

RAPPORT

Monitoringsplan omgevingscondities

Natura 2000-gebied 063 Bekendelle

Klant: Provincie Gelderland

Referentie: BH7607-RHD-XX-XX-RP-EO-007

Status: Eindconcept

Datum: 5 september 2024



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB Nijmegen
Netherlands
Water & Maritime

Telefoon: +31 88 348 70 00
Email: info@rhdhv.com
Website: royalhaskoningdhv.com

Titel document: Monitoringsplan omgevingscondities

Sub titel: Natura 2000-gebied 063 Bekendelle
Referentie: BH7607-RHD-XX-XX-RP-EO-007
Uw kenmerk
Status: Eindconcept
Datum: 5 september 2024
Projectnaam: Monitoringsplan Bekendelle
Projectnummer: BH7607
Auteur(s): Julia van Doorninck & Bas van der Weijden

Opgesteld door: Julia van Doorninck

Gecontroleerd door: Bas van der Weijden

Datum: 05-09-2024

Goedgekeurd door: Bas van der Weijden

Datum: 05-09-2024

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Uitgangspunten	1
1.2.1	Opzet monitoring	1
1.2.2	Actualisatie monitoringsplan	2
1.3	Werkwijze	2
1.4	Leeswijzer	2
2	Gebiedsbeschrijving	3
2.1	Systeembeschrijving	3
2.1.1	Ligging en eigendomssituatie	3
2.1.2	Synthese systeemanalyse	4
2.2	Habitattypen	6
2.2.1	Ligging en zoekgebieden	6
2.2.2	H9120 Beuken-eikenbossen met hulst	8
2.2.3	H9160A Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)	8
2.2.4	H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	9
2.3	Knelpunten	9
2.3.1	Boomsoortensamenstelling, bosstructuur en omvang boshabitattypen	9
2.3.2	Vermesting	10
2.3.3	Verdroging	10
3	Opzet meetnet	12
3.1	Meetvragen	12
3.1.1	Treedt het gewenste systeemherstel op binnen het gebied?	12
3.1.2	Wat is de toestand en de trend van de standplaatscondities van de habitattypen voor de verschillende locaties van een habitatype en voor het totale gebied?	14
3.1.3	Wat is de toestand en de trend van de systeemgerelateerde drukfactoren?	15
3.2	Meetopzet	17
3.3	Wijzigingen t.o.v. het originele meetplan uit 2017	18
3.3.1	Wijzigingen bestaande meetpunten	18
3.3.2	Nieuw toegevoegd aan het meetnet	19
3.3.3	Vervallen in het meetnet	19
4	Meetmethoden	21
4.1	Waterregime	21
4.2	Waterkwaliteit	22
4.2.1	Grondwaterkwaliteit	22
4.2.2	Poriewaterkwaliteit	23
4.3	Bodemchemie	24

4.4	Flora	25
4.4.1	Soortkartering in een transect	25
4.4.2	Permanente Quadraten (PQ's)	27
4.5	Monitoringsplanning	27
5	Beoordeling monitoringsgegevens	29
5.1	Beoordeling procesindicator per meetlocatie	29
5.1.1	Waterregime	29
5.1.2	Waterkwaliteit	30
5.1.3	Bodemchemie	31
5.1.4	Flora	33
5.1.4.1	Transecten	33
5.1.4.2	PQ's	34
5.2	Beoordeling systeemherstel	35
5.3	Beoordeling standplaatscondities habitattypen	37
5.3.1	Ruimtelijke beoordeling	40
5.4	Beoordeling systeemgerelateerde drukfactoren	41
6	Praktische uitwerking en organisatie	43
6.1	Opslag van meetgegevens	43
6.1.1	Waterregime	43
6.1.2	Waterkwaliteit en bodemchemie	43
6.1.3	Flora en vegetatie	43
6.2	Uitvoerende partijen	43
6.2.1	Aansturing	43
6.2.2	Waterregime	43
6.2.3	Waterkwaliteit en bodemchemie	44
6.2.4	Vegetatie- en florakartering	44
6.2.5	Beoordeling van de meetgegevens	44
7	Literatuur	45

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Provincie Gelderland is verantwoordelijk voor het behoud en herstel van de verschillende natuurgebieden binnen de provincie, waaronder ook Natura 2000-gebieden. Per Natura 2000-gebied is een beheerplan opgesteld waarin herstelmaatregelen zijn geformuleerd om het behoud en herstel te realiseren. Deze herstelmaatregelen zijn in de verschillende Natura 2000-gebieden deels of volledig uitgevoerd. De Provincie Gelderland wil weten of het verwachte herstel van het systeem optreedt als gevolg van de uitgevoerde herstelmaatregelen. Daarnaast wil de Provincie Gelderland weten of hierdoor de standplaatscondities voor de aangewezen habitattypen in stand worden gehouden of gerealiseerd en of er nog eventuele drukfactoren aanwezig zijn. Om dit te kunnen monitoren is een meetnet ingericht.

In 2017 is deze monitoring uitgebreid beschreven in diverse meetplannen voor de verschillende Gelderse Natura 2000-gebieden. Sinds het opstellen van het meetplan in 2017 zijn er middels een veegbesluit nieuwe habitattypen in ontwerp aangewezen in de verschillende Natura 2000-gebieden, zijn er voor een aantal gebieden nieuwe vegetatiekarteringen beschikbaar en zijn er na vijf monitoringsjaren (2019-2023) praktische inzichten ontstaan over wat er goed gaat en wat er beter kan met de monitoring (Dorland & Clevers 2020; Jalink et al. 2021). Ook zijn voor verschillende Natura 2000-gebieden nieuwe beheerplannen opgesteld. Hierop inspeland is de Provincie Gelderland in 2021 begonnen de meetplannen te actualiseren. Voorliggend monitoringsplan is het geactualiseerde plan voor Bekendelle, met het originele meetplan (van Os & Bouwman 2017) als basis.

1.2 Uitgangspunten

1.2.1 Opzet monitoring

Het Natura 2000-beheerplan Bekendelle richt zich op het herstel van zowel het biotische als het abiotische systeem, met name de bosstructuur en de waterhuishouding (oppervlakte en grondwater) staan centraal. Het herstel van de waterhuishouding moet leiden tot de gewenste standplaatscondities voor habitattypen. Het herstel van habitattypen kan lange tijd duren. Om toch al op kortere termijn iets te kunnen zeggen over het herstel is een meetnet ingericht. In dit monitoringsplan is dit meetnet beschreven. Het doel van de monitoring is om antwoord te kunnen geven op de volgende drie vragen:

1. Treedt het gewenste systeemherstel op in het gebied?
2. Wat is de toestand en de trend van de standplaatscondities van de habitattypen voor de verschillende locaties van een habitatype en voor het totale gebied?
3. Wat is de toestand en de trend van de systeemgerelateerde drukfactoren?

Om zo snel mogelijk de effectiviteit van de herstelmaatregelen in beeld te brengen wordt het proces van natuurherstel gevolgd aan de hand van procesindicatoren: indicatoren voor het detecteren van veranderingen op relatief korte termijn, vooral bedoeld om een indicatie van het herstelproces te geven. Het gaat om abiotische metingen en/of veranderingen in plantensoorten. Deze indicatoren geven een 'early warning signaal': ontwikkelen het systeem en de standplaatscondities zich in de gewenste richting.

De procesindicatoren kunnen verschillen per habitatype en per maatregel, maar ook per gebied (Smits et al. 2016; van Beek et al. 2021). Ten aanzien van de keuzes van procesindicatoren is in opdracht van de provincie door Aequator een voorselectie gemaakt in samenspraak met de terreinbeheerder (Bonte & Weterings 2016). Deze voorselectie is vervolgens nader uitgewerkt tot het eerste meetplan (van Os & Bouwman 2017). Bij het opstellen van dit eerste meetplan is zorgvuldig gekeken naar de doelmatigheid van het meetnet en de kosten. Zodoende is, daar waar mogelijk, aangesloten op bestaande meetnetten.

1.2.2 Actualisatie monitoringsplan

Deze actualisatie van het monitoringsplan is erop gericht om wijzigingen in het doel van de monitoring en nieuw beschikbare informatie over het gebied mee te kunnen nemen. Dit leidt tot de volgende uitgangspunten voor de actualisering van de monitoringsplannen:

- Het effect van de herstelmaatregelen wordt getoetst aan de hand van herstel van het volledige systeem;
- Het meetnet is gericht op alle aanwezige habitattypen, in plaats van enkel de stikstofgevoelige habitattypen;
- De Gelderse monitoringsplannen volgen een uniforme opzet voor alle Natura 2000-gebieden en kennen een uniforme beoordelingssystematiek, met vastgestelde maatlatten voor de abiotische randvoorwaarden van de habitattypen;
- De monitoring wordt ingericht aansluitend op de Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA) uit het Natura 2000-beheerplan. Op basis daarvan wordt per meetlocatie voor systeemherstel en/of de standplaatscondities in het monitoringplan de referentie (gewenste) situatie beschreven. Per locatie wordt aangegeven waaraan en hoe deze getoetst gaat worden.

Afbakening

Met deze 'vinger aan de pols' monitoring methodiek wordt een specifiek monitoringsmeetnet opgezet gericht op systeemherstel. Het is nadrukkelijk niet het doel om alle monitoringsvragen in dit gebied met dit meetnet op te pakken. Zaken zoals het monitoren van de trend van habitatype oppervlakte of de SNL-monitoring zijn geen doel van dit monitoringsmeetnet. Ook het beantwoorden van onderzoeksvragen uit het beheerplan maakt geen onderdeel uit van dit monitoringsplan. Wél wordt bij het opstellen van dit meetnet rekening gehouden met deze overige monitoring, waarbij we willen voorkómen dat er ongewenste overlap of dubbele monitoring plaatsvindt.

