden indien de gemiddelde residuen (blauwe lijn) en 90% betrouwbaarheidsintervallen (rode lijnen) van de periode 2015-2019 geheel boven of onder de blauwe lijn van de referentieperiode (2005-2009) liggen.

Noordelijk transect

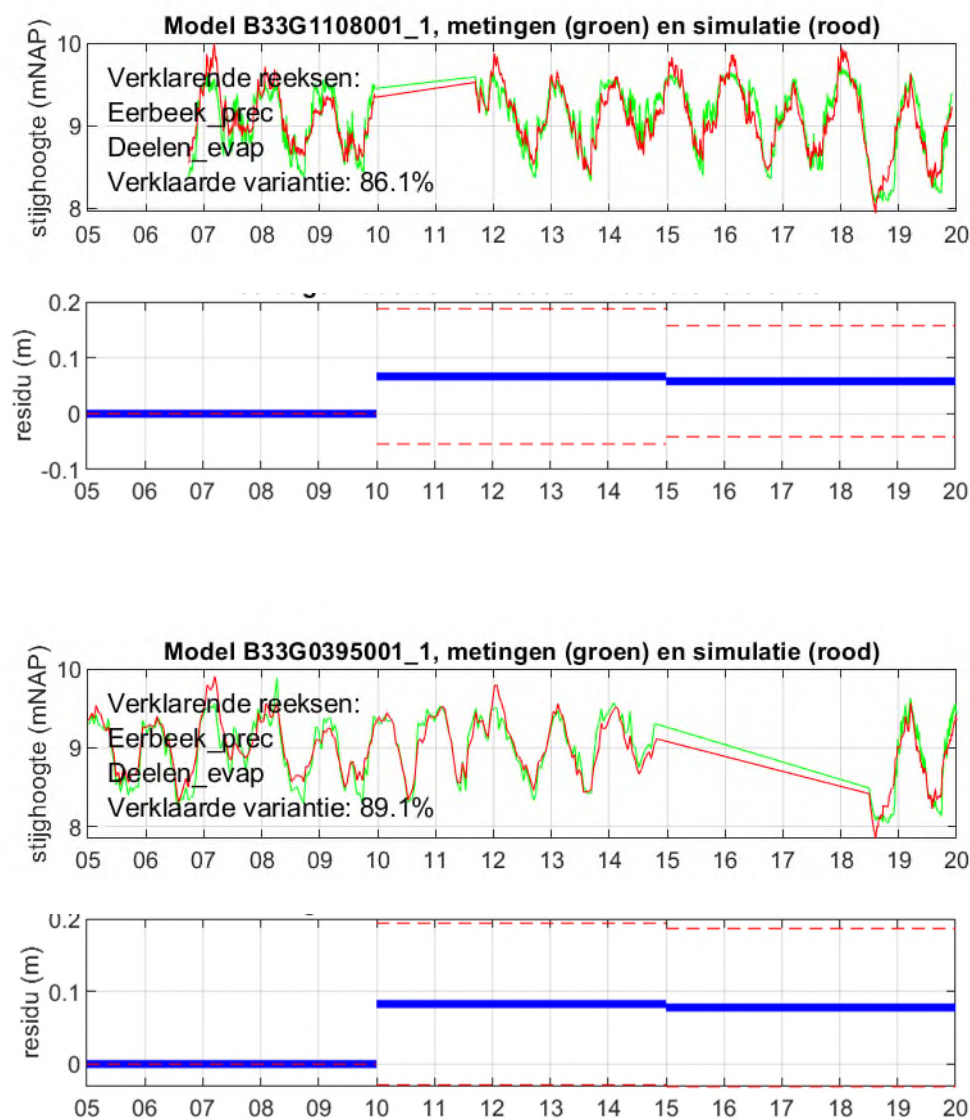
Alleen van de meetpunten aan beide uiteinden van dit transect kon de vergelijking tussen grondwaterstanden voor en na de ingrepen worden bepaald (Figuur 5-1). In beide locaties lijkt de grondwaterstand na de herstelmaatregelen (net niet significant) hoger, maar omdat de meetreeksen niet de gehele referentieperiode bestrijken, dienen deze resultaten vooral ter indicatie van de ontwikkelingen.



Figuur 5-1. Vergelijking van de gemiddelde grondwaterstand na de herstelmaatregelen (2015-2020) met de referentieperiode (2005-2010) voor de uitvoering van de herstelmaatregelen voor meetpunten B114 (B33G1112001) en B108 (B33G1109001). Per locatie geeft de bovenste figuur de meetreeks weer, inclusief de verklaarde variantie door variabelen neerslag en verdamping, en de onderste figuur de gemiddelde residuen per vijfjarige periode na correctie voor neerslag en verdamping.

Zuidelijk transect

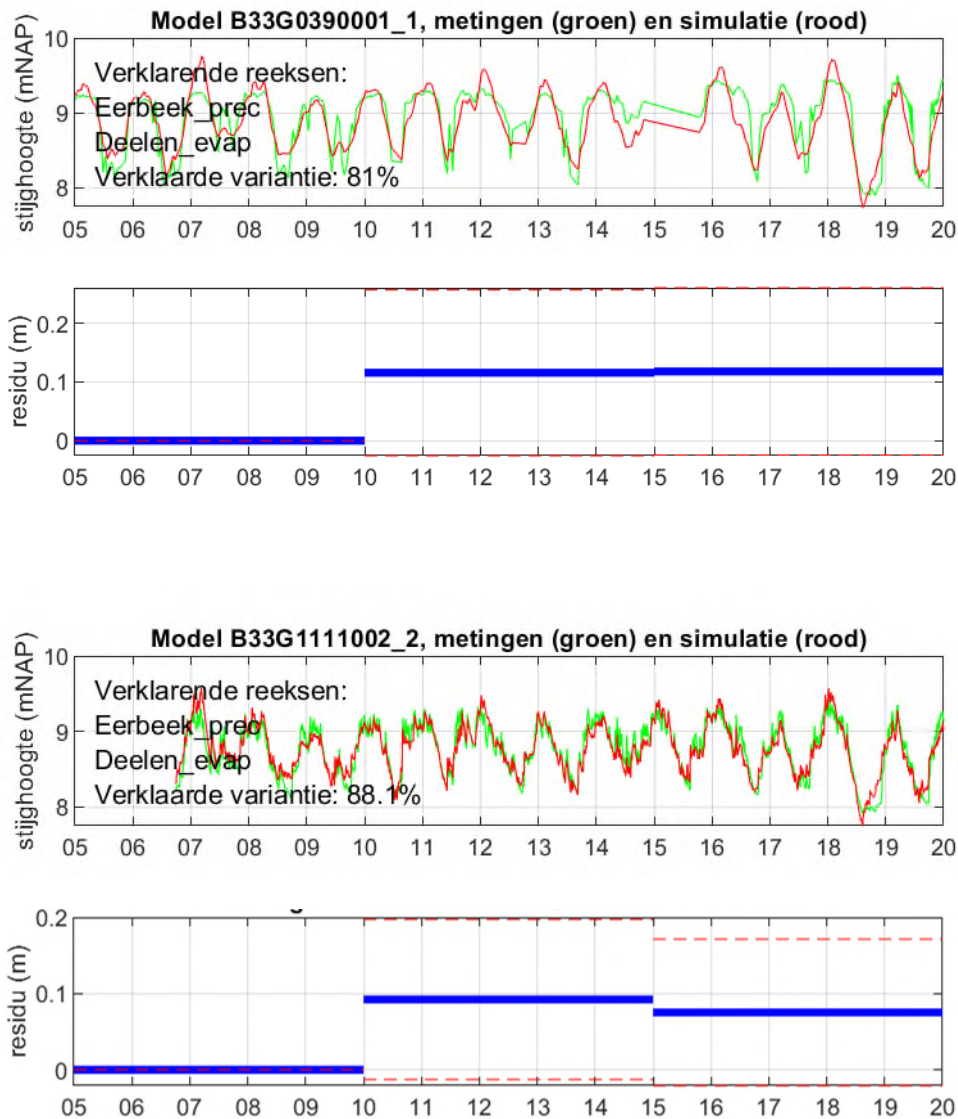
In dit transect was deze vergelijking alleen mogelijk voor B105, en B017. Voor B115 ontbraken voldoende metingen in de referentieperiode. In B105 (B33G1108001) werd geen verschil in grondwaterstand gevonden (Figuur 5-2), met de kanttekening dat de meetreeks in de referentieperiode niet lang genoeg was, maar in B017 (B33G0395001) was er wel effect van de hydrologische herstelmaatregelen waarneembaar (zij het net niet significant).



Figuur 5-2. Vergelijking van de gemiddelde grondwaterstand na de herstelmaatregelen (2015-2020) met de referentieperiode (2005-2010) voor de uitvoering van de herstelmaatregelen voor meetpunten B105 (B33G1108001) en B017 (B33G0395001). Per locatie geeft de bovenste figuur de meetreeks weer, inclusief de verklaarde variantie door variabelen neerslag en verdamping, en de onderste figuur de gemiddelde residuen per vijfjarige periode na correctie voor neerslag en verdamping.

Overige meetpunten

Zowel in B009 (B33G0390001) als B110 (B33G1111001), net ten noorden van het noordelijke transect, zijn de gemiddelde grondwaterstanden (net niet significant) hoger na uitvoering van de herstelmaatregelen dan ervoor (Figuur 5-3). Voor B110 dient de kanttekening te worden geplaatst dat de meetreeks niet de gehele referentieperiode bestrijkt.



Figuur 5-3. Vergelijking van de gemiddelde grondwaterstand na de herstelmaatregelen (2015-2020) met de referentieperiode (2005-2010) voor de uitvoering van de herstelmaatregelen voor meetpunten B009 (B33G0390001) en B110 (B33G1111001). Per locatie geeft de bovenste figuur de meetreeks weer, inclusief de verklaarde variantie door variabelen neerslag en verdamping, en de onderste figuur de gemiddelde residuen per vijfjarige periode na correctie voor neerslag en verdamping.

5.1.4 Conclusie

Analyse van de verandering in gemiddelde grondwaterstand als gevolg van de hydrologische herstelmaatregelen was voor een beperkt aantal meetpunten mogelijk. De resultaten van deze analyse lijken aan te geven dat de gemiddelde grondwaterstand als gevolg van de herstelmaatregelen enigszins is gestegen, en dat ondanks de zeer droge jaren 2018 en 2019. Deze effecten zijn het best waarneembaar bij de meetpunten op en vlakbij het noordelijke transect, al zijn de verschillen niet significant. Op basis hiervan kan voorzichtig geconcludeerd worden

dat er een positieve trend in de waterhuishouding is. Tegelijk is duidelijk dat, kijkend naar de werkelijke metingen (bovenste helft van elk figuur) de grondwaterstanden in de zomer, met name in de droge jaren 2018 en 2019 nog (te) ver uitzakken. Dit geeft aan dat de waterhuishouding van het gebied nog niet in staat is dergelijke droge perioden op te kunnen vangen. Het is daarom noodzakelijk om aanvullende maatregelen te nemen die bijdragen aan verder herstel van de waterhuishouding.

In hoofdstuk 4 is per habitattypen aangegeven of de GxG-waarden in de periode 2015-2020 overeenkomen met de ecologische vereisten.