1.3 Werkwijze

Voorliggend monitoringsplan is een geactualiseerde en geoptimaliseerde versie van het originele meetplan (van Os & Bouwman 2017). Bij het opstellen van voorliggend monitoringsplan is de opzet van de geactualiseerde monitoringsplannen voor De Bruuk en Landgoederen Brummen deelgebied Empese en Tondense heide gebruikt (Paternotte et al. 2023; van der Weijden et al. 2023). Een belangrijke input voor dit monitoringsplan is het door Provincie Gelderland in samenwerking met Arcadis en Stichting Bargerveen opgestelde Natura 2000-beheerplan (Provincie Gelderland 2023), de T0 habitattypenkartering (Berglinde en Bijlsma 2013) en de flora en vegetatiekartering in 2019-2020 ten behoeve van de T1 habitattypenkaart (Jansen 2020).

1.4 Leeswijzer

Voorafgaand is de aanleiding, de opzet en het uitgangspunt van het voorliggende monitoringsplan beschreven. Hierop volgend is in hoofdstuk 2 een samenvatting van de landschapsecologische systeemanalyse (LESA) beschreven en of er, ondanks de maatregelen uit de eerste beheerplanperiode, ten opzichte van de habitattypen nog knelpunten en/of kennisleemtes zijn die de kwaliteit beïnvloeden. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 op hoofdlijnen de opzet van het meetnet toegelicht. In hoofdstuk 4 worden de meetmethoden van de verschillende procesindicatoren toegelicht (meetdoel, meetwijze, meetlocaties, meetmoment, meetfrequentie). Waarna in hoofdstuk 5 wordt besproken hoe deze procesindicatoren beoordeeld moeten worden om antwoord te kunnen geven op de drie meetvragen. Tot slot wordt in hoofdstuk 6 aandacht besteed aan de praktische uitvoering, zoals de wijze van dataopslag, de uitvoerende partijen en een meetplanning.

2 Gebiedsbeschrijving

De systeembeschrijving is overgenomen uit het beheerplan (Provincie Gelderland 2023) en volgt grotendeels de geformuleerde samenvatting, met enkele toevoegingen uit de uitgebreide LESA in de Bijlage van het beheerplan.

2.1 Systeembeschrijving

2.1.1 Ligging en eigendomssituatie

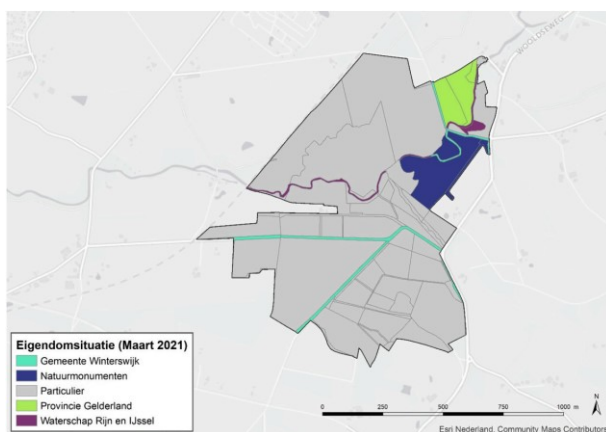
Het Natura 2000-gebied Bekendelle ligt ten zuiden van Winterswijk in de provincie Gelderland. Het omvat het bosgebied aan weerszijden van de Boven Slinge en ligt tussen de spoordijk Winterswijk-Aalten en de Nieuwe Wooldse weg/Rechtse Wooldse weg. Het Natura 2000-gebied Bekendelle is circa 88 hectare groot. Het bos dat in het laaggelegen deel van het gebied ligt, inundeert bij hoge waterstanden en betreft het beekbegeleidend vogelkers-essenbos. Er zijn overgangen naar eiken-haagbeukenbos en naar Elzenbroekbos. Het grootste deel van het gebied, buiten het overstromingsbereik van de Boven Slinge bestaat uit eiken-beukenbossen, deels met hulst in de ondergroei.

Het aanwijzingsbesluit voor het Natura 2000-gebied Bekendelle is vastgesteld op rijksniveau op 25 april 2013. In het aanwijzingsbesluit is de begrenzing van het gebied opgenomen en is aangegeven voor welke typen natuur (habitattypen en/of soorten) Bekendelle belangrijk is. Het aanwijzingsbesluit geeft aan welke instandhoudingsdoelstellingen gelden voor deze habitattypen en/of soorten.

Instandhoudingsdoelstellingen hebben betrekking op de oppervlakte en kwaliteit van habitattypen en leefgebieden en geven aan of behoud of uitbreiding c.q. verbetering wordt nagestreefd. Het Natura 2000-gebied Bekendelle is aangewezen voor drie habitattypen:

- H9120 Beuken-eikenbossen met hulst (behoud oppervlakte en verbetering kwaliteit);
- H9160 Eiken-haagbeukenbossen (uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit);
- H91E0* Vochtige alluviale bossen (behoud oppervlakte en verbetering kwaliteit).

Van het Natura 2000-gebied is ongeveer vijf hectare in eigendom van Natuurmonumenten. Dit betreft het bosreservaat Bekendelle. Het overgrote deel van het Natura 2000-gebied is in eigendom van zes particulieren. Het merendeel van deze bezittingen betreft Natuurschoonwet (NSW)-landgoederen. Overige eigenaren binnen het gebied zijn Waterschap Rijn en IJssel, Provincie Gelderland en gemeente Winterswijk. In Figuur 2.1 is de eigendomssituatie in Bekendelle weergegeven.



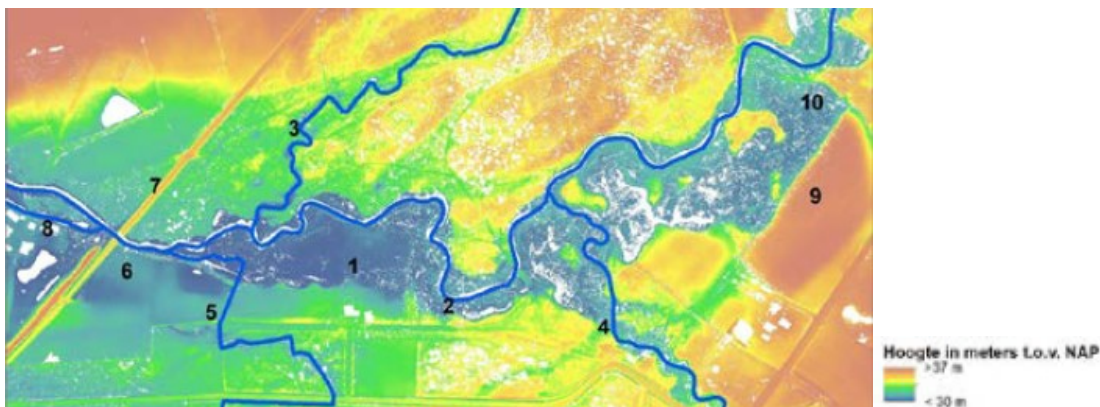
Figuur 2.1. Eigendomssituatie Natura 2000-gebied Bekendelle in maart 2021, overgenomen uit het beheerplan (Provincie Gelderland 2023).

2.1.2 Synthese systeemanalyse

Bekendelle wordt beschouwd als een van de best bewaarde beekbegeleidende bossen van Nederland, met een nog meanderende laaglandbeek, de Boven Slinge, en een karakteristieke flora en fauna. In de omgeving van Winterswijk ligt net als in Bekendelle, een dun pakket zanden op een uiterst dik pakket van slecht doorlatende kleien, die gedurende het Tertiair werden gevormd. Het bovenste deel van de kleilaag is in de voorlaatste ijstijd beïnvloed door het landijs en zou daarbij verwerkt kunnen zijn tot kleileem. Deze geologische constellatie is bepalend voor de waterhuishouding. Door de ondiepe ligging van uiterst dikke lagen slecht doorlatende Tertiaire kleien en keileem, zijn de watervoerende pakketten dun. Hierdoor kunnen snel natte tot vochtige omstandigheden ontstaan en is de invloed van lokale watersystemen dominant.

Bekendelle ligt op de flank van een smeltwatergeul uit de voorlaatste ijstijd, die later voor een groot deel opgevuld is geraakt met smeltwaterafzettingen (fluvioperiglaciale afzettingen), waarover aan het eind van de laatste ijstijd nog een dunne laag dekzanden is afgezet. In de smeltwaterafzettingen van de smeltwatergeul heeft de Boven Slinge een breed stroombed gevormd. Ter hoogte van de vroegere watermolen Broekmolen versmalt dit stroombed zich en is de Boven Slinge door een dekzandrug gebroken die het stroombed in de smeltwatergeul afsnoerde. Deze vernauwing van het beekdal zorgt bovenstrooms nog steeds voor een afname van de stroomsnelheid in de beek en voor een versterkte sedimentatie van zand. De vernauwing bij Broekmolen heeft eraan bijgedragen dat de beek in Bekendelle sterk is gaan meanderen (door de opstuwing en daarmee het verminderde verhang), zich in noordelijke richting verplaatste en daarbij steeds nieuwe lopen vormde in het stroombed. Daarvan getuigen de diverse oude beeklopen. Het opstuwten van de beek ten behoeve van de watermolen Broekmolen zal dit proces verder hebben verstrekt.