5.2 Functioneren hydrologisch systeem op landschapsniveau

5.2.1 Achtergrond

Voor habitattypen H3130 en H6410 is de periodieke aanvoer van basenrijk grondwater essentieel. Wanneer het hydrologisch systeem op landschapsniveau op orde is, vindt in de winter opbolling van de grondwaterstand in dekzandruggen plaats. Ook vindt dan uittreding van basenhoudend grondwater onderaan in de gradiënt plaats en overstromen de laagtes tussen de dekzandruggen. Ten aanzien van de aanvoer van basenrijke kwel in ET-heide werden door Soede en Van Ham (2006) en Jansen et al. (2008) de volgende conclusies getrokken en knelpunten geconstateerd:

- Lokale kwel vanuit de aangrenzende dekzandruggen een belangrijke rol speelt in de aanvoer van basenrijk grondwater, dat hier op enkele meters onder maaiveld aanwezig is. Bij de lokale dekzandruggen en depressies waar het kwelwater niet wordt afgevangen, komt het tot in de wortelzone of tot aan het maaiveld. Dit gebeurt in het zuidelijk deelgebied (Tondense Heide).
- In de centrale laagte van de Tondense heide komt het kwelwater slechts tot in de wortelzone. Hier zijn de Veldbeek en de Populierensloot debet aan de afvang van grondwater.
- In het noordelijk deelgebied (Empesche Heide) zorgen de Zilvense Broekbeek en de Oude Voorsterbeek voor het afvangen van kwel, waardoor het basenrijke grondwater hier ver onder het maaiveld blijft.

De toetsing van het functioneren van het hydrologisch systeem op landschapsniveau wordt in het meetplan gezien als een kwalitatieve toetsing (door een ecohydroloog). Aspecten waarop getoetst dient te worden, zijn:

- Treedt er aan het eind van het winterhalfjaar opbolling van de grondwaterstand op in het centrum van de dekzandruggen ten opzichte van de grondwaterstand in de flanken van de dekzandruggen.
- Stijgt de grondwaterstand onder aan de flanken van de dekzandrug, waar aanvoer van basenhoudend grondwater wordt verwacht, periodiek uit boven het waterpeil in de laagten.

Als beoordelingstabel wordt tabel 8 uit het meetplan gebruikt:

Tabel 8: Beoordeling hydrologisch functioneren op landschapsniveau

geschiktheid hydrologisch systeem voor toestroming basenhoudend grondwater naar wortelzone	beoordeling
niet geschikt	-
onzeker	0
geschikt	+

5.2.2 Conclusie

Uit eerder onderzoek is gebleken dat basenrijke kwel in potentie op meerdere plekken in ET-heide tot in de wortelzone kan komen, of zelfs aan maaiveld kan uittreden, maar dat dit door verschillende knelpunten niet optimaal gebeurt. De uitgevoerde maatregelen die zich richtten op herstel van de hydrologie (M1) hadden tot doel deze knelpunten op te heffen. Uit analyse van de grondwaterstanden (5.1.1) is af te leiden dat enig herstel van de hydrologie lijkt te hebben plaatsgevonden, maar waarschijnlijk nog onvoldoende is om voor voldoende aanvoer van basenrijke kwel te kunnen zorgen.

Daarom moet geconcludeerd worden dat het hydrologisch functioneren nog niet geschikt is, maar dat er wel een positieve trend lijkt te zijn. Uitvoering van de geplande aanvullende hydrologische herstelmaatregelen is derhalve belangrijk.

5.2.3 Aanbeveling

Toetsingstabel 8 is wel geschikt voor een beoordeling van de **toestand**, maar niet voor de beoordeling van een **trend** in geschiktheid van het hydrologisch systeem. Een aanbeveling is daarom om de tekst van deze tabel als volgt aan te passen.

Toestand en trend hydrologisch systeem voor toestroming basenhoudend grondwater naar wortelzone	beoordeling
Geschikt, stabiele of positieve trend	+/+
Geschikt, trend is onzeker	+/-
Toestand en trend zijn onzeker	0/0
Ongeschikt, trend is positief	0/+
Ongeschikt, trend is onzeker	0/0
Ongeschikt, trend is negatief	-/-

5.3 Grondwaterkwaliteit

5.3.1 Achtergrond

Van belang voor habitattypen: H3130, H4010A, H6410, H7150, H91E0C

Doel metingen (Hanhart en Van Ek, 2017): door het meten van deze parameter op een beperkt aantal representatieve locaties waar toename van de basenbezetting in de bodem gewenst is, kan worden vastgesteld of het hydrologisch systeem op landschapsschaal is hersteld. Deze metingen dienen zo veel mogelijk op dezelfde locatie plaats te vinden als de metingen van de grondwaterstand, bodemchemie en opname van de vegetatie in een pq.

Kanttekening vooraf: Grondwaterkwaliteit is bemonsterd in 2019 en 2020. Hierdoor kan enige indicatie van ontwikkeling in de tijd worden afgeleid, maar uitspraken over een **trend** kunnen nog niet worden gedaan.

Tabel 5-1. pH, alkaliniteit en P-gehalten gemeten in grondwater (2020) en veranderingen t.o.v. 2019. Betekenis kleuren: pH: Groen indiceert: voldoet aan kernbereik aanwezig habitatype; Geel: voldoet aan aanvullend bereik; Rood: voldoet niet aan aanvullend bereik; Wit: kan niet worden beoordeeld. Gewenste stijgingen zijn in groen weergegeven, dalingen in rood.

	Noordelijk transect					Zuidelijk transect		overig	
habitatype	H3130	H6410	H3130	H3130	zuur ven?	repres H3130/H6410	repres H6410	H3160 / H6410	H3160 / H6410
Code	W114	W013	W040	W039	W108	W105	W037	W009B	W110B
pH 2020	5,66	4,62	5,55	5,19	5,85	6,15	6,05	5,36	5,62
Vershil 2020-2019	0,54	-0,28	0,2	0,46	-0,16	0,82	0,17	0,03	0,31
Alkaliniteit (µeq/l) 2019	0,61	0,55	0,08	0,51	1,30	0,74	1,49	0,69	0,47
Vershil 2020-2019 (*)									
P (ICP) (micromol/l)	4,2	5,1	0,8	8,5	2,8	10,2	3,8	5,2	2,7
Vershil 2020-2019	2,96	2,08	-0,22	6,9	-1,07	6,32	0,83	2,42	1,35
Fe/SO4 ratio 2020	1,56	1,35	0,05	1,7	2,12	23,8**	12,2**	3,46	0,865
Vershil 2020-2019	1,25	3,08	0,03	1,58	0,37	22,99	12,09	3,4	0,64

* in 2020 is alkaliniteit niet gemeten, waardoor verschil tussen 2020 en 2019 niet kan worden bepaald.

** zeer hoge Fe-concentraties gemeten in 2020. Bij toekomstige meting bepalen of dit een meetfout is geweest.

5.3.2 pH grondwater

Data/bronnen:	B-ware, bestand "Analyseresultaten Landgoederen Brummen" uit 2019 en 2020, tab Wateranalyses µmol.												
Toetsing:	Vergelijking met ecologische vereisten habitatype en score c.f. tabel 9 uit Hanhart en Van Ek, 2017. <table border="1"> <caption>Tabel 9: Beoordeling trend pH grondwater</caption> <thead> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH grondwater vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt</td><td>-</td></tr> <tr> <td>pH grondwater vertoont geen stijgende of dalende trend</td><td>0</td></tr> <tr> <td>pH grondwater vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik</td><td>+/-</td></tr> <tr> <td>pH grondwater vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik</td><td>+</td></tr> <tr> <td>pH grondwater vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik</td><td>++</td></tr> </tbody> </table>	trend:	beoordeling	pH grondwater vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt	-	pH grondwater vertoont geen stijgende of dalende trend	0	pH grondwater vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-	pH grondwater vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+	pH grondwater vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++
trend:	beoordeling												
pH grondwater vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt	-												
pH grondwater vertoont geen stijgende of dalende trend	0												
pH grondwater vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-												
pH grondwater vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+												
pH grondwater vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++												

Resultaat data-analyse

Waarden van pH-metingen kunnen sterk variëren in de tijd en de ruimte. Niet alleen gedurende het jaar, maar zelfs al binnen een dag. Het is daarom belangrijk dat bij herhaling van metingen zoveel mogelijk op hetzelfde moment in het jaar gemeten wordt. In dit onderzoek zijn de metingen verricht op 11 maart 2019 en herhaald op 10 maart 2020. De metingen beslaan nog een beperkte periode en van een trend kan derhalve nog niet worden gesproken. De gemeten veranderingen in pH tussen beide jaren dienen, vanwege bovengenoemde variatie, vooral kwalitatief te worden gezien.

Noordelijk transect: Verandering in pH tussen 2019 en 2020 laat een wisselend beeld zien (Tabel 5-1). Drie van de vier punten waar de pH binnen kernbereik van aanwezig habitatype ligt, laat bovendien een verdere toename van

de pH zien. Aandachtspunt is locatie W013 waar de pH nu 4.62 is en daarmee in aanvullend bereik van H6410 Blauwgraslanden ligt en gedaald is t.o.v. 2019.

Zuidelijk transect: De pH van beide meetpunten voldoen aan kernbereik en zijn licht toegenomen t.o.v. 2019.

Overige meetpunten: Ook meetpunten W009B en W110B, ten noorden van het noordelijke transect voldoen aan kernbereik en zijn licht toegenomen t.o.v. 2019.

Conclusie

De pH van het grondwater lag in 2020 op vrijwel alle meetpunten binnen het kernbereik van aanwezige (of beoogde) habitattypen en liet een stijging zien t.o.v. 2019. Hoewel van een trend nog niet gesproken kan worden, lijkt het oordeel van deze variabele: ++.

5.3.3 Basenbezetting (alkaliniteit) grondwater

Voor deze variabele zijn geen toetsingswaarden in het meetplan opgenomen, en wordt alleen een eventuele trend beoordeeld. Dit geldt ook voor de volgende twee paragrafen.

Data/bronnen:	B-ware, bestand "Analyseresultaten Landgoederen Brummen" uit 2019 en 2020, tab Wateranalyses μmol .								
Toetsing:	Beoordeling c.f. tabel 10 uit Hanhart en Van Ek, 2017. <table border="1"> <caption>Tabel 10: Beoordeling basenbezetting grondwater</caption> <thead> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>basenbezetting van het grondwater vertoont een dalende trend</td><td>-</td></tr> <tr> <td>basenbezetting van het grondwater blijft constant</td><td>0</td></tr> <tr> <td>basenbezetting van het grondwater vertoont een stijgende trend</td><td>+</td></tr> </tbody> </table>	trend:	beoordeling	basenbezetting van het grondwater vertoont een dalende trend	-	basenbezetting van het grondwater blijft constant	0	basenbezetting van het grondwater vertoont een stijgende trend	+
trend:	beoordeling								
basenbezetting van het grondwater vertoont een dalende trend	-								
basenbezetting van het grondwater blijft constant	0								
basenbezetting van het grondwater vertoont een stijgende trend	+								

Resultaat data-analyse en conclusie

Voor toetsing van de toestand van de alkaliniteit van het grondwater in de wortelzone ontbreken referentiewaarden en is derhalve niet mogelijk. Aangezien in 2020 de alkaliniteit niet opnieuw is bepaald, kunnen er geen uitspraken worden gedaan over verschillen tussen beide jaren.

5.3.4 ortho-P en totaal P gehalte grondwater

Data/bronnen:	B-ware, bestand "Analyseresultaten Landgoederen Brummen" uit 2019 en 2020, tab Wateranalyses μmol .										
Toetsing:	Beoordeling c.f. tabel 11 uit Hanhart en Van Ek, 2017. Het is onduidelijk welke natuurlijke waarden hier gehanteerd moeten worden (niet gedefinieerd). en die toetsing is hier dan ook niet uitgevoerd. Zie aanbeveling in paragraaf 3.1.4. Wel is gekeken naar verschil in totale hoeveelheid opgelost P tussen 2020 en 2019. <i>Tabel 11: Beoordeling ortho-P en totaal P gehalte van het grondwater.</i> <table> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> <tr> <td>gehalte ortho-P en totaal P neemt toe tot waarden boven het natuurlijke niveau</td><td>-</td></tr> <tr> <td>gehalte ortho-P en totaal P blijft gelijk boven het natuurlijke niveau</td><td>0</td></tr> <tr> <td>gehalte ortho-P en totaal P neemt af tot waarden onder het natuurlijke niveau</td><td>+</td></tr> <tr> <td>gehalte ortho-P en totaal P blijft gelijk op waarden onder het natuurlijke niveau</td><td>++</td></tr> </table>	trend:	beoordeling	gehalte ortho-P en totaal P neemt toe tot waarden boven het natuurlijke niveau	-	gehalte ortho-P en totaal P blijft gelijk boven het natuurlijke niveau	0	gehalte ortho-P en totaal P neemt af tot waarden onder het natuurlijke niveau	+	gehalte ortho-P en totaal P blijft gelijk op waarden onder het natuurlijke niveau	++
trend:	beoordeling										
gehalte ortho-P en totaal P neemt toe tot waarden boven het natuurlijke niveau	-										
gehalte ortho-P en totaal P blijft gelijk boven het natuurlijke niveau	0										
gehalte ortho-P en totaal P neemt af tot waarden onder het natuurlijke niveau	+										
gehalte ortho-P en totaal P blijft gelijk op waarden onder het natuurlijke niveau	++										

Resultaat data-analyse

Noordelijk transect: P concentraties verschillen sterk tussen meetpunten en namen op drie van de vijf meetpunten toe t.o.v. 2019, hetgeen een ongewenst effect is (Tabel 5-1). Meetpunt W108 liet echter een daling zien.

Zuidelijk transect: Beide meetpunten lieten een ongewenste toename zien in totaal-P concentratie t.o.v. 2019

Overige meetpunten: Ook deze beide meetpunten lieten een ongewenste toename zien in totaal-P concentratie t.o.v. 2019

Conclusie

Het is onduidelijk tegen welke natuurlijke achtergrondwaarden voor de aanwezige habitattypen deze metingen van de P-concentraties moeten worden afgezet. Een toetsing t.o.v. tabel 11 uit het meetplan is daarom niet goed mogelijk. De waargenomen toename van de P-concentraties in 2020 t.o.v. 2019 in bijna alle meetpunten is echter een ongewenste ontwikkeling. Het is voornamelijk onduidelijk wat de oorzaak is van deze toename.

5.3.5 IJzer/sulfaatratio in grondwater in natte vegetaties

Data/bronnen:	B-ware, bestand “Analyseresultaten Landgoederen Brummen” uit 2019 en 2020, tab Wateranalyses μmol .								
Toetsing:	Beoordeeld c.f. tabel 12 uit Hanhart en Van Ek, 2017. Echter, de symbolen ‘-’ en ‘+’ staan in de tabel verkeerd om. Een molaire verhouding > 1 is gunstig omdat dan risico op neerslaan van ijzer met sulfaat wordt verkleind en de beschikbaarheid van P in de bodem niet toeneemt. Een toename van deze verhouding in de tijd is derhalve positief. <i>Tabel 12: Beoordeling ijzer/sulfaatratio in natte vegetaties</i> <table> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> <tr> <td>molaire verhouding ijzer/sulfaat > 1</td><td>-</td></tr> <tr> <td>molaire verhouding ijzer/sulfaat tussen 0,5 en 1</td><td>0</td></tr> <tr> <td>molaire verhouding ijzer/sulfaat $< 0,5$</td><td>+</td></tr> </table>	trend:	beoordeling	molaire verhouding ijzer/sulfaat > 1	-	molaire verhouding ijzer/sulfaat tussen 0,5 en 1	0	molaire verhouding ijzer/sulfaat $< 0,5$	+
trend:	beoordeling								
molaire verhouding ijzer/sulfaat > 1	-								
molaire verhouding ijzer/sulfaat tussen 0,5 en 1	0								
molaire verhouding ijzer/sulfaat $< 0,5$	+								

Resultaat data-analyse

Noordelijk transect: de Fe/SO_4 ratio's van alle meetpunten waren, met uitzondering van meetpunt W040, hoger dan 1, hetgeen als gunstig is beoordeeld. Deze waarden waren op alle locaties hoger dan in 2019.

Zuidelijk transect: in beide meetpunten werden zeer hoge Fe/SO_4 ratio's gemeten, die t.o.v. 2019 zeer sterk gestegen waren, veroorzaakt door zowel een sterke stijging van de Fe-concentraties als daling van de SO_4 – concentraties.

Overige meetpunten: de Fe/SO_4 ratio in het grondwater bij W009B was hoger dan 1, maar bij W110B was deze 0.87. Op beide plekken werd een toename gemeten t.o.v. 2019.

5.3.6 Conclusie

De Fe/SO_4 ratio's in het grondwater waren op de meeste locaties hoger dan 1 en zijn overal toegenomen t.o.v. 2019. Dit is een gunstige ontwikkeling.

5.3.7 Aanbevelingen analyse grondwaterkwaliteit

- Zodra herhaalde monitoringsgegevens beschikbaar zijn, kunnen met data-analyse tools zoals bijvoorbeeld HydroGeoChemical (Stuyfzand et al) aanvullende analyses worden verricht die (meer) inzicht geven in lokalen processen.
- Een aantal meetwaarden, zoals bijvoorbeeld voor Fe in meetpunt W105 (zie tabel 5-1) zijn erg hoog. Mogelijk dat dit een meetfout betreft. Herhaalde metingen in de toekomst kunnen dit verhelderen.

5.4 Bodemchemie

5.4.1 Achtergrond

Van belang voor habitattypen: H3130, H4010A, H6410, H7150

Doel metingen (Hanhart en Van Ek, 2017): Wanneer de aanvoer van basenrijk grondwater naar de bodem is hersteld, dient een geleidelijk stijgende trend in de basenbezetting en pH-H₂O van de bodem zichtbaar te zijn.

Bodemchemie is echter alleen in 2019 gemeten. In deze evaluatie kunnen daarom geen uitspraken worden gedaan over trend in ontwikkeling van de bodemchemie.

Tabel 5-2. pH-NaCl, basenverzadiging (%) en P-Olsen gemeten in bodemonsters (2019).

	Noordelijk transect				Zuidelijk transect			
habitattype	H6410	H3130	repres H4010A	Repr H3130 of H6410	repres. H3130	repres. H3130	repres H3130/H6410	repres H6410
Code	C013	C039	C006	C108	C001	C002	C105	C037
pH NaCl	3,96	4,79	4,86	5,02	5,35	5,06	4,29	5,06
Basenverzadiging (%)	51	95	98	94	96	91	84	98
Olson P (micromol/L)	581	375	122	1015	925	319	1351	353

	overig				
habitattype	H3160/H6410	H3160/H6410	H0000/H3130	zuur ven?	zuur ven?
Code	C009B	C110B	C003	C004	C005
pH NaCl	4,10	4,01	4,06	7,72	4,96
Basenverzadiging (%)	57	63	78	99	97
Olson P (micromol/L)	783	783	83	251	1425

5.4.2 pH-H₂O van de bodem

Data/bronnen	Analyseresultaten Landgoederen Brummen_18juni2020 (B-ware), tab "Bodemchemie mmol verse bodem"												
Toetsing	Beoordeling c.f. tabel 13 uit Hanhart en Van Ek, 2017. <i>Tabel 13: Beoordeling trend pH-H₂O bodem</i> <table> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> <tr> <td>pH-H₂O-bodem vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt</td><td>-</td></tr> <tr> <td>pH-H₂O-bodem vertoont geen stijgende of dalende trend</td><td>0</td></tr> <tr> <td>pH-H₂O-bodem vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik</td><td>+/-</td></tr> <tr> <td>pH-H₂O-bodem vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik</td><td>+</td></tr> <tr> <td>pH-H₂O-bodem vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik</td><td>++</td></tr> </table>	trend:	beoordeling	pH-H ₂ O-bodem vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt	-	pH-H ₂ O-bodem vertoont geen stijgende of dalende trend	0	pH-H ₂ O-bodem vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-	pH-H ₂ O-bodem vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+	pH-H ₂ O-bodem vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++
trend:	beoordeling												
pH-H ₂ O-bodem vertoont een trend waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt	-												
pH-H ₂ O-bodem vertoont geen stijgende of dalende trend	0												
pH-H ₂ O-bodem vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-												
pH-H ₂ O-bodem vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+												
pH-H ₂ O-bodem vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++												

Resultaat data-analyse

Door B-Ware is niet de pH-H₂O van de bodem gemeten, maar de pH-NaCl. Hoewel beide variabelen (tot op zekere hoogte) gerelateerd zijn, is een beoordeling van de pH-NaCl hier weinig zinvol, ook omdat de ecologische vereisten van habitattypen uitgaan van pH-H₂O. We bevelen aan om toekomstige analyses van de bodemchemie ook de pH-H₂O te meten.

Conclusie

Door ontbreken van vereiste data kon toetsing van de toestand en trend in pH-H₂O niet worden uitgevoerd.

5.4.3 Basenbezetting bodem

Data/bronnen:	Analyseresultaten Landgoederen Brummen_18juni2020 (B-ware), tab "Bodemchemie mmol verse bodem" variabele basenverzadiging (BV).								
Toetsing	De Ecologische vereisten van habitattypen geven geen streefwaarden voor de basenbezetting. Een kwantitatieve toestand beoordeling is daarom niet mogelijk. Er kunnen wel kwalitatieve uitspraken worden gedaan. Toetsing trend vond plaats op basis van tabel 14 uit Hanhart en Van Ek, 2017 <i>Tabel 14: Beoordeling basenbezetting van de bodem</i> <table> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> <tr> <td>basenbezetting van de bodem vertoont een dalende trend</td><td>-</td></tr> <tr> <td>basenbezetting van de bodem blijft constant</td><td>0</td></tr> <tr> <td>basenbezetting van de bodem vertoont een stijgende trend</td><td>+</td></tr> </table>	trend:	beoordeling	basenbezetting van de bodem vertoont een dalende trend	-	basenbezetting van de bodem blijft constant	0	basenbezetting van de bodem vertoont een stijgende trend	+
trend:	beoordeling								
basenbezetting van de bodem vertoont een dalende trend	-								
basenbezetting van de bodem blijft constant	0								
basenbezetting van de bodem vertoont een stijgende trend	+								

Resultaat data-analyse

Noordelijk transect: De gemeten basenverzadiging (BV) varieert sterk tussen meetpunten in noordelijk transect (Tabel 5-2). Op locaties C039, C006 en C108 zijn deze waarden voldoende hoog om geschikt te zijn voor de voorkomende habitattypen.