Door deze verplaatsing kalfden de dekzandruggen in het noorden af, verbreedde het stroombed zich en werd voor de vernauwing steeds nieuw zand afgezet. Deze voortdurende geologische en geomorfologische processen hebben gezorgd voor een gevarieerd, maar complex reliëf met veel hoog-laaggradiënten. Het reliëf is gekenmerkt door grote hoogteverschillen zowel dwars op als parallel aan de beek. Het dal van de Boven Slinge is asymmetrisch: in het noorden en westen loopt de beek dicht tegen een hoge rug en zijn de oevers hoog en steil (Figuur 2.2). In het zuiden en oosten heeft de Boven Slinge een relatief brede vlakte uitgesleten, waarin diverse oude beekarmen en oeverwallen liggen. De golvende zuidrand van het dal maakt duidelijk dat de Boven Slinge van oudsher een sterk meanderende beek is, die zich in noordelijke richting heeft verplaatst.

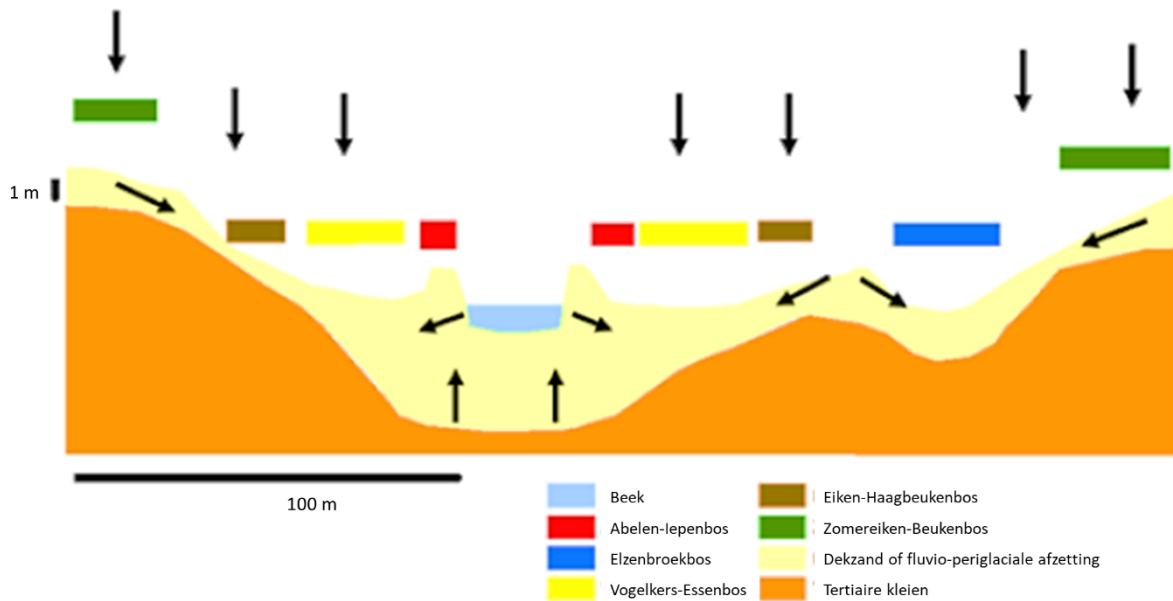


Figuur 2.2. Hoogtemodel het beekdal in Bekendelle. Op deze kaart is de lokale verscheidenheid in reliëf en hoogte goed te zien bron: AHN (2020). 1 = golvende rand; 2 = van noord naar zuid huidige beekmeander, oeverwal en oude meander, 3 = Klandersmans Waterleiding; 4 = Limbeek; 5 = zijbeek; 6 = vernauwing beekdal; 7 = spoorlijn; 8 = vistrap; 9 = hoogste dekzandrug; 10 = brede laagte. Overgenomen uit Provincie Gelderland 2023.

Dankzij de grotere dikte van het watervoerende pakket in de erosiegeul en zijn zijgeulen kan in de laagste delen in het stroombed basenrijk (en van nature ook sulfaatrijk) grondwater uittreden. Dat grondwater is afkomstig van grotere diepte en vanuit het noordoosten, min of meer overeenkomend met het tracé van de Boven Slinge; Het grondwater uit de zijgeulen is afkomstig uit het zuiden en noorden. Het diepere grondwater wordt gedraineerd door beken, in het bijzonder door de Boven Slinge en de Limbeek. Beide waterlopen veroorzaken 's winters een sterke knik in de isohypsen. Aan het einde van de zomer zijn de grondwaterstanden ruim een meter lager. Ook dan draineert de Boven Slinge het diepere grondwater, maar minder sterk dan 's winters. Het verval in grondwaterstanden is het grootst vanuit het zuiden, zowel in zomer als winter.

De peilverschillen in de Boven Slinge gedurende de seizoenen én het (betrekkelijk) dunne watervoerende pakket zorgen er samen voor dat de waterstandsschommelingen in de lage delen van nature betrekkelijk groot zijn: 's winters hoog en 's zomers behoorlijk diep uitzakkend. In 2020 is het beektraject 50 cm verdiept, wat heeft geleid tot een verlaging van de basisafvoer, terwijl de hoogwaterpieken onveranderd zijn gebleven. De piekafvoeren worden gekenmerkt door een snelle stijging van het waterpeil, waarbij een verhoging van 1,70 meter tijdens jaarlijkse hoogwaterpieken niet ongewoon is. De kades zijn bij deze jaarlijkse piekafvoer hoog genoeg. Opvallend is dat bij extreme afvoeren (T=100) het oppervlakpeil slechts 30 cm verder stijgt. Op deze momenten draagt niet alleen de beek, maar het gehele beekdal bij aan de waterafvoer omdat de kades overstromen. Gemiddeld elke twee jaar treedt inundatie op, waarbij. Deze overstromingen zijn cruciaal voor de aanwezige broekbossen, die afhankelijk zijn van mineraalrijk grondwater en periodieke overstroming. Slibafzetting vindt dan voornamelijk plaats in geïsoleerde laagten, die als natuurlijke slibvangen fungeren.

De beek is hier opgeleid, wat als voordeel heeft dat de drainerende werking van de beek veel kleiner werd gehouden wat gunstig is voor de hier aanwezige broekbossen. Deze bossen staan onder invloed van toestromend mineraalrijk grondwater. Voeding vindt ook plaats door jaarlijkse overstroming. Hoewel inundatie geregeld optreedt en kwel aanwezig lijkt te zijn, nemen goed ontwikkelde Elzenbroekbossen een betrekkelijk klein oppervlak in door de grote waterstandschommeling. Het grootste deel van de bossen op de lagere locaties bestaat uit bostypen die kenmerkend zijn voor (relatief) sterk schommelende grondwaterstanden. Het dichtst bij de beek zijn dat Abelen-iepenbossen (Figuur 2.3), die onder invloed staan van overstromingen met hypertroof, met meststoffen verontreinigd, basenrijk beekwater en sedimentatie van basenrijk, maar zeer voedselrijk zand op de oeverwallen in de binnenbochten van de beek. Op de lagere delen achter de oeverwal, die in vergelijking met de oeverwallen langduriger hogere waterstanden kennen, is het Vogelkers-essenbos te vinden. Eiken-haagbeukenbos bevindt zich op de gronden langs de beek die niet door beekwater worden overstromd, maar wel onder invloed staan van het (grond)water en die waarschijnlijk een sterk lemige bodem bezitten. Op grotere afstand van de beek, in het hogere gelegen gebied in het zuiden bevindt zich ook Eiken-haagbeukenbos, waarschijnlijk op een dun zandpakket met stagnerend grondwater op de ondoorlatende ondergrond van kleileem en/of Tertiaire klei (niet weergegeven in onderstaande doorsnede). Op de hoogste delen van het gebied, op lemige dekzandgronden, waar het gehele jaar inzigging van regenwater optreedt en er nooit contact is met basenrijk grondwater staan Beuken-eikenbossen (en aangeplante naaldbossen).



Figuur 2.3. Schematische weergave van het functioneren van het systeem van Bekendelle. De pijlen geven de grondwaterstroming en in lokale grondwatersystemen de invloed van regenwater weer (Provincie Gelderland 2023).