Aandachtspunten:

C013: BV is 51% en aan de lage kant voor H6410

C108: BV is 94% en daarmee hoog voor deze locatie die gezien wordt als zuur ven?

Zuidelijk transect: In zuidelijk transect is de basenverzadiging hoger in vergelijking met noordelijk transect. Waarden variëren tussen 84 en 98% en lijken daarmee geschikt te zijn voor de voorkomende habitattypen.

Overige meetpunten:

C009B en C110B: BV lijkt aan de lage kant voor H3160 en H6410

C004 en C005; BV is (zeer) hoog voor deze locaties die gezien worden als zuur ven.

Conclusie

De basenverzadiging van de bodem is op veel locaties hoog, met name langs het zuidelijk transect en lijkt daarmee

geschikt te zijn voor de aanwezige (of te ontwikkelen) habitattypen. Op de locaties die als mogelijk zuur ven aangemerkt zijn, lijkt de basenbezetting juist aan de hoge kant en is ontwikkeling tot zwak gebufferde vennen mogelijk te verwachten.

Uitspraken over trend in basenbezetting bleek echter nog niet mogelijk, omdat alleen data van de bodemchemie uit 2019 beschikbaar zijn.

5.4.4 Voedingstoestand

Hanhart en Van Ek (2017) geven aan dat om vergelijkbare condities voor het herstel van blauwgraslanden en zwak gebufferde vennen in de afgeplagde graslanden te ontwikkelen, de voedselrijkdom van de bodem geleidelijk af dient te nemen tot de voor deze habitattypen gewenste voedingstoestand. De concentratie plantbeschikbaar fosfaat (P-Olsen) dient hiervoor geleidelijk af te nemen tot minder dan 300 $\mu\text{mol/l}$ verzamelde bodem (bron: referentiedatabase B-ware).

Data/bronnen:	Analyseresultaten Landgoederen Brummen (B-Ware) Bemonsterd in 2019
Toetsing	Toetsing aan drempelwaarde van 300 $\mu\text{mol/l}$ verzamelde bodem (bron: referentiedatabase B-ware).

Resultaat data-analyse

Noordelijk transect: de voedingstoestand varieert sterk langs deze gradiënt (Tabel 5-1). Op locaties C013 en C108 zijn gemeten (ruim) boven de streefwaarde van 300 $\mu\text{mol/L}$. Alleen op locatie C006 wordt aan deze streefwaarde voldaan.

Zuidelijk transect; Op locaties C002 en C037 voldoen de gemeten waarden nagenoeg aan de streefwaarde. Op locaties C001 en C105 is dit niet het geval en werden (veel) hogere waarden gemeten.

Overige locaties: De Olsen-P concentraties van de meetpunten ten noorden van het noordelijk transect (C009B en C110B) liggen ruim boven de streefwaarde. Dit is ook het geval voor C005. Op locaties C003 en C004 werden juist waarden gemeten beneden de streefwaarde.

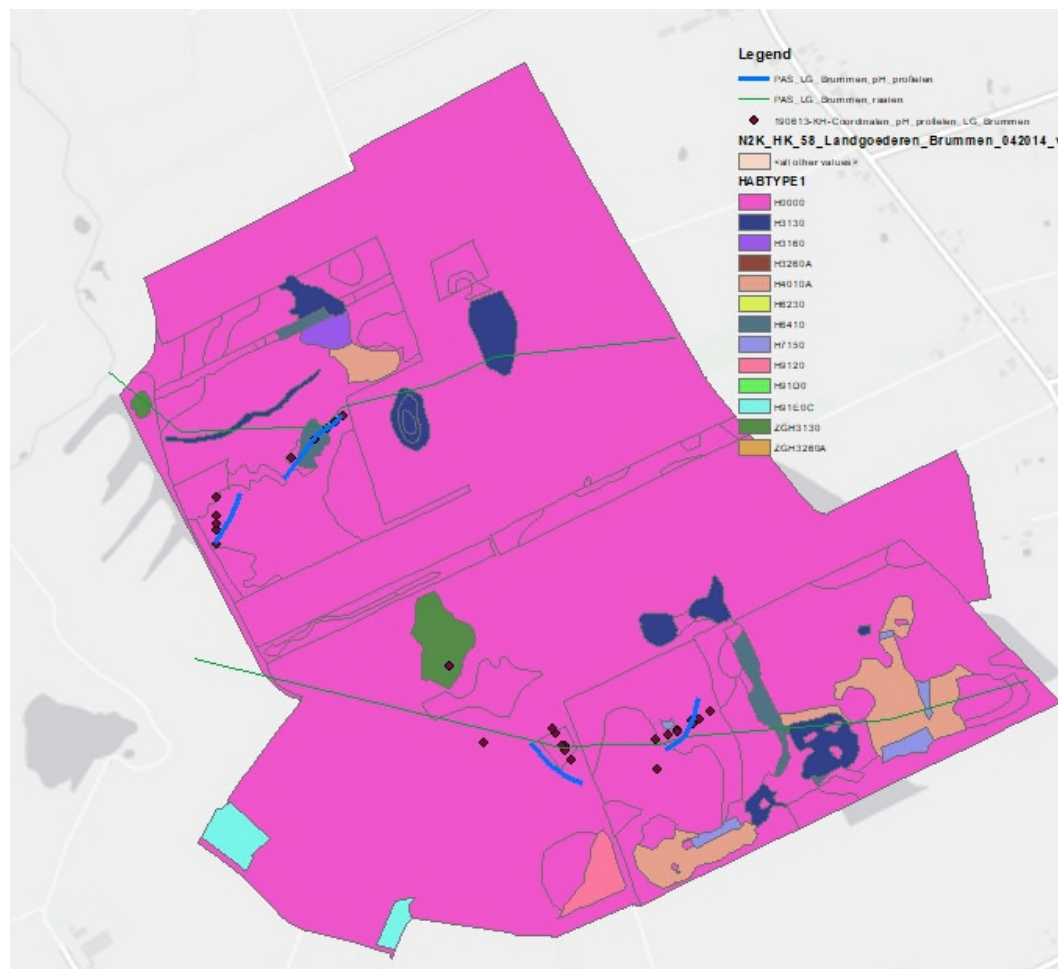
Conclusie

Op de meeste locaties wordt de streefwaarde van 300 $\mu\text{mol/L}$ (nog) niet gehaald en is de bodem te fosfaatrijk voor de aanwezige habitattypen. Een uitspraak over trend kan niet worden gedaan, omdat eerdere gegevens ontbreken.

5.4.5 pH-profielen

Data/bronnen:	Bijlage 9 "pH profielen LG Brummen en Wooldse veen" bij "Analyseresultaten Landgoederen Brummen" dooe B-Ware.								
Toetsing	Beoordeling c.f. tabel 15 uit Hanhart en Van Ek, 2017. <table border="1"> <caption>Tabel 15: Beoordeling pH profielen</caption> <thead> <tr> <th>trend:</th><th>beoordeling</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>de pH in de pH profielen neemt af (zuurgraad neemt toe)</td><td>-</td></tr> <tr> <td>de pH in de pH profielen blijft gelijk (zuurgraad blijft gelijk)</td><td>0</td></tr> <tr> <td>op 1 of meerdere locaties in de pH raai neemt de pH van de bodem toe</td><td>+</td></tr> </tbody> </table>	trend:	beoordeling	de pH in de pH profielen neemt af (zuurgraad neemt toe)	-	de pH in de pH profielen blijft gelijk (zuurgraad blijft gelijk)	0	op 1 of meerdere locaties in de pH raai neemt de pH van de bodem toe	+
trend:	beoordeling								
de pH in de pH profielen neemt af (zuurgraad neemt toe)	-								
de pH in de pH profielen blijft gelijk (zuurgraad blijft gelijk)	0								
op 1 of meerdere locaties in de pH raai neemt de pH van de bodem toe	+								

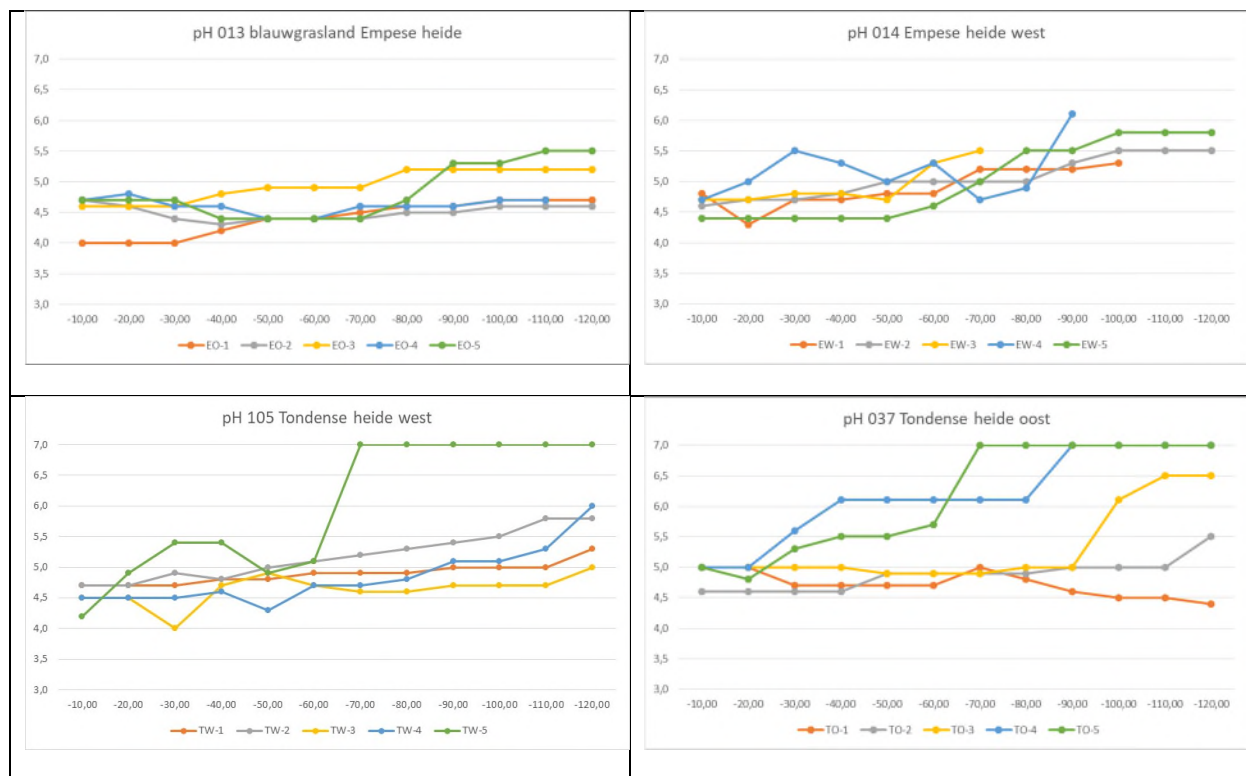
De ligging van de pH-profielen is weergegeven in Figuur 5-4.



Figuur 5-4. Ligging van de vier pH-profielen in relatie tot de habitattypen..