2.2 Habitattypen

2.2.1 Ligging en zoekgebieden

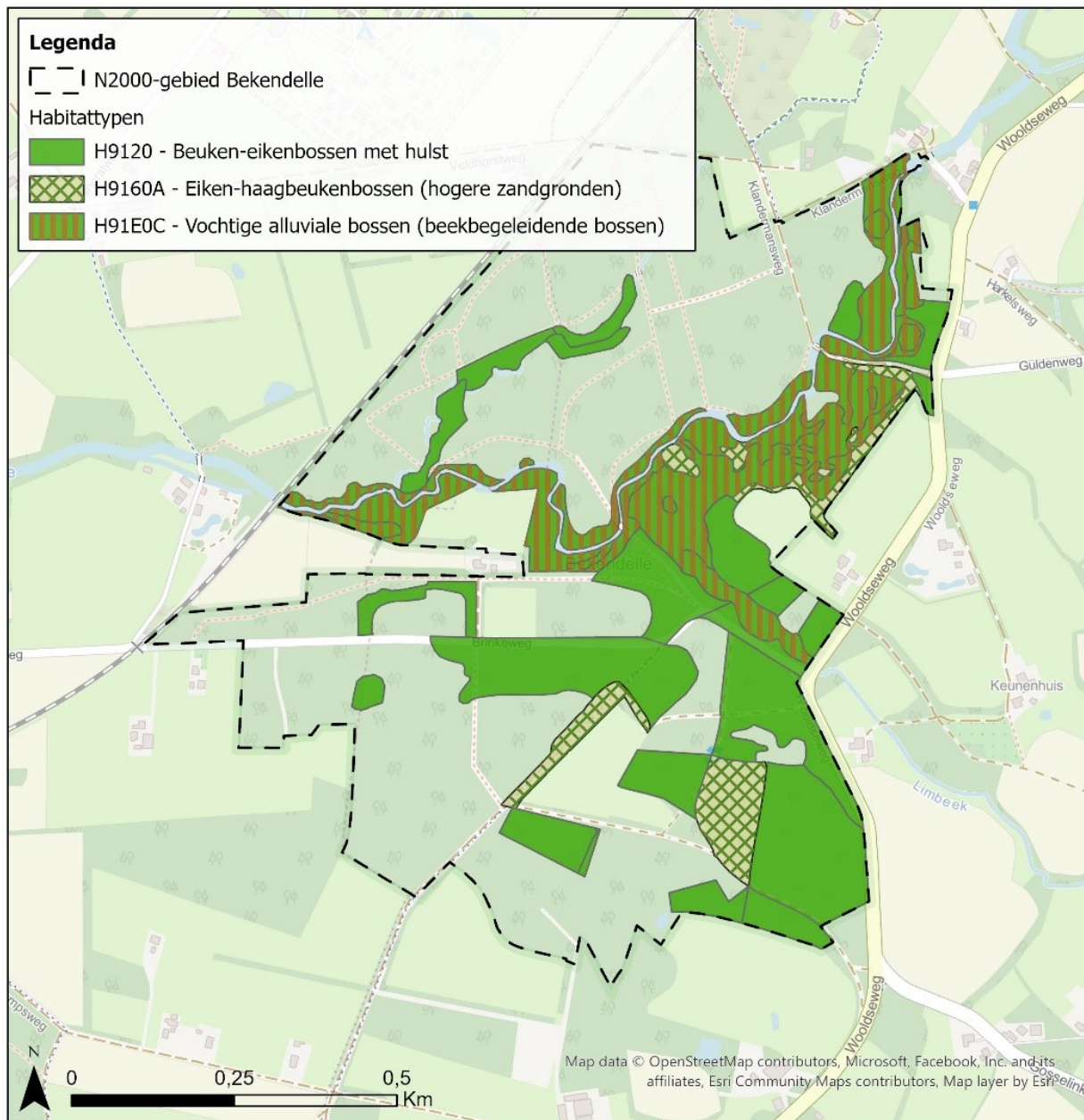
In Bekendelle zijn door lokale verschillen in reliëf, bodem en waterkwaliteit veel gradiënten aanwezig in de vegetatie en zijn er verschillende habitattypen te vinden (Figuur 2.4 & Tabel 2-1). Verspreid over diverse eenheden is een totaal oppervlak van ongeveer 18 hectare aan H9120 Beuken-eikenbossen met hulst aanwezig. Hiervan ligt het grootste deel in het zuidoostelijke deel van het gebied. Door het kleine oppervlak en het omliggende landbouwkundige landgebruik, zijn natuurlijke bosranden langs het habitatype schaars aanwezig. Ook een functionele omvang van tientallen hectares van het habitatype wordt lang niet gehaald, zowel op bosniveau als binnen het gehele Natura 2000-gebied.

Het habitatype H9160A Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) komt op kleine schaal voor met een totaal oppervlak van ongeveer 3,2 hectare. Dit habitatypen komt voor in smalle stroken net buiten het overstromingsbereik van de beeklopen. Ten noorden van de Boven Slinge ligt het habitatype in mozaïek met het habitatype Vochtige alluviale bossen en in het zuidelijke deel in twee vochtiger bosdelen. Vooral in het noordelijke deel heeft het bos een structuurrijke gelaagdheid, deze ontbreekt in het zuidelijke deel. Eveneens voor de Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) geldt dat de functionele omvang van tientallen ha lang niet wordt behaald met de huidige omvang.

Het habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) komt vooral voor langs de zuidoever van de Boven Slinge en langs de Limbeek. Het is beperkt tot een smalle strook direct grenzend aan de beek die jaarlijks inundeert. De inundaties worden hoofdzakelijk veroorzaakt door afvoer van neerslagwater afkomstig van de beken bovenstrooms (horizontale inundatie), maar aanvullend is ook sprake van (lokale) kalkrijke kwel. Het totale oppervlak is, verspreid over diverse eenheden, net 18 ha. Daarmee wordt de functionele omvang van tientallen hectares niet gehaald.

Tabel 2-1. Overzicht instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen Bekendelle.

Habitattypen		Landelijke staat van instandhouding	Relatieve bijdrage LSIH	Doelstelling oppervlak	Doelstelling kwaliteit	Omvang 2009 (T0)
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst	Matig ongunstig	C; <2%	Behoud	Verbetering	18 ha
H9160A	Eiken-haagbeukenbossen	Zeer ongunstig	C; <2%	Uitbreiding	Verbetering	3,2 ha
H91E0C	Vochtige alluviale bossen	Matig ongunstig	C; <2%	Behoud	Verbetering	18 ha



Figuur 2.4. Aanwezige habitattypen binnen Natura 2000-gebied Bekendelle (Provincie Gelderland 2023).

2.2.2 H9120 Beuken-eikenbossen met hulst

In Bekendellen geldt voor H9120 Beuken-eikenbossen met hulst de instandhoudingsdoelstelling behoud van oppervlakte en verbetering van kwaliteit. Het habitatype betreft vooral de oude boskernen op de hogere delen van het Natura 2000-gebied, buiten het overstromingsbereik van de beek en waar alleen sprake is van neerslagwater en wegzijging, dus zonder grondwaterinvloed. Door de relatie met droge, (matig) voedselarme groeiplaatsomstandigheden is de voedselrijkdom-tolerantie beperkt en zijn de groeiplaatsomstandigheden matig zuur tot zuur. Het hele oppervlak van het habitatype is gebaseerd op het vegetatietype Beuken-eikenbos (42Aa2), met daarin nog een aanzienlijk deel naaldhoutsoorten. De structuur van het habitatype is beoordeeld als basaal (de T0-situatie). In 2020 is in het Natura 2000-gebied een nieuwe vegetatiekartering uitgevoerd (Jansen, 2020). Hierbij is het bos deels als andere vegetaties gekwalificeerd, naast Beukenzomereikenbos (42Aa2/r45Aa04) is ook een groot oppervlak Bochtige smelebeukenbos (42Aa3/45Aa05) gekarteerd, waaronder ook delen die in de 2009 als Beukenzomereikenbos zijn begreemd. De aanwezigheid van beide vegetatietypen geeft aan dat de vegetatiekundige kwaliteit van het habitatype goed is, maar er is nog wel opslag en verjonging van naaldbomen (fijnspar en lariks) en Amerikaanse vogelkers. Een overmatige verjonging van deze soorten kan de flora van de ondergroei negatief beïnvloeden.

2.2.3 H9160A Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)

In Bekendellen geldt voor 2.2.3 H9160A Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) de instandhoudingsdoelstelling uitbreiding van oppervlakte en verbetering van kwaliteit. In het eerste Natura 2000-beheerplan (Provincie Gelderland 2016) is het hele oppervlak van het habitatype gebaseerd op het vegetatietype Eiken-haagbeukenbos (subassociatie met witte klaverzuring) (43Ab01f). Hier zijn enkele kenmerkende ondergroei-soorten van het vegetatietype vastgesteld als bosanemoon, witte klaverzuring, lievrouwewedstro, gulden boterbloem en gele dovenetel. Deze soorten geven de aanwezigheid weer van een oudere bosbodem en een min of meer goed ontwikkelde ondergroei. In het eerste beheerplan staat dat dit een goede kwaliteit indiceert. In 2020 is in het Natura 2000-gebied een nieuwe vegetatiekartering uitgevoerd (Jansen 2020). De vegetatietypen die het habitatype Eiken-haagbeukenbossen vormen, komen verspreid en versnipperd voor met kleine oppervlaktes. Het gaat om het vegetatietype Eiken-haagbeukenbos (43Ab1f) in mozaïek binnen het Essen-vogelkersbos (43Aa5). Door de versnipperde ligging en kleine gekarteerde eenheden is er een verschil met de habitattypenkaart (versie T0) in zowel ligging als oppervlak. Het oppervlak habitatype is daarmee waarschijnlijk afgenomen met ruim 30% (of 1 hectare).

Het habitatype Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) komt vooral voor op oeverwallen en lemige gronden die niet inunderen, maar wel een hoge (voorjaars)grondwaterstand hebben. Door verdroging (versnelde waterafvoer van beek- en grondwater) staat de grondwaterstand lager en is er een grotere invloed van (zuurder) neerslagwater. Het is aannemelijk dat hierdoor de zuurgraad hoger is dan wenselijk, maar nog wel binnen de tolerantiegrenzen van neutraal tot zwak zuur valt. De te hoge atmosferische depositie kan aanvullend ook leiden tot een te hoge zuurgraad, of hiervan sprake is en wat dit betekent voor de classificatie is niet duidelijk.

Eikenhaagbeukenbossen zijn gevoelig voor verzuring van de standplaats door verdroging (het wegvallen van de invloed van basenrijk grond- of oppervlaktewater). Dit vormt een belangrijke bedreiging voor dit subtype. Door de aanvoer van voedselrijk landbouwwater uit het bovenstroomse gebied, is de voedselrijkdom van de bodem naar verwachting te hoog (het grondwater staat tot net onder het maaiveld, waardoor eutroof water direct van invloed is op de wortelzone van boom-, struik- en kruidlaag). De voedselrijkdom is aanzienlijk hoger is dan de voorwaarden.

2.2.4 H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)

het In Bekendellen geldt voor H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) de instandhoudingsdoelstelling behoud van oppervlakte en verbetering van kwaliteit. Binnen het habitattypen vindt preferent gelijkmatige en langdurige overstromingen plaats. Doordat het grondwater snel wegzakt, de Boven Slinge diep is ingesneden en de basisafvoer te laag is door versnelde afvoer uit het bovenstroomse gebied, is in het habitatype sprake van verdroging en daarmee verruiging. Deze verruiging wordt versterkt doordat het beekwater dat wel zorgt voor inundatie veelal eutroof tot hypertroof is door afvoer van meststoffen uit het bovenstroomse gebied in zowel Nederland en Duitsland.