5.4.6 Resultaat data-analyse

pH-profiel 013 ligt net ten zuiden van het noordelijke transect en loopt deels door locatie met habitatype blauwgrasland heen. Meetpunten EO-3 en EO-4 liggen respectievelijk op de rand en in het midden van dit habitatype. De pH in de wortelzone van beide punten (bovenste 30 cm van de bodem) liggen net aan in het aanvullend bereik (Figuur 5-5. Met toenemende diepte neemt in EO-3 de pH verder toe (gunstig), maar in EO-4 blijft die ongeveer gelijk (ongunstig). Ook de pH van de overige meetpunten zijn aan de lage kant. Pas op een diepte van >80 cm is er sprake van (enige) toename in pH. De beoogde positieve effecten van de hydrologische herstelmaatregelen zijn niet (nog) niet waarneembaar.



Figuur 5-5. pH-profielen ET-heide. Grenswaarden kernbereik blauwgrasland: pH 5-6.5, aanvullend bereik: 4.5-5 en 6.5-7.0

pH-profiel 014 ligt momenteel niet in een habitattype, maar een ontwikkeling naar blauwgrasland wordt als optie gezien. In de wortelzone is alleen de pH van EW-4 in het kernbereik van blauwgrasland; in EW-1, 2, en 3 ligt die in het aanvullend bereik. In EW-5 is de pH in de wortelzone onder het aanvullend bereik.

pH-profiel 037 ligt in een laagte ten oosten van de Mestweg en doorsnijdt het zuidelijke transect. Hier komt momenteel geen habitattype voor. In de wortelzone ligt de pH in alle vijf de meetpunten tussen 4,5 en 5,5 en ligt daarmee in het kern- dan wel aanvullend bereik van blauwgrasland.

pH-profiel 105 ligt net ten westen van de Mestweg, ten zuiden van het zuidelijke transect. Ook hier komt in de actuele situatie geen habitattype voor. De pH in de wortelzone ligt tenminste in het aanvullend bereik van Blauwgrasland.

5.4.7 Conclusie

De pH waarden langs de pH-profielen nabij het noordelijk transect zijn aan de lage kant en de beoogde positieve effecten van de hydrologische herstelmaatregelen op aanvoer van basenrijke kwel en toename van de bodem-pH zijn hier (nog) niet waarneembaar.

De situatie nabij het zuidelijk transect lijkt wat gunstiger. Daar werden pH-waarden gemeten die in kern- of aanvullend bereik van Blauwgraslanden liggen. Uitspraken over trend in ontwikkeling kunnen niet worden getrokken, omdat daarvoor herhaalde metingen ontbreken.

5.4.8 Aanbevelingen

- Om vergelijking met ecologische vereisten mogelijk te maken, is het noodzakelijk (ook) de pH-H₂O te meten.

5.5 Ontwikkeling vegetatie

Om te kunnen beoordelen of herstel van de hydrologie leidt tot positieve effecten van de vegetatie, is het noodzakelijk om (soort)karteringen in de tijd te herhalen om zo bijvoorbeeld een toename van kenmerkende soorten of van soorten die indicatief zijn voor basenrijke kwel in beeld te kunnen brengen. In 2019 is hiertoe een start gemaakt (nul-situatie) met het karteren van plantensoorten langs vier transecten (zie Figuur 5-6). Wanneer deze kartering in de toekomst herhaald wordt (volgens frequentie in Tabel 3-1 in 2021), kan op basis van verandering in soortenaantallen worden beoordeeld of in de plots een positieve of negatieve verandering in indicatorsoorten optreedt. Op dit moment is een trend analyse nog niet mogelijk.



Figuur 5-6. Ligging alle vegetatie transecten (bovenste afbeelding) en in meer detail voor transecten 1 en 2 (midden) en transecten 3 en 4 (onder). In elke gridcel van de transecten zijn voor habitattypen indicerende en kenmerkende plantensoorten (conform Hanhart en Van Ek, 2017) gekarteerd (Bron: Scherpenisse en Eimers, 2020).

Resultaat

In onderstaande tabellen is voor elk transect de abundantie weergegeven. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Floron abundantieclasses die elk een kleurcode hebben gekregen volgens Tabel 5-3.

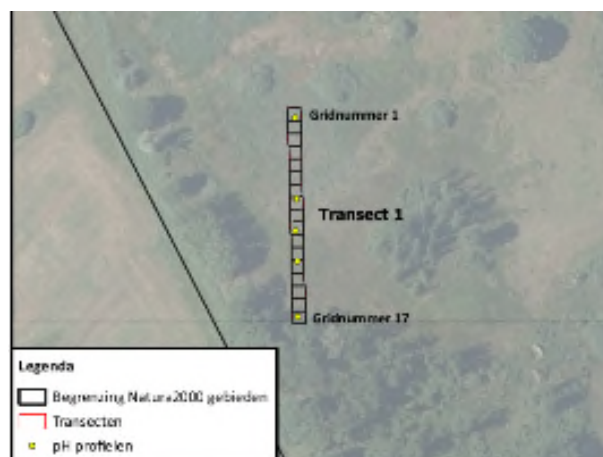
Tabel 5-3. Floron abundantiecodes (Scherpenisse & Eimer, 2020) en bijbehorende kleurcodering.

Code	Aantallen	positief	negatief
0	0 (wel gezocht, niet gevonden)	x	x
A	1		
B	2-5		
C	6-25		
D	26-50		
E	51-500		
F	501-5000		
G	>5000		

Het aantal gemonitorde plantensoorten per gridcel verschilt sterk tussen de vier transecten, met de hoogste aantal per gridcel in transecten 2 en 4, en het laagste aantal in transect 3 (tabellen 5-3 – 5-6).

Tabel 5-4. Voorkomen en abundantie van plantensoorten in transect 1 (Scherpenisse en Eimers, 2020). Weergegeven is voor welk habitatype (HT) een soort relevant is en op welke manier (I=indicatief, T = typerend, K = Kenmerkend, A = aanwezig, #N/A = niet vermeld; naar Hanhart en Van Ek, 2017).

Nederlands	Wetenschappelijk	Relevant HT	Type indicatie	Indicatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Pijpenstrootje	Molinia caerulea	H4010A	I A	-											B					A	
Pitrus	Juncus effusus	H3130	#N/A	-	B					B			C	C	C	C	C	C	C	B	C
Biezenknoppen	Juncus conglomeratus	H6410	KA	+											C	C	C	D		C	C
Blauwe zegge	Carex panicea	H6410	ITKA	+											A			C			C
Geelgroene zegge	Carex oederi subsp. oedocarpa	H6410	I KA	+														C	B		B
Knolrus	Juncus bulbosus	H7150	KA	+	D	E	F		E	E	E	E	E	D	D	C		C	B		
Moerasstruisgras	Agrostis canina	H6410	KA	+		B	C	D	C	D	D	C	D	D	D	C	C		C	A	
Sterzegge	Carex echinata	H6410	KA	+													A		A	A	
Gewone waternavel	Hydrocotyle vulgaris	H3130	A	#N/A						A	D	D			C						
Grote wederik	Lysimachia vulgaris	#N/A	#N/A	#N/A	D	D	C	D	C	D	D	C	C		D	D	B	C	C		
Hennegras	Calamagrostis canescens	#N/A	#N/A	#N/A	C									C	A	D	B	B			
Ruwe smele	Deschampsia cespitosa	#N/A	#N/A	#N/A											A					A	
aantal soorten per gridcel					4	3	3	2	3	5	4	4	4	4	10	6	6	7	6	6	4
					1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	4	3	1	3
					1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1
# pos. indicerende soorten >A					1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	4	3	1	3
# neg. indicerende soorten > A					1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1



Tabel 5-5. Voorkomen en abundantie van plantensoorten in transect 2 (Scherpenisse en Eimers, 2020). Weergegeven is voor welk habitattype (HT) een soort relevant is en op welke manier (I=indicatief, T = typerend, K = Kenmerkend, A = aanwezig, #N/A = niet vermeld; naar Hanhart en Van Ek, 2017).

Nederlands	Wetenschappelijk	Relevant HT	Type indicatie	Indicatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Pijpenstrootje	Molinia caerulea	H4010A	I A	-	D	D	D	D	D	D	D	C	D	E	D	D	C	C	B	B	A	A	A	B	A	A	C	A	A	
Pitrus	Juncus effusus	H3130	#N/A	-			A																						C	
Ruwe berk	Betula pendula	H4010A	I A	-		B								C																
Sporkehout	Rhamnus frangula	H4010A	I A	-	B					A		B		C																
Struikhei	Calluna vulgaris	H4010A	I A	-	C	C	B	B		A																				
Biezenknoppen	Juncus conglomeratus	H6410	KA	+							A			A	B	C	C	B	A											
Blauwe zegge	Carex panicea	H6410	ITKA	+				A	B	B	C			B	B	B	C		C	D			C							
Geelgroene zegge	Carex oederi subsp. oedocarpa	H6410	I KA	+					A																					
Gewone dophei	Erica tetralix	H4010A	I KA	+		C	B	C	B	B	A																			
Kleine zonnedaauw	Drosera intermedia	H7150&H4010A	ITKA	+			D	D		E	B																			
Knolrus	Juncus bulbosus	H7150	KA	+						B	B	E	D	B	C		B	C	C	D	C	C			C	B	B	D	D	F
Moerasstruisgras	Agrostis canina	H6410	KA	+			C			B	C	D	B	B		A	C	B	C	C	C	A	B	B	B	C	C	D	C	
Spaanse ruiter	Cirsium dissectum	H6410	ITKA	+								C	B	A	D	C	D	E	E	E	E	E	E	D	C				B	
Trekrus	Juncus squarrosus	H4010A	K	+				A																						
Veelstengelige waterbies	Eleocharis multicaulis	H3130	IT A	+			A		B	C	B																			
Veenpluis	Eriophorum angustifolium	H4010A	K	+										C																
Veldrus	Juncus acutiflorus	H6410&4010A	I KA	+				B					B																	
Wilde gage	Myrica gale	H4010A/H7150	I A	+								C	C	C																
Gewone braam	Rubus fruticosus	#N/A	#N/A	#N/A	C	C	A	A		A		B																		
Gewone waternavel	Hydrocotyle vulgaris	H3130	A	#N/A					A		B	B	C		C				D		E	E		C					B	
Grote wederik	Lysimachia vulgaris	#N/A	#N/A	#N/A								B	A						C	C			C	D	D	D	E	E	D	
Hennegras	Calamagrostis canescens	#N/A	#N/A	#N/A																									B	
Tormentil	Potentilla erecta	#N/A	#N/A	#N/A		A				A		C																		
Zwarte zegge	Carex nigra	#N/A	#N/A	#N/A															D	C	C									
aantal soorten per gridcel					4	6	8	8	6	11	9	10	8	10	6	6	6	5	9	7	6	4	5	6	5	4	4	4	8	
# pos. indicerende soorten >A					0	1	3	3	3	6	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	3	1	3	3	3	2	2	2	3	
# neg. indicerende soorten >A					3	3	2	2	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	

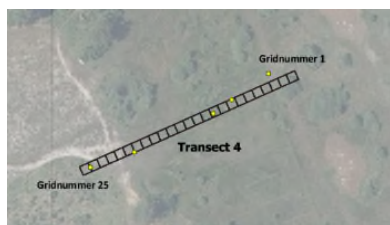


Tabel 5-6. Voorkomen en abundantie van plantensoorten in transect 1 (Scherpenisse en Eimers, 2020). Weergegeven is voor welk habitatype (HT) een soort relevant is en op welke manier (I=indicatief, T = typerend, K = Kenmerkend, A = aanwezig, #N/A = niet vermeld; naar Hanhart en Van Ek, 2017).