Het habitatype komt voor in mozaïek met het habitatype Eiken-haagbeukenbossen en ligt vooral op de lagere delen die inunderen. In het eerste Natura 2000-beheerplan (Provincie Gelderland 2016) wordt het habitatype beschreven als een vegetatie die gevormd wordt door de vegetatietypen Elzenzegge-Elzenbroekbos (39Aa2), Rompgemeenschap met grote brandnetel van het Verbond der Elzenbroekbossen (39RG4) en het Vogelkersessenbos (43Aa05).

De toevoer van voedingsstoffen komt zowel via het oppervlaktewater als via atmosferische depositie in het systeem. De meeste vormen van het habitatsubtype zijn gevoelig voor veranderingen in de hydrologie in de vorm van grondwaterstands daling of afname van kwel. Op plekken die regelmatig overstromen kan daarnaast een te hoge voedselrijkdom van het overstromende beekwater en het afgezette beekslib en/of een toename van overstromingen zorgen voor eutrofiëring en verruiging van de vegetatie.

2.3 Knelpunten

Doordat de diverse herstelmaatregelen uit het eerste beheerplan (Provincie Gelderland 2016) en de PAS-analyse (Pingen et al. 2017) nog maar recent geleden zijn uitgevoerd (2018-2020), is nog niet duidelijk zichtbaar wat de gevolgen zijn. Een deel van de in het eerste beheerplan opgenomen knelpunten is echter nog steeds actueel, of doordat de maatregel herhaald moet worden dan wel omdat deze nog niet of niet voldoende uitgevoerd is. Het betreft biotische knelpunten en abiotische (vermesting, verdroging en stikstofdepositie). De hoge recreatiedruk en biotische belemmeringen (connectiviteit) vormen eveneens knelpunten. Deze zijn echter niet opgenomen in het voorliggende monitoringsplan, aangezien dit niet gericht is op de werking van het systeem zelf.

2.3.1 Boomsoortensamenstelling, bosstructuur en omvang boshabitattypen

Een aanzienlijk deel van het bos in Bekendelle is structuurarm, wat samenhangt met een hoog aandeel naaldbomen (o.a. door perceelsgewijze (vroegere) aanplant) en andere niet inheemse boomsoorten. Van een natuurlijke bosopbouw met (staand) dood hout, oude, dikke bomen en een rijk ontwikkelde struik- en kruidlaag is slechts in beperkte mate sprake. De biodiversiteit van deze bossen is aanzienlijk lager dan die van loofbossen of gemengde bossen op overeenkomstige standplaatsen. Dit is een knelpunt. Behalve dat naaldbomen niet thuishoren in de boshabitattypen van Bekendelle, dragen ze ook bij aan een hogere verdamping, een dikkere en zuurdere strooisellaag en schaduw op de bodem. Daarmee remmen ze ontwikkeling naar natuurlijker, kenmerkende bossen.

Een deel van de uitheemse (naald)boomsoorten is gekapt of verwijderd, maar voor een daadwerkelijke bosverbetering is een veel langere doorlooptijd nodig, tot minimaal enkele decennia. Door de lange ontwikkeltijd van deze structuurparameters, is herstel of ontwikkeling niet snel gerealiseerd. Het behalen van een grotere structuur hangt af van veel factoren en is veelal verweven met andere knelpunten als eutrofiëring, verdroging, recreatie.

2.3.2 Vermesting

Frequent hoge piekafvoeren en inundaties

Het is aannemelijk dat door ontginningen en sterk toegenomen ontwatering in het intrekgebied van de Boven Slinge, de frequentie en de intensiteit van piekafvoeren sinds het begin van de 20e eeuw zijn toegenomen. Het vroegere oppervlaktewater-/beekpeilregime van de Boven Slinge is grotendeels echter onbekend. Op basis van simulaties zou kunnen worden nagegaan hoe dat is geweest toen de Broekmolen nog functioneerde en hoe dat verschilt van het huidige peilverloop. Dit valt buiten de scope van voorliggend meetplan, wel worden de mogelijke gevolgen als vermessing middels slibafzet en externe eutrofiëring binnen het gebied meegenomen.

De huidige hoge piekafvoeren zijn ecologisch ongewenst omdat ze zorgen voor frequentere overstromingen met slibrijk en eutroof beekwater, wat voor extra eutrofiëring van de beekbegeleidende bossen zorgt. Vooral de Vochtige alluviale bossen in de laagtes langs de beek zijn gevoelig voor vermessing (Pingen et al. 2017). Deze vermessing vormt een groot knelpunt, dat binnen het Natura 2000-gebied niet kan worden opgelost. Daarvoor is een vermindering van de bemesting noodzakelijk in het intrekgebied van de Boven Slinge, zowel in Nederland als Duitsland. Er is weinig bekend bekend over de exacte herkomst van het water en slib in de Boven Slinge (welke percelen of gebieden dragen het meeste bij). Om de waterkwaliteit in de Boven Slinge te kunnen verbeteren, is een regionale benadering nodig, die zich uitstrekt over het intrekgebied van de Boven Slinge bovenstrooms van Bekendelle. Alleen zo kunnen de oorzaken van de slechte waterkwaliteit worden weggenomen.

Interne eutrofiëring door hoge sulfaatgehalten grond- en oppervlaktewater

De hoge sulfaatgehalten van het grond- en oppervlaktewater kunnen onder de meest natte en zuurstofarme omstandigheden in de bodem leiden tot interne eutrofiëring. Het sulfaat wordt daarbij gereduceerd tot sulfide dat zich bindt met ijzerionen tot (secundair) pyriet. IJzerionen hebben ook een functie bij het vastleggen van fosfaat. Als er minder ijzerionen beschikbaar zijn door binding met sulfide, wordt er minder fosfaat vastgelegd. Dit kan, in combinatie met de eveneens hoge nitraatlast, leiden tot interne eutrofiëring met bijbehorende gevolgen voor de vegetatie (Pingen et al. 2017). De herkomst van het sulfaat kan natuurlijk zijn, de Tertiaire kleien zijn immers rijk aan pyriet, maar kan ook het gevolg zijn verhoogde nitraatconcentraties in het grondwater als gevolg van intensieve bemesting. Wat daadwerkelijk het geval is, vraagt om nader onderzoek.

Stikstofdepositie

De gemiddelde stikstofdepositie op het Natura 2000-gebied Bekendelle ligt op 2.000 mol N/ha/jaar met een bandbreedte tussen 1.500 mol N/ha/jaar en 2.250 mol N/ha/jaar. Nagenoeg overal is sprake van een forse overschrijding van de kritische depositiewaarde. Met name de ondergroei van de habitattypen, maar ook de zomereiken (door verzuring) ondervinden hier negatieve effecten van. Dit grote knelpunt kan, evenmin als de slechte kwaliteit van het beekwater, niet binnen het Natura 2000-gebied worden opgelost. Hiervoor dient op landelijk niveau de stikstofemissie fors worden teruggebracht.

2.3.3 Verdroging

Verdroging door te vroeg en te diep uitzakken van de grondwaterstanden

Van Bekendelle zijn weinig peilbuisgegevens beschikbaar. In 2018 zijn er twee peilbuizen geplaatst in het Beuken-Zomereikenbos en één in het Eikenhaagbeukenbos in het zuidelijke gedeelte van het gebied (Provincie Gelderland 2023). Dit zorgt in dit deel van het Natura 2000-gebied voor een goed beeld van de waterstanden. Het is noodzakelijk aanvullend enkele peilbuizen te plaatsen om een goed beeld te kunnen verkrijgen van het grondwaterregime in het Vogelkers-essenbos en het Elzenbroekbos in relatie tot het oppervlaktewaterregime van de Boven Slinge.

In het gebied is sprake van verdrogende effecten door drainage en ontwatering voor de landbouw in de omgeving en bovenstrooms. Hierdoor wordt (grond)water versneld afgevoerd en komt de grondwaterstand lager te staan. Het oorzakelijk verband is niet onderzocht, maar vanuit de huidige kennis van de werking van het hydrologisch systeem goed te verklaren (Provincie Gelderland 2023). Verder verdampen naaldhoutopstanden meer dan loofbossen en heide (Pingen et al. 2017). De ruime verbreiding van naaldbos doet vermoeden dat hier minder water infiltreert, waardoor de grondwaterstanden zijn gedaald en er waarschijnlijk minder grondwater naar de lage delen kan stromen om daar aan maaiveld uit te treden. In het zuidelijke deel van Bekendelle zorgen sloten en greppels voor een versnelde afvoer van water uit het dunne watervoerende pakket. Daardoor zijn de grondwaterstanden hier gedaald, waardoor de duur dat grondwater het maaiveld kan bereiken is verminderd. De Eikenhaagbeukenbossen in dat deel van Bekendelle zijn hierdoor verdroogd (Pingen et al. 2017; Kieskamp 2021).

Piekafvoeren en drainage door verdiepte Boven Slinge

Door de toegenomen piekafvoeren treedt in delen van Bekendelle grotere oeverafslag op dan van nature, waarbij zand wordt geplaatst en stroomafwaarts sedimenteert. Ter plekke verbreedt de beek zich en wordt dieper. Daardoor draineert de beek de aangrenzende gebieden sterker. Het ontzanden van de beek heeft een verhoogde drainage tot gevolg en draagt bij aan de verdroging van de beekbegeleidende bossen. De piekafvoeren gaan ook samen met een lagere basisafvoeren (er wordt bovenstrooms vrijwel niks meer vastgehouden en geborgen) waardoor minder bovenstrooms water wordt nageleverd, wat resulteert in lagere zomergrondwaterstanden. Een sterker fluctuerend beekpeil zal derhalve aanleiding geven tot grotere grondwaterstandsschommelingen en lagere zomerpeilen, wat de aanwezigheid van storingsindicatoren in de beekbegeleidende bossen bevordert.

Verzuring door verminderde invloed basenrijk grondwater

In de van nature natte standplaatsen bevinden de berekende gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden (GVC's) zich op veel plaatsen ver onder het maaiveld. Bij dergelijke GVC's zal het basenrijke grondwater de wortelzone van de vegetatie niet meer of nog slechts kortstondig bereiken, waardoor de wortelzone verzuurt. Dat heeft negatieve gevolgen voor de basenminnende plantensoorten in kruidlaag van de Vochtige alluviale bossen en de Eiken-haagbeukenbossen die daarvan afhankelijk zijn. Dit proces kan een rol hebben gespeeld bij het verdwijnen van de kritische basenminnende soorten zwartblauwe rapunzel en grote keverorchis.

3 Opzet meetnet

3.1 Meetvragen

Het meetnet is zo opgezet dat het de drie meetvragen (zie paragraaf 1.2) kan beantwoorden. De eerste vraag is erop gericht om te volgen of het systeem zich herstelt tot een natuurlijke systeemwerking zoals beschreven in paragraaf 2.1. De tweede vraag gaat in op de toestand en trend van de standplaatscondities van de verschillende habitattypen beschreven in paragraaf 2.2. De derde meetvraag gaat in op de systeemgerelateerde drukfactoren als externe drukfactor.

3.1.1 Treedt het gewenste systeemherstel op binnen het gebied?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden dient gekeken te worden naar de ruimtelijke relaties in het systeem en de condities waartoe die relaties leiden. De systeembeschrijving (LESA) uit paragraaf 2.1 geeft hiervoor de benodigde informatie. Het systeemherstel beoordelen we aan de hand van de ontwikkeling van drukfactoren, procesfactoren en standplaatsfactoren (zie Tekstkader 3-1). In het kader van deze eerste meetvraag zijn enkel de procesfactoren en standplaatsfactoren relevant.

Tekstkader 3-1. Drie verschillende factoren voor monitoring systeemherstel.

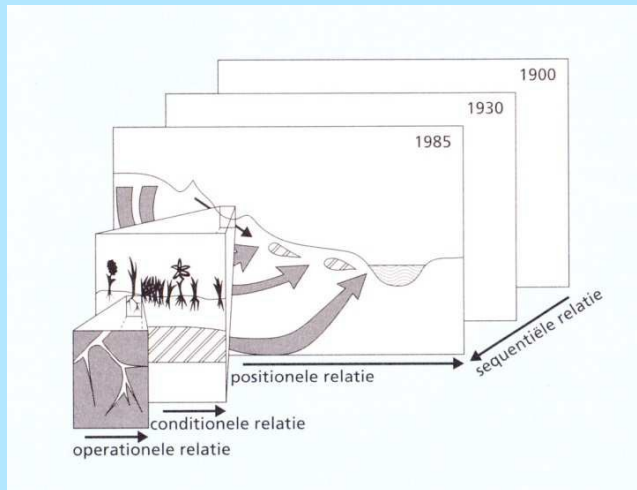
Voor de werking van een systeem zijn verschillende factoren te onderscheiden die van invloed zijn op het systeem en waar ook op gestuurd kan worden. Factoren zoals het klimaat zijn wel van invloed, maar kunnen niet (direct) gestuurd worden, waardoor deze in het kader van deze monitoring buiten beschouwing worden gelaten. We onderscheiden vervolgens drie type factoren: Drukfactoren, procesfactoren en standplaatsfactoren. Deze factoren kennen een hiërarchie ten behoeve van de beantwoording van de meetvraag. De drukfactoren en procesfactoren hebben een direct of indirect effect op de standplaatsfactoren, maar uiteindelijk zijn de standplaatsfactoren leidend in de beantwoording van de vraag of het systeem in orde/hersteld is.

- Drukfactoren zijn niet bij het systeem behorende factoren die een negatief effect kunnen hebben op de standplaatsfactoren of procesfactoren (denk bijvoorbeeld aan de toestroom van nutriëntrijk grondwater vanuit de omgeving van het gebied of verstoring van grondwaterstromingen door drinkwaterwinning).
- Procesfactoren zijn bij het systeem behorende factoren die essentieel zijn voor het functioneren van het systeem en zijn te sturen en meten binnen – en soms ook buiten – het Natura 2000-gebied (bijvoorbeeld gewenste grondwaterstroming ten behoeve van een kwelgebied). De procesfactoren kunnen direct of indirect een bijdrage leveren aan het herstel van geschikte standplaatsfactoren, maar ze betreffen niet de standplaatsfactoren zelf. Als een procesfactor op orde is dan is dit een sterke aanwijzing voor systeemherstel, maar het systeemherstel wordt pas als gereed beschouwd als de standplaatsfactoren op orde zijn.
- Standplaatsfactoren zijn het directe of indirecte gevolg van systeemherstel (denk bijvoorbeeld aan het terugkeren van basenrijke condities in de wortelzone als gevolg van basenrijke kwel). Standplaatsfactoren bestaan uit de geschikte standplaatscondities voor de ontwikkeling van gewenste vegetaties. Als alle standplaatsfactoren duurzaam op orde zijn, dan gaan wij ervan uit dat het gewenste systeemherstel is opgetreden en kan de meetvraag positief beantwoord worden. Dit geldt ook als de andere factoren nog niet op orde zijn.

De bovenstaande benadering sluit aan bij de landschapsecologische benadering die wordt beschreven in bijlage III van de N2000 herstelstrategieën ([Herstelstrategieën | natura 2000](#)). Daarin wordt onderstaande figuur van Van Wirdum gebruikt voor een schematische weergave van relaties op verschillende schaalniveaus.

- Drukfactoren vallen daarbij binnen de sequentiële en positionele schaal (bv. historische bodemverontreinigingen (sequentieel) en grondwaterbewegingen (positioneel));
- Procesfactoren vallen binnen de positionele schaal;
- Standplaatsfactoren vallen binnen de conditionele en operationele schaal, waarbij de scheiding tussen deze schalen niet altijd hard is. Het lokale grondwaterregime valt bijvoorbeeld onder de conditionele schaal aangezien het een invloed heeft op de beschikbaarheid van nutriënten in de wortelzone (operationeel), maar de beschikbaarheid van vocht in de wortelzone als direct gevolg van het grondwaterregime valt ook onder de operationele schaal.

Zoals hierboven genoemd, gaan wij er in onze monitoringsaanpak vanuit dat het systeemherstel is gerealiseerd wanneer op standplaatsniveau de gewenste condities aanwezig zijn. Wanneer deze condities nog niet aanwezig zijn kan de ontwikkeling van de procesfactoren en de drukfactoren ons inzicht verschaffen in de trend van het systeemherstel: gaat het systeem de goede kant op? In het monitoringsplan wordt op basis van de LESA uit het N2000 beheerplan geformuleerd wat de gewenste standplaatscondities zijn en welke condities ten aanzien van procesfactoren en drukfactoren nodig zijn om de standplaatscondities te bereiken.



Landschapsecologische relaties op verschillende schaalniveaus naar van Wirdum (1979). Overgenomen uit Jalink & Jansen (1995).

Uit de systeembeschrijving volgt dat er diverse factoren aanwezig zijn voor het goed functioneren van Bekendelle. Belangrijke factoren zijn onder andere de inundatie met oppervlakte-/beekwater, de bosstructuur en de lokale toestroming van grondwater en de daarmee samenhangende aanrijking van de bodem met basenrijke kwel. Hieruit zijn vervolgens 2 factoren gedefinieerd die relevant zijn voor de monitoring van systeemherstel van Bekendelle.

- A. Het hydrologisch systeem is op orde. De grondwaterstand is voldoende hoog om periodiek te zorgen voor kwel in de wortelzone – Procesfactor
- B. De grondwaterstand is voldoende hoog en er treedt voldoende aanvoer op van bufferende stoffen naar de wortelzone waardoor er hier vochtige tot natte, basenrijke en voldoende schrale standplaatscondities ontstaan – Standplaatsfactor

Uit de LESA volgt nog een derde factor, betreffende de kwaliteit en kwantiteit van het oppervlaktewater en de potentiële vervuulende invloed vanuit de landbouw, maar deze wordt apart behandeld in de derde meetvraag (paragraaf 3.1.3).

Om te kunnen beantwoorden of de gedefinieerde factoren op orde zijn in Bekendelle zijn de meetpunten voor de verschillende procesindicatoren gelijkmatig verspreid over het gebied waar habitattypen liggen. Op basis hiervan kan een representatief beeld verkregen worden van het herstel van het systeem per meetlocatie en op landschapsschaal. De procesindicator Waterregime kan zowel gebruikt worden voor het toetsen van de procesfactor A als voor de standplaatsfactor B. De procesindicatoren Waterkwaliteit, Bodemchemie en Flora worden gebruikt om de standplaatsfactor B te kunnen toetsen. Dit betekent concreet dat de volgende procesindicatoren worden gebruikt:

Waterregime

Om veranderingen in het hydrologische systeem te monitoren zijn meetpunten gekozen die gelijkmatig verspreid liggen over Bekendelle. Op de meeste plekken wordt het waterregime alleen in een ondiep filter gemeten, maar op een enkele plek is ook een dieper filter aanwezig. PM mbt oppervlaktewater

Waterkwaliteit

Met het herstel van het waterregime is ook het herstel van (basenrijke) kwel tot in de wortelzone van de vegetatie essentieel voor systeemherstel. Er is gekozen voor metingen van de waterkwaliteit in de peilbuizen. Onder invloed van kwel wordt verzuring van de bodem tegengegaan en wordt het adsorptiecomplex aangevuld met basen. Bodem-pH en basenverzadiging van het adsorptiecomplex vormen daarmee een goede indicator voor het herstel van het hydrologisch systeem. Daarom wordt aan de waterkwaliteit in de peilbuizen de waterkwaliteit van het poriewater gekoppeld in de wortelzone, gemeten in de directe nabijheid van deze peilbuizen.