Nederlands	Wetenschappelijk	Relevant HT	Type indicatie	Indicatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
Pitrus	Juncus effusus	#N/A	#N/A	-							B	C	C	B	C	D	B	C				
Moerasstruisgras	Agrostis canina	H6410	KA	+									C	C	A	C	C					
Veldrus	Juncus acutiflorus	H6410	I KA	+							B											
Scherpe zegge	Carex acuta	#N/A	#N/A	#N/A	D	C		E	E	E		C	C									
					aantal soorten per gridcel				1	1	0	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	1
					# pos. indicerende soorten >A				0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
					# neg. indicerende soorten > A				0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 5-7. Voorkomen en abundantie van plantensoorten in transect 4 (Scherpenisse en Eimers, 2020). Weergegeven is voor welk habitattype (HT) een soort relevant is en op welke manier (I=indicatief, T = typerend, K = Kenmerkend, A = aanwezig, #N/A = niet vermeld; naar Hanhart en Van Ek, 2017).

Nederlands	Wetenschappelijk	Relevant HT	Type indicatie	Indicatie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Pijpenstrootje	Molinia caerulea	H4010A	I A	-													B	B	B	A	B				D	D	D	D	D
Pitrus	Juncus effusus	H3130	#N/A	-	D	D	D	D	C	C	D	C		C	C	C	B				D	C	B						
Ruwe berk	Betula pendula	#N/A	I A	-																						A			C
Sporkehout	Rhamnus frangula	H4010A	I A	-										B					B										B
Struikhei	Calluna vulgaris	#N/A	I A	-																					C	C	C	C	
Biezenknoppen	Juncus conglomeratus	H6410	KA	+									C	C	C	B	B			B	B			B					
Biezenknoppen x Pitrus	Juncus x kernreichgeltii	H6410	K	+									C																
Blauwe zegge	Carex panicea	H6410	ITKA	+																B	C	B		B					
Geelgroene zegge	Carex oederi subsp. oedocarpa	H6410	I KA	+																	A			C					
Gewone dophei	Erica tetralix	H4010A	I KA	+																				B	C	C	C	B	
Kleine zonnedauw	Drosera intermedia	H7150 & H4010A	ITKA	+																						B			
Knolrus	Juncus bulbosus	H7150	KA	+	A		C		C		B					D	D			D	C	B			C		D	C	
Moerasstruisgras	Agrostis canina	H6410	KA	+		C	D	C	C	B	C			C	C	C	C	B	C	D	D	D	B	B					
Ruw walstro	Galium uliginosum	H6410	KA	+																B									
Trekrus	Juncus squarrosus	H4010A	K	+																				C	B	A	A	A	
Veelstengelige waterbies	Eleocharis multicaulis	H3130	IT A	+																					A				
Veldrus	Juncus acutiflorus	H6410/H4010A	I KA	+																	B		C	C					
Gewone waternavel	Hydrocotyle vulgaris	H3130	A	#N/A													D	B											
Gewone braam	Rubus fruticosus	#N/A	#N/A	#N/A										A					B			A						C	C
Grote wederik	Lysimachia vulgaris	#N/A	#N/A	#N/A	D	D	C	C	C	D	D	C	C	C	D	D		E	E	D	C		B						
Hennegras	Calamagrostis canescens	#N/A	#N/A	#N/A	C	C	B	B	B		D	B	C		C	B	D	D	D	C	B	A							
Mannagras	Glyceria fluitans	#N/A	#N/A	#N/A	A																								
Ruwe smele	Deschampsia cespitosa	#N/A	#N/A	#N/A													B												
Zwarte zegge	Carex nigra	#N/A	#N/A	#N/A	D				B	C				D	E	D				D									
aantal soorten per gridcel					6	4	5	4	6	4	5	3	4	7	6	7	8	5	6	9	10	6	4	7	6	6	5	6	4
# pos. indicerende soorten >A					0	1	2	1	2	1	2	0	2	2	2	3	3	1	1	5	5	3	2	7	3	2	2	2	0
# neg. indicerende soorten >A					1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	1	2	1	2	0	2	1	1	0	2	2	2	2	3



Wanneer deze vegetatiemonitoring van de vier transecten in de toekomst wordt herhaald, kunnen veranderingen in abundantie per indicerende soort worden bepaald volgens Tabel 5-8. Daarnaast kan uit de veranderingen per plot worden afgeleid of soorten die indicatief zijn voor basenrijke condities zich naar hogere posities op de hydrologische gradiënt bewegen (Hanhart en van Ek, 2017). Deze beoordelingen van verandering in indicatorsoorten per plot dienen uitgevoerd te worden volgens tabel Tabel 5-9.

Tabel 5-8. Beoordeling van veranderingen in soortenaantallen indicatorsoorten (zie ook tabel 26 in Hanhart en Van Ek, 2017).

Positieve indicator	Negatieve indicator	Score	Opm
Afname	Toename	-	
Afname	Geen verandering	-	
Afname	Afname	-	
Geen verandering	Toename	-	
Geen verandering	Geen verandering	0	
Geen verandering	Afname	0/+	Hangt af van aantallen
Toename	Toename	+0	Hangt af van aantallen
Toename	Geen verandering	+	
Toename	Afname	+	

Tabel 5-9. Beoordelingstabellen voor verandering in indicatorsoorten per plot van de vier gemonitorde transecten, naar tabellen 27, 28 en 29 uit Hanhart en Van Ek, 2017.

Florakartering – alle plots

trend:	beoordeling
Afname positieve indicatorsoorten en/of toename negatieve indicatorsoorten voor habitatype	-
Geen grote verandering in indicator soorten	0
Toename positieve indicatorsoorten en/of afname negatieve indicatorsoorten voor habitatype	+

Florakartering – verschuiving tussen plots

trend:	beoordeling
Soorten indicatief voor basenrijke omstandigheden komen lager voor in het transect	-
Geen grote verandering in indicator soorten langs het traject	0
Soorten indicatief voor basenrijke omstandigheden nemen toe in plots hoger voor in het transect	+

Florakartering – alle plots

trend:	beoordeling
Afname in voor habitatype kwalificerende soorten.	-
Geen grote verandering in kwalificerende soorten	0
Toename in voor habitatype kwalificerende soorten	+

6 Conclusies en aanbevelingen effectiviteit maatregelen per habitatype

Onderdeel van de evaluatie van procesindicatoren monitoring is om te komen tot conclusies t.a.v. de effectiviteit van herstelmaatregelen voor elke maatregel-habitatype combinatie waarbij het behalen van de doelstellingen op habitatypeniveau centraal staan. Uit voorgaande hoofdstukken is gebleken dat de meetreeksen van de gemonitorde procesindicatoren nog onvoldoende lang zijn om dergelijke conclusies te kunnen trekken. Daarvoor is het noodzakelijk om de monitoring voort te zetten om zo de meetreeksen te verlengen. .

Ondanks dat conclusies dus nog niet kunnen worden getrokken, wordt in dit hoofdstuk wel het raamwerk geschetst waarmee in de toekomst de effectiviteit per maatregel-habitatype combinatie kan worden beoordeeld. De relatie tussen de herstelmaatregelen, habitatypen en de procesindicatoren waarmee de effecten van de maatregelen gemonitord worden, zijn vermeld Tabel 6-1.

Een kanttekening hierbij is echter dat wanneer (herstel)maatregelen in een kort tijdsbestek zijn uitgevoerd en hun effecten gemonitord worden middels overeenkomstige procesindicatoren, het dan in de praktijk moeilijk zal zijn om die effecten ter herleiden naar afzonderlijke maatregelen. De effectiviteit per maatregel-habitatype combinatie kan dan niet in detail gegeven worden. De eventueel waargenomen effecten zullen immers het gevolg zijn van een combinatie van maatregelen.

Tabel 6-1. Procesindicatoren waarmee effectiviteit van herstelmaatregelen worden gemonitord (Hanhart en Van Ek, 2017). Zie onder de tabel voor de legenda.

Maatregel	Periode	Omschrijving	H3130 – Zwak gebufferde vennen	H4010A – Vochtige heiden	H6410 – Blauwgraslanden	H7150 – Pioniervegetaties met snabelbizein	H91E0C – Vochtige alluviale bossen	H9120 – Beuken-eikenbossen met hulst
M1	1	Hydrologisch herstel						
M2	1	Afplaggen / bouwvoor verwijderen		a	a	a	() n	
M3	1,2,3	Kappen en omvorming bos	a	a	a	a	() n	
M4	1,2,3	Aanplant van bos (niet op Empese en Tondense heide)					n	
M5	1,2,3	Uitmijnen		a	a	a		
M6	2,3	Maaien van geplagd terrein						
M7	1,2,3	Begrazen			()	()		
M8	1,2,3	Periodieke dunning met accent op beuk						
M9	1,2,3	Kleinschalig plaggen						
M10	1	Opschonen vennen						
M11	1	Verwijderen exoten						
M12	1	Monitoring grondwaterkwaliteit					n	
M13	1	15 ha. Functieverandering t.b.v. hydrologisch herstel						
M14	1	Aanvullend ecohydrologisch onderzoek alluviale bossen						

	= Peilbuizen
	= Waterkwaliteit
	= Bodemchemie
	= Vegetatie (vegetatie- en florakartering)
	= combinatie maatregelen en habitatype volgens Rijken (2016) niet relevant
()	= combinatie maatregelen en habitatype volgens Rijken (2016) minder relevant
n	= geen meting van procesindicator op basis van discussie in workshop (zie toelichting in de tekst)
a	= parameter wordt gemeten op een locaties waar op basis van de landschappelijke ligging een vergelijkbare ontwikkeling van procesindicatoren worden verwacht met het habitatype.

In Tabel 6-3 is per maatregel-habitatype combinatie weergegeven hoe effectief de maatregel is bij het halen van de doelstellingen op habitatypeniveau. Voor deze beoordeling is de scoresystematiek gebruikt zoals vermeld in Tabel 6-2. Alleen de maatregelen die voor ET-heide van toepassing zijn, zijn hier vermeld. Indien maatregel niet op

habitatype van toepassing is (c.f. Tabel 6-1) wordt dit aangegeven als 'n.v.t.'. Hoewel in Tabel 6-1 maatregel M11 is opgenomen, staat in begeleidende tekst van het meetplan dat deze maatregel niet in ET-heide wordt meegenomen, en wordt derhalve hier niet uitgewerkt. Dit geldt ook voor maatregel M13 (Hanhart en Van Ek, 2017).

Tabel 6-2. Scoretabel effectiviteit herstelmaatregelen m.b.t. behalen doelstellingen op habitatypeniveau.

Effectiviteit maatregel	score
Positief effect waardoor doelstelling habitatype is gehaald	++
Positieve ontwikkeling zichtbaar waarmee doelstelling habitatype (met een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid) gehaald gaat worden.	+
Effect en ontwikkeling zijn (nog) niet te duiden (*)	0
Onvoldoende effect en ontwikkeling duidt er op dat doelstelling habitatype niet gehaald zal gaan worden (**).	-

(*) Geef aan waarom de ontwikkeling nog niet te duiden is, en wat nodig is om in de toekomst de ontwikkeling wel te kunnen duiden.

(**) Geef aan welke (aanvullende) herstelmaatregel genomen zouden kunnen worden.