Bodemchemie

Eveneens verspreid over de grond- of oppervlaktewaterafhankelijke habitattypen in Bekendelle en gekoppeld aan de metingen voor waterregime en waterkwaliteit, zijn meetpunten voor bodemchemie ingericht. Het doel van deze bodemchemie metingen is om inzicht te krijgen in de nutriëntengraad en basenverzadiging van de bodem. Gekoppeld aan de oppervlaktedynamiek geeft dit inzicht in de standplaatscondities van gebieden die onder invloed staan van slibafzet en/of externe eutrofiëring als gevolg van inundatie.

Flora

Herstel van het hydrologisch systeem leidt tot verandering in de standplaatscondities. De vegetatie kan hier in betrekkelijk korte tijd op reageren. Daarom vormt de vegetatie een goede indicator voor de systeemveranderingen die optreden. Hiervoor zijn een floratranssect en permanente proefvlakken (PQ's) ingericht waarin (planten) soorten worden gekarteerd die een indicator vormen voor gewenste en ongewenste ontwikkelingen. Dit wordt gedaan aan de hand van indicatorsoorten (Bijlage 3).

3.1.2 Wat is de toestand en de trend van de standplaatscondities van de habitattypen voor de verschillende locaties van een habitatype en voor het totale gebied?

Om te kunnen beoordelen wat de staat van de standplaatscondities is van de verschillende habitattypen wordt gebruik gemaakt van een aantal van de onder paragraaf 3.1.1 genoemde procesindicatoren. Op locaties waar habitattypen actueel aanwezig zijn, of als gevolg van systeemherstel te verwachten zijn, worden de procesindicatoren Waterregime, Waterkwaliteit, Bodemchemie en Flora gemonitord. Deze procesindicatoren geven namelijk een goed beeld van de abiotische standplaatscondities en zijn te koppelen aan referentiegetallen waar deze standplaatscondities per habitatype aan moeten voldoen (zie Bijlage 2).

Het habitatype H9120 Beuken-eikenbossen met hulst komt voor op de hogere, droge delen die niet (meer) inunderen en waar alleen sprake is van neerslagwater en wegzijging. Dit habitatype is niet afhankelijk van kwelaanrijking of droogte, waardoor specifieke monitoring van waterregime en waterkwaliteit niet noodzakelijk is. Volstaan kan worden met floramonitoring om de ontwikkeling van dit habitatype te volgen. Hiervoor wordt een permanent vierkant (PQ) uitgezet, waarmee via de vegetatieontwikkeling de trend van de standplaatscondities kan worden gemonitord. Dit PQ wordt geplaatst in een bosgebied met het vegetatietype r45Aa4 Beuken- Eikenbos, waar recentelijk hydrologische herstelmaatregelen zijn uitgevoerd. De locatie voor de nieuwe PQ is als indicatie op kaart

gezet en zal bij het plaatsen op basis van de vegetatie exact bepaald worden. Daarnaast ligt het PQ op en lijn waar waterregime-grondwater wordt gemonitord, wat kan bijdragen aan de interpretatie van de waargenomen vegetatieontwikkelingen.

Binnen de huidige ligging van het habitatype H9160A Eiken-haagbeukbossen (hoge zandgronden) is één peilbuis aanwezig voor de monitoring van het Waterregime-grondwater en de Waterkwaliteit-grondwater. Om een breder beeld te verkrijgen van de abiotische standplaatscondities, wordt aan deze locatie monitoring van Waterkwaliteit-poriewater en Bodemchemie toegevoegd. Op deze locatie zijn in het huidige meetplan eveneens één PQ en één floratranssect aanwezig, gekoppeld aan de peilbuis. Deze locatie is strategisch gepositioneerd langs de grondwatergradiënt, die van het zuidoosten richting de Boven Slinge loopt. Noordwestelijk van deze reeds bestaande monitoringslocatie liggen twee peilbuizen in de Beuken-eikenbossen met hulst waarmee het Waterregime-grondwater en de Waterkwaliteit-grondwater wordt gemonitord. Ondanks dat hier momenteel een ander habitatype aanwezig is, wordt de ontwikkeling van eiken-haagbeukbos verwacht, vooral door de voorziene vernatting en het herstel van kwel tot aan maaiveld, wat de potentie voor Eiken-haagbeukbossen (hoge zandgronden) vergroot. Specifieke maatregelen, zoals het dempen van een sloot onder de Brinkweg en de lagere ligging van een andere locatie, dragen bij aan de verwachte versterkte vernatting. Op deze locaties zijn ook twee PQ's (nabij de peilbuizen) aanwezig voor de monitoring van Flora en vegetatie. Recentelijk zijn op deze locaties recentelijk vegetatiekarteringen (r45Aa05 - Bochtige smele-Beukenbos en r45Aa04 - Beuken-Zomereikenbos) en SNL-florakarteringen (kensoorten afwezig) uitgevoerd, waaruit slechts een geringe potentie tot de ontwikkelingspotentie van Eiken-haagbeukbossen (hoge zandgronden) naar voren kwam. Daarom is het voldoende geacht om de ontwikkelingen middels de huidige meetopzet (Waterregime-grondwater, Waterkwaliteit-grondwater en Flora) te volgen en wordt de monitoring van het poriewater of de bodemchemie niet additioneel opgenomen. Op deze locatie komen de randvoorwaarden waaraan getoetst wordt voort uit het nog te ontwikkelen Eiken-haagbeukbossen (hoge zandgronden) in plaats van het momenteel aanwezige habitatype Beuken-eikenbossen met hulst.

Momenteel is er één meetlocatie aanwezig binnen het habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) waar het Waterregime en de Waterkwaliteit van het grondwater wordt gemonitord. Hier worden ook de Waterkwaliteitsmetingen van het poriewater en Bodemchemie aan toegevoegd om een breder beeld te verkrijgen van de abiotische standplaatscondities. Daarnaast worden langs de beek nog twee Waterregime en -kwaliteit monitoringspunten toegevoegd om de beekinvloed op de standplaatscondities ruimtelijk nauwkeuriger te kunnen volgen. In het noordelijke deel, langs de zuidoever van de beek, zijn er twee floratransecten opgenomen in het oude meetplan. Deze transecten staan loodrecht op de Boven Slinge en daarmee op de inundatie- en lokale kwelgradiënt van de beek. Een van de transecten is gekoppeld aan een peilbuis, waardoor het Waterregime en de Waterkwaliteit gekoppeld kunnen worden aan de veranderingen in vegetatie. Om dit ook mogelijk te maken voor het andere transect is het waardevol om daar een aanvullende meetlocatie voor Waterregime, Waterkwaliteit en Bodemchemie in te richten. Omdat het kwetsbare en zeldzame vegetaties als Vogelkers-essenbos en Elzenbroekbos betreft, worden ook vier PQ's toegevoegd aan het meetnet gerelateerd aan de vier peilbuizen. Twee PQ's komen aan het begin of het eind van de flora-transecten te liggen.

3.1.3 Wat is de toestand en de trend van de systeemgerelateerde drukfactoren?

Voor deze vraag is gekeken naar de systeemgerelateerde drukfactoren in het gebied en bepaald of de toestand en trend van deze drukfactor:

- a) al via de vragen over systeemherstel en/of de toestand en de trend van de standplaatsen wordt beoordeeld;

- b) niet kan worden beoordeeld in dit monitoringsplan, omdat hiervoor geen (goed) kader beschikbaar is;
- c) via specifieke uitwerking in dit monitoringsplan wordt opgepakt.

In Tabel 3-1 wordt een overzicht gegeven van deze systeemgerelateerde drukfactoren en de wijze waarop de toestand en trend worden gemonitord (zie ook de benoemde drukfactoren in Hoofdstuk 2 gebiedsbeschrijving en de LESA)

Tabel 3-1. Systeemgerelateerde knelpunten zoals bepaald vanuit het Beheerplan (Provincie Gelderland 2023)

Systeemgerelateerde drukfactor	Monitoringsmethode toestand en trend
Boomsortensamenstelling, bosstructuur en omvang boshabitattypen	Gevat binnen SNL-monitoring.
Vermesting	Wordt deels via meetvragen 1 systeemherstel en 2 toestand en trend van de standplaatscondities opgepakt; Aanvullend wordt de invloed mestaanwending in het inzigggebied op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit in Bekendelle gemeten, daarbinnen is het eveneens van belang om waterpeilen van de beek te gaan meten om de afvoer karakteristiek van de beek en het beekdal beter te begrijpen in relatie tot inundatiefrequentie/vermesting/vervuiling.
Stikstofdepositie	Afhankelijk van de landelijke monitoring van stikstofdepositie.
Verdroging	Via meetvragen 1 systeemherstel en 2 toestand en trend van de standplaatscondities opgepakt.

Voor de toestand en de trend van de systeemgerelateerde drukfactoren wordt in dit monitoringplan nog twee specifieke vragen verder uitgewerkt, namelijk:

‘Welke invloed heeft de toestroom van vervuild oppervlakte- en grondwater als (potentiële) drukfactor op het systeem?’