Tabel 6-3. Beoordeling van de effectiviteit per maatregel-habitatype combinatie volgens scoretabel 6-2. Zie noten onder de tabel voor toelichting.

Maatregel	Indicator(en)	H3130 – Zwak gebufferde vennen	H4010A – Vochtige heiden	H6410 – Blauwgraslanden	H7150 – Pioniervegetaties met	H91E0C – Vochtige alluviale bossen
M1. Hydrologisch herstel	Peilbuizen & Waterkwaliteit	0 (1)	0 (2)	0 (1)	0 (2)	0 (3)
M2. Afplaggen/bouwvoor verwijderen	Bodemchemie & Vegetatie- en florakartering	+/- (4)	0 (2)	+/- (4)	0 (2)	n.v.t.
M3. Kappen en omvorming bos	Vegetatie- en florakartering	0 (5)	0 (5)	0 (5)	0 (5)	n.v.t.
M5. Uitmijnen	Bodemchemie	n.v.t.	0 (2)	0 (2)	0 (2)	n.v.t.
M6. Maaien van geplagd terrein	Vegetatie- en florakartering	n.v.t.	n.v.t.	0 (5)	n.v.t.	n.v.t.
M7. Begrazen	Vegetatie- en florakartering	n.v.t.	0 (6)	0 (6)	0 (6)	n.v.t.
M9. Kleinschalig plaggen	Vegetatie- en florakartering	n.v.t.	n.v.t.	0 (5)	n.v.t.	n.v.t.
M10. Opschonen vennen	Vegetatie- en florakartering	0 (5)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
M12. Monitoring grondwaterkwaliteit	Waterkwaliteit	0 (5)	n.v.t.	0 (5)	n.v.t.	n.v.t.

Noten:

- (1) De hydrologische herstelmaatregelen hebben geleid tot een lichte stijging van gemiddelde grondwaterstanden in ET-heide. Dit herstel is vermoedelijk nog onvoldoende voor dit habitatype en aanvullende maatregelen zijn nodig.
- (2) Onvoldoende meetpunten om effectiviteit van deze maatregel-habitatype combinatie te kunnen beoordelen.
- (3) Habitatype wordt niet nagestreefd in dit deelgebied en er zijn geen meetpunten in dit habitatype geplaatst.
- (4) Plaggen heeft op enkele locaties geleid tot een verlaging van de voedselrijkdom waardoor locaties geschikt zijn geworden voor ontwikkeling van dit habitatype. Dit effect werd echter niet op alle locaties gevonden en daar was voedselrijkdom nog te hoog (zie hoofdstuk 4). Er zijn nog geen herhaalde vegetatiegegevens beschikbaar die deze ontwikkeling kunnen onderschrijven.
- (5) Er zijn nog geen herhaalde vegetatiegegevens beschikbaar.
- (6) Maatregel is nog niet uitgevoerd.

7 Conclusies en aanbevelingen behalen doelstelling op gebiedsniveau

7.1.1 Conclusies doelstellingen op gebiedsniveau

Op basis van de resultaten van de beoordelingen in voorgaande hoofdstukken dienen op gebiedsniveau conclusies te worden getrokken over de mate van systeemherstel. Het gebrek aan monitoringsgegevens over meerdere jaren maakt dat slechts beperkt en voorlopige conclusies getrokken kunnen worden.

1) Treedt op gebiedsniveau zodanig systeemherstel op dat behoud en herstel van stikstofgevoelige habitattypen op termijn te verwachten is? Zo niet, voor welke habitattypen is het systeemherstel onvoldoende en waardoor wordt dit veroorzaakt.

Antwoord: De belangrijkste habitattypen in de ET-heide, H3130 Zwakgebufferde vennen en H6410 Blauwgraslanden vereisen herstel van basenrijke bodemcondities. Voor dit herstel is het nodig dat een groot aantal jaren basenrijk kwelwater tot aan maaiveld wordt aangevoerd. De monitoring wijst uit dat de gemiddelde grondwaterstanden een stijgende trend kennen, maar de grondwaterstanden zakken 's zomers nog te ver uit. Het is de verwachting dat daardoor de aanvoer van basenrijke kwel tot in de wortelzone van genoemde basenminnende habitattypen nog onvoldoende is. Data van bodemchemie en pH-profielen onderschrijven dit.

Veldwaarnemingen geven aan dat de Zilvense broekbeek, die westelijk van de Empese heide ligt, een groot deel van het kwelwater wegvangt en zorgt voor verdroging (persoonlijke mededeling E. ter Stege).. Bovendien is er op de Empese heide sprake van verzuring tot diep in de bodem (zie rapporten André Jansen), waarin hij aangeeft dat er minimaal 10-15 jaar met kwel nodig is om deze verzuring te neutraliseren.

2) Is te verwachten dat met de reeds voorgenomen maar nog uit te voeren Natura 2000 herstelmaatregelen het gewenste systeemherstel bereikt zal worden?

Antwoord: Voorwaarde voor systeemherstel is verder herstel van de waterhuishouding waardoor de GLG sterk wordt verbeterd. Een voorgenomen maar niet uitgevoerde herstelmaatregel betreft het dempen van het noordelijk deel van de Veldbeek. De verwachting is dat deze maatregel verder bij zal dragen aan het systeemherstel, maar dat met name voor het noordelijk deel van ET-heide aanvullende hydrologische herstelmaatregelen noodzakelijk zijn.

3) Zijn aanvullende herstelmaatregelen nodig?

Antwoord: Ja, met name voor het noordelijke deel van ET-heide en vooral om de negatieve effecten van (herhaaldelijke) droge zomers op te kunnen vangen. Een mogelijkheid is het verondiepen en/of omleggen van de Zilvense broekbeek. Deze maatregel dient verder onderzocht te worden.

Daarnaast is het (verder) verlagen van de voedselrijkdom middels plaggen (M2) of uitmijnen (M5) op enkele locaties noodzakelijk.

7.1.2 Visualisatie beoordeling toestand en trend per meetlocatie

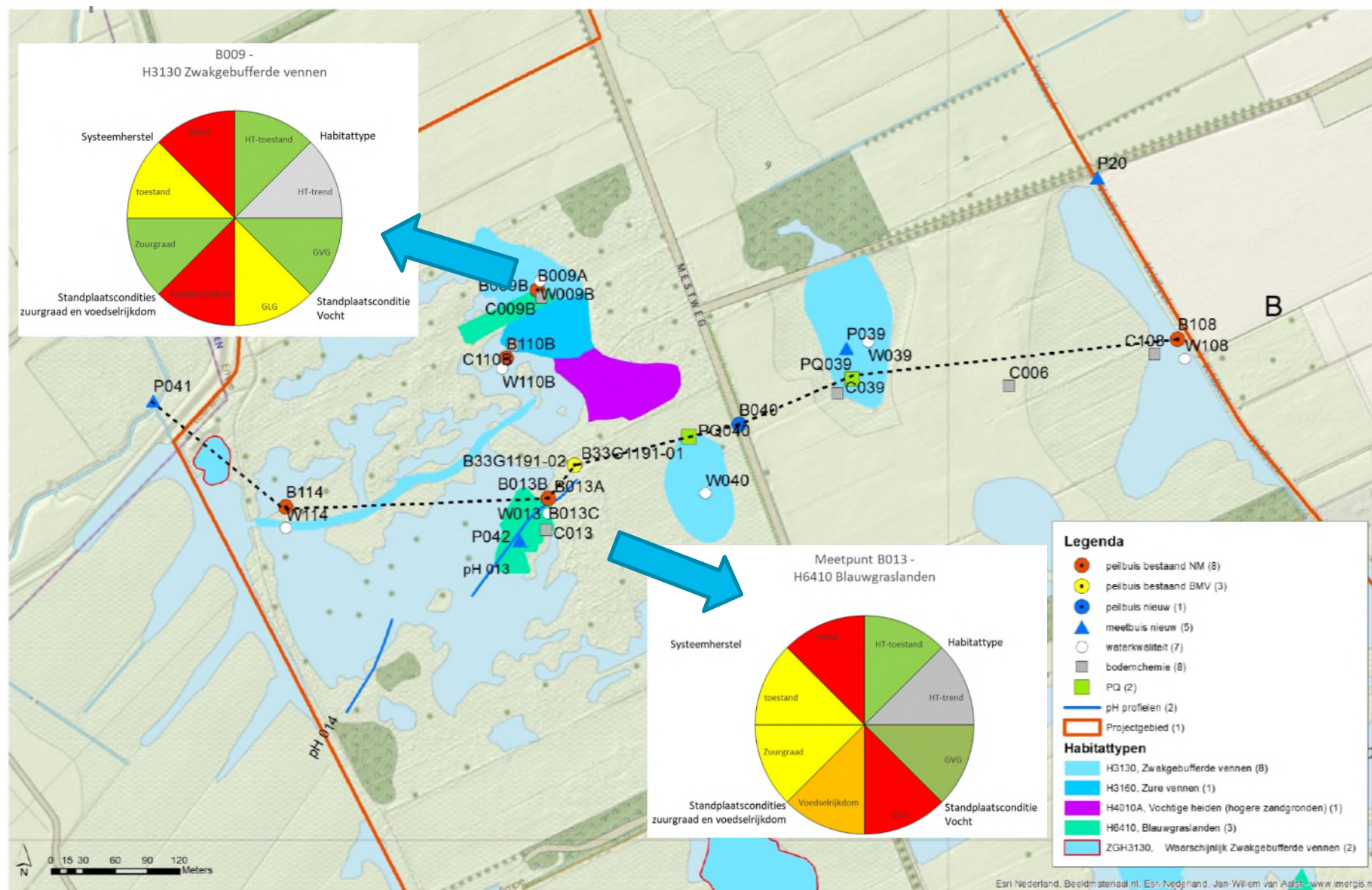
Om snel inzicht te krijgen in de actuele toestand en trend in ontwikkeling per meetlocatie, is gezocht naar een manier om dit grafisch op kaart weer te geven. Hiervoor is een taartdiagram ontwikkeld waarin acht belangrijkste indicatoren en beoordelingen zijn weergegeven middels een 'stoplichten' systematiek conform Tabel 7-1 Dit kan alleen gedaan worden voor meetpunten waarvan voldoende monitoringsgegevens voor handen zijn. Welke

indicatoren relevant zijn om te vermelden verschilt tussen habitattypen en is derhalve maatwerk. Hier wordt voor twee meetpunten (B009 en B013) dergelijke figuren als voorbeeld gepresenteerd. De getoonde indicatoren zijn hier:

- Standplaatscondities vocht, zuurgraad en voedselrijkdom
 - o Bevat de toestandresultaten zoals gepresenteerd in hoofdstuk 4
- Toestand en trend habitatype
 - o Samenvattend oordeel op basis van hoofdstuk 4 en 5
- Systeemherstel
 - o Vertaling oordeel in hoofdstuk 5 en paragraaf 7.1.1. naar betreffend meetpunt en habitatype.

Tabel 7-1. Beoordelingssystematiek toestand en trend per meetlocatie.

Kleurcode	Toestand	Trend
	voldoet aan kernbereik	positieve trend
	voldoet aan aanvullend bereik	aanwijzing voor positieve trend
	nabij aanvullend bereik	
	voldoet niet aan vereisten	negatieve trend
		trend niet te duiden of geen trend
	geen data beschikbaar	geen data beschikbaar



Figuur 7-1. Visuele weergave beoordeling toestand en trend voor meetlocaties B009 en B013.

7.1.3 Aanbevelingen

Uit de evaluatie van de monitoringsgegevens van de procesindicatoren zijn verschillende aanbevelingen naar voren gekomen. Sommige zijn op het niveau van afzonderlijke procesindicatoren (zie hoofdstukken 4 en 5), andere zijn wat meer algemeen van aard. Die laatste categorie wordt hier herhaald;

- Houdt voor elk gebied een lijst bij van de uitgevoerde herstelmaatregelen met jaar van uitvoering per (deel)gebied. Deze informatie is van belang om de effecten van maatregelen op procesindicatoren te kunnen bepalen.
- Uit deze evaluatie is duidelijk gebleken dat meerjarige monitoringsgegevens zeer waardevol zijn. De meetreeksen zijn nu nog te kort om onderbouwde conclusies te kunnen trekken over de effectiviteit van de genomen herstelmaatregelen. Het verdient daarom aanbeveling om een dergelijke evaluatie niet te beperken tot de monitoringsgegevens van de procesindicatoren, maar ook oudere gebiedsgegevens, indien aanwezig, bij deze evaluatie te betrekken, bijvoorbeeld van de situatie (kort) voor uitvoering van maatregelen.
- In de praktijk liggen locaties van meetpunten soms:
 - o niet op de locaties zoals aangegeven in het meetplan
 - o net buiten het beoogde habitatype

Het is voor de evaluatie van belang om uiteraard van de werkelijke locaties uit te gaan en die locaties op te nemen in een volgende versie van het meetplan. Het is belangrijk dat voldoende meetpunten aanwezig zijn langs de in het veld aanwezige gradiënten in vochtigheid en zuurgraad om zo eventuele verschuiving van habitattypen langs deze gradiënten in beeld te kunnen brengen. Het kan daarom nodig blijken om meetpunten bij te plaatsen.

- Veldwaarnemingen laten zien dat het combineren van verschillende metingen op één meetpunt soms tot ruis kan leiden. Zo wijkt de vegetatie rond een peilbuis af van de directe omgeving, omdat vanwege deze peilbuis niet of minder wordt gemaaid. Dit is dan niet effect van maatregelen maar van beheer. Ook dienen bodemonsters tenminste 5 m vanaf een (nieuw geplaatste) peilbuis verzameld te worden i.v.m. bodemverstoring. Het is belangrijk om met terreinbeheerders te bespreken of dergelijke zaken zich in het gebied voordoen en hoe voor deze “ruis” kan worden gecorrigeerd.

8 Literatuurlijst

Hanhart, K en Van Ek, R, 2017. Meetplan PAS procesindicatoren. 058 Landgoederen Brummen – deelgebied Empese en Tondense heide. Definitief.

Jansen, A.J.M. Eysink, A.T.W. Bouwman, J.H. & J.H.J. Thielemans, 2013. Inrichtingsplan Empese & Tondense Heide & Eerbeekse Hooilanden - Cultuurhistorische parels in nieuw perspectief. Unie van Bosgroepen, Ede.

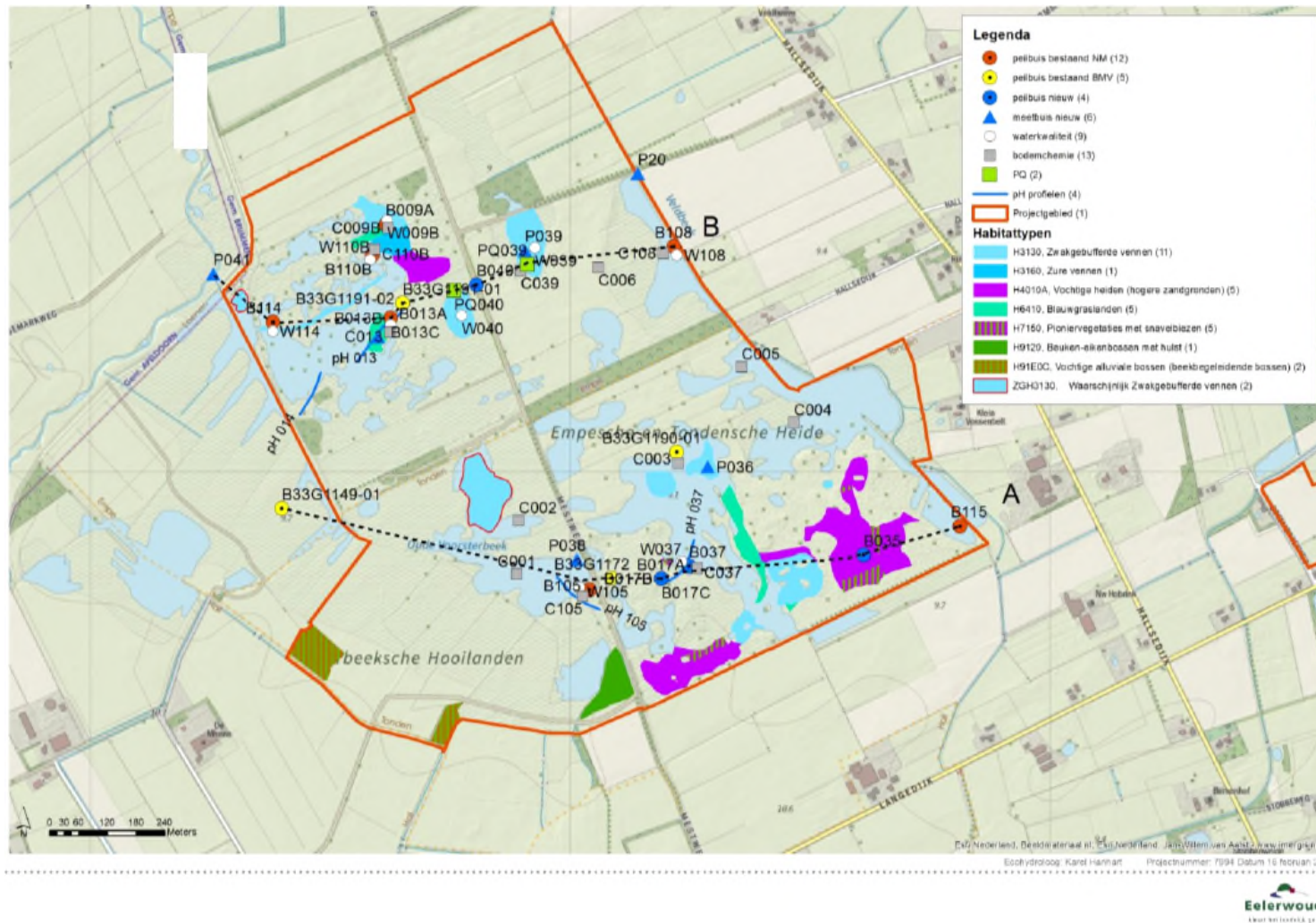
Runhaar, H. 2016. PAS-gebiedsanalyse 058 Landgoederen Brummen.

Scherpenisse, M. & Eimers, N. 2019. Monitoring PAS procesindicatoren Landgoederen Brummen 2019. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen

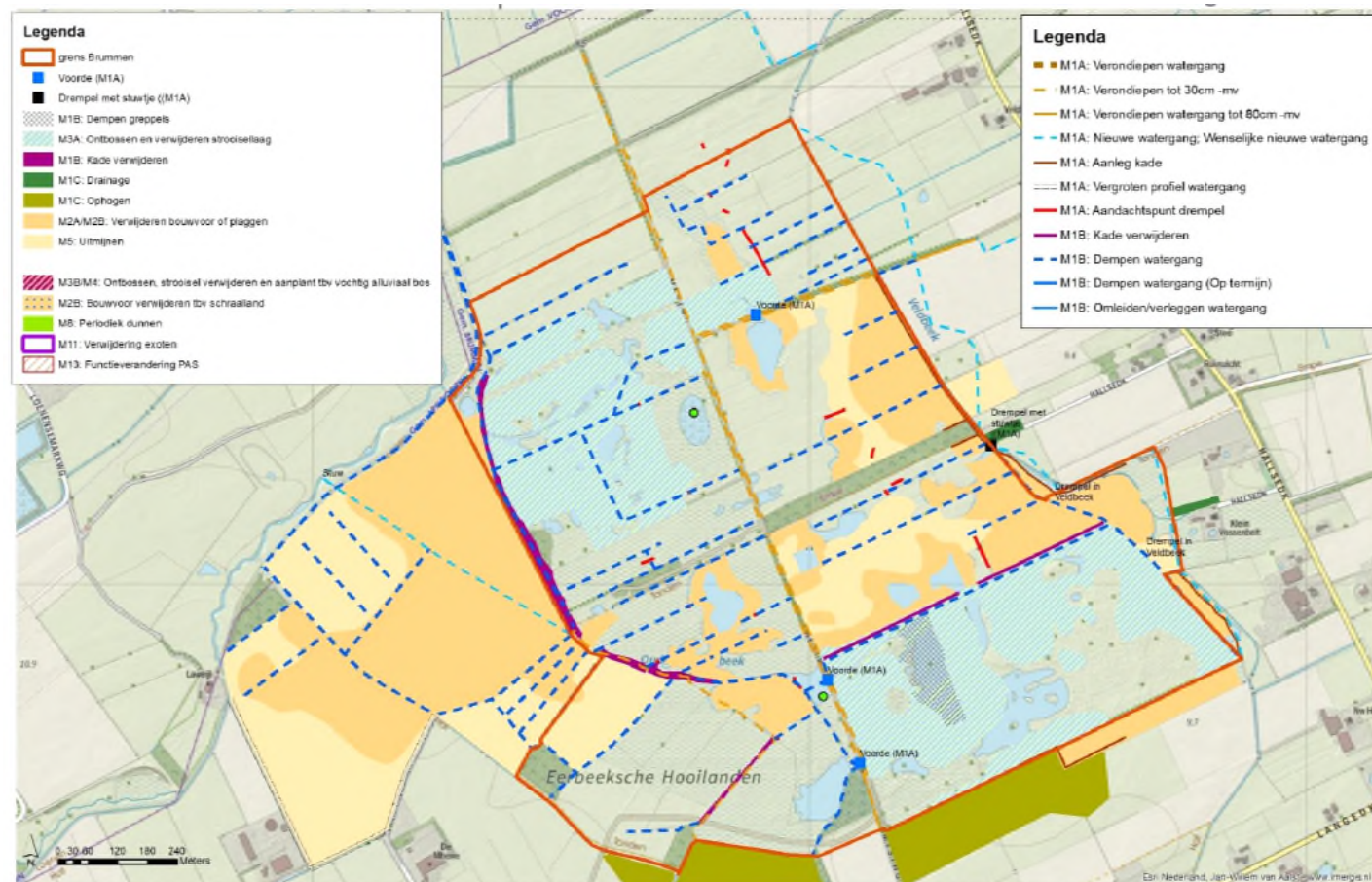
Soede, S. & M. van Ham, 2006. Nat, natter, droog: eco-hydrologische systeemanalyse Empese en Tondense Heide. Afstudeerrapport Van Hall Larenstein/Vereniging Natuurmonumenten, Velp.

9 Bijlagen

I Ligging habitattypen en meetpunten (Bron: Ekhart en Van Ek, 2017)



II Locatie herstelmaatregelen



III Resultaten tijdreeksanalyse