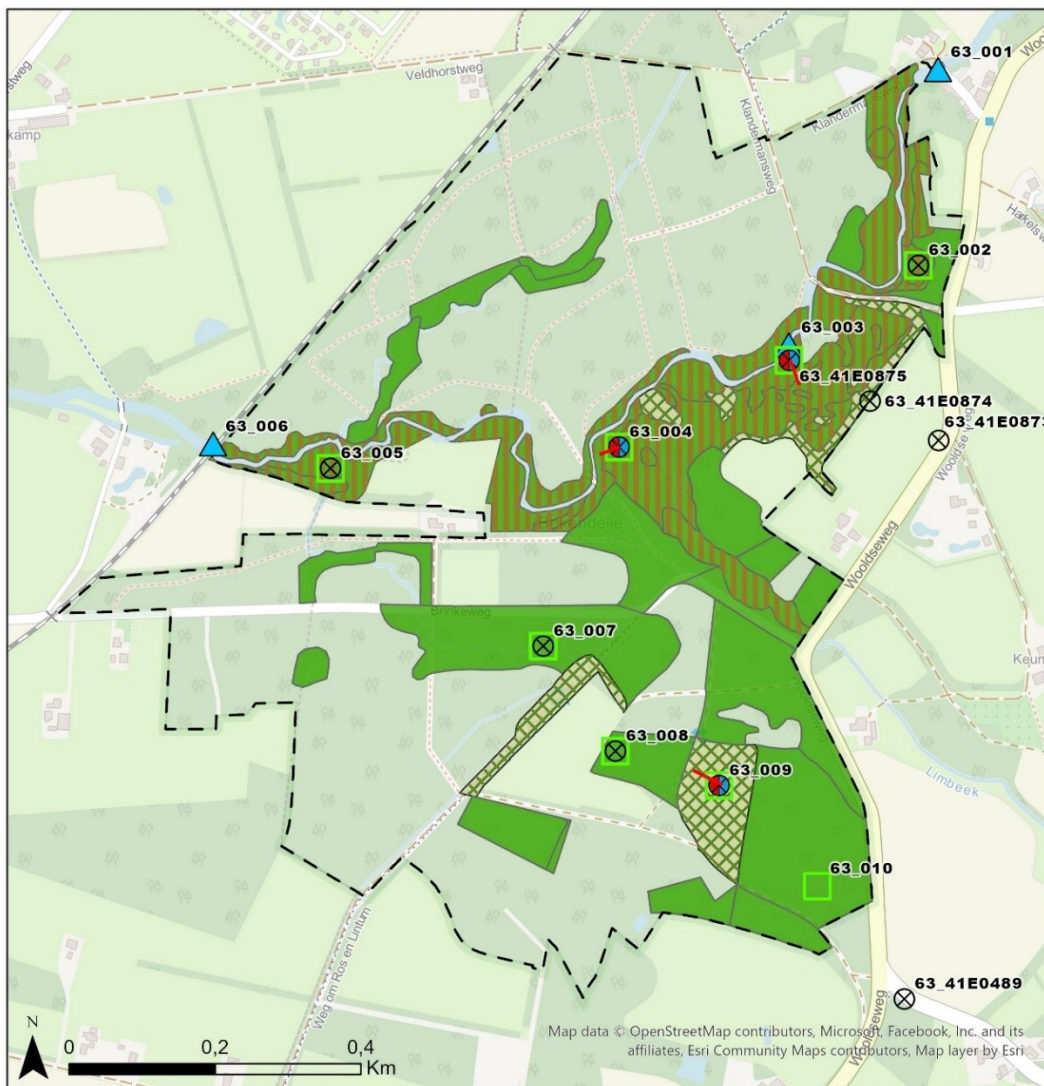
Bij infiltratie van regenwater op bemeste landbouwgronden bovenstrooms van Bekendelle kan mobiel stikstof oplossen en meegevoerd worden met het grondwater (vaak als nitraat (NO_3^-)). Hierdoor kan vermisting van de vegetatie optreden. De aanvoer van nitraat naar de wortelzone is naar verwachting nu nog gering. In de organisch stof-rijke en pyriet-houdende ondergrond treedt denitrificatie op, waarbij N uit het grondwatersysteem verdwijnt als N_2 -gas. Als deze redoxbuffer is gebruikt, kan nitraat doorslaan naar het Natura 2000-gebied.










Bij het hiervoor beschreven proces van denitrificatie wordt immobiel pyriet geoxideerd naar mobiel sulfaat. Inspoeling van sulfaat in het Natura 2000-gebied maakt de bodem extra gevoelig voor droogval. Onder natte omstandigheden wordt dit sulfaat in de wortelzone weer vastgelegd in de vorm van ijzersulfiden (pyriet). Bij droogval oxideren deze ijzersulfiden onder vorming van zwavelzuur. Dit kan leiden tot een sterke verzuring en afspoeling van ‘basische’ kationen samen met sulfaat. Afhankelijk van de buffercapaciteit van de bodem kan deze verzuring tijdelijk zijn of langdurig aanhouden.

Om de potentiële invloed van vervuild oppervlaktewater en grondwater als drukfactor op het systeem te kunnen beoordelen, wordt gebruik gemaakt van de waterkwaliteitsmetingen die verspreid over Bekendelle worden uitgevoerd. Middels de peilbuizen langs de Boven Slinge kan de invloed van het vervuilde oppervlaktewater worden gevolgd. Daar de waterpeilen van de beek op een drietal punten te meten kan worden gemonitord hoe frequent inundatie met potentieel vervuild oppervlaktewater optreedt. Daarnaast wordt het Waterregime en vooral de Waterkwaliteit van het grondwater met een drietal peilbuizen gemonitord in het gebied buiten de begrenzing ten zuidoosten van Bekendelle. Deze grondwaterstroom kwelt mogelijk op in het vochtig alluviale bos, dan wel het eiken-haagbeukbos. Daarom is het van belang om vinger aan de pols te houden betreffende de kwaliteit van het grondwater.

3.2 Meetopzet

Volgend uit de drie meetvragen is in paragraaf 3.1 de monitoringsbehoefte besproken en een meetnet ontworpen. De opzet van dit meetnet is per meetvraag uitgesplitst in Tabel 3-2. De locaties van de meetpunten zijn op kaart weergegeven in Figuur 3.1. Hierbij valt op dat de meetpunten 63_007 en 63_008 worden getoetst aan referentiewaarden van een ander habitattype (H9160A) dan het type waarbinnen ze gelegen zijn (H9120). Dit komt doordat op deze locaties de potentie voor de ontwikkeling van habitattype H9160A wordt gevolgd. In Bijlage 1 is een tabel opgenomen met detailinformatie per meetlocatie.



Legenda	
 N2000-gebied Bekendelle	
Habitattypen	
 H9120 - Beuken-eikenbossen met hulst	
 H9160A - Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)	
 H91E0C - Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	
Meetnet	
 Oppervlaktewaterstand	
 Grondwater	
 Bodemchemie+Grondwater+Poriewater	
 PQ	
 Transect	

Figuur 3.1. Meetnet Bekendelle. De nummers op deze kaart zijn in onderstaande tabel gekoppeld aan een meetpunt.

Tabel 3-2. Overzicht van de gebruikte procesindicatoren en meetpunten voor het beantwoorden van de drie meetvragen. De locaties zijn in Figuur 3.1 op kaart aangegeven met de nummers uit de eerste kolom van deze tabel.

Meetvraag	Deelvraag	Procesindicatoren	Meetlocaties
1. Treedt het gewenste systeemherstel op binnen het gebied?	A. Het hydrologisch systeem is op orde. De grondwaterstand is voldoende hoog om periodiek te zorgen voor kwel in de wortelzone	Waterregime	63_002, 63_004, 63_005, 63_007, 63_008, 63_009, 63_41E0875
	B. De grondwaterstand is voldoende hoog en er treedt voldoende aanvoer op van bufferende stoffen naar de wortelzone waardoor er hier vochtige tot natte, basenrijke en voldoende schrale standplaatscondities ontstaan	Waterregime	63_002, 63_004, 63_005, 63_007, 63_008, 63_009, 63_41E0873, 63_41E0874, 63_41E0875, 63_41E0489
		Waterkwaliteit	63_002, 63_004, 63_005, 63_007, 63_008, 63_009.
		Bodemchemie	63_41E0875, 63_004, 63_009
		Flora	63_002, 63_41E0875, 63_004, 63_005, 63_007, 63_008, 63_009, 63_010
2. Wat is de toestand en de trend van de standplaatscondities van de habitattypen voor de verschillende locaties van een habitatype en voor het totale gebied?	H9120 Beuken-eikenbossen met hulst	Flora	63_010
	H9160A Eiken-haagbeukbossen (hoge zandgronden)	Waterregime	63_007*, 63_008*, 63_009
		Waterkwaliteit	63_007*, 63_008*, 63_009
		Bodemchemie	63_009
		Flora	63_007*, 63_008*, 63_009
	H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	Waterregime	63_002, 63_41E0875, 63_004, 63_005
		Waterkwaliteit	63_002, 63_41E0875, 63_004, 63_005
		Bodemchemie	63_41E0875, 63_004
		Flora	63_002, 63_41E0875, 63_004, 63_005
	3. Wat is de toestand en de trend van de systeemgerelateerde drukfactoren?	'Welke invloed heeft de toestroom van vervuild oppervlakte- en grondwater als (potentiële) drukfactor op het systeem?'	Waterregime
Waterkwaliteit			63_002, 63_004, 63_005, 63_007, 63_008, 63_009, 63_41E0873, 63_41E0874, 63_41E0875, 63_41E0489

* Hier betreft het niet de standplaatscondities voor het huidige H9120 Beuken-eikenbossen met hulst, maar die voor H9160A Eiken-haagbeukbossen (hoge zandgronden). Na de reeds genomen vernattingsmaatregelen wordt een ontwikkeling in deze richting verwacht.

3.3 Wijzigingen t.o.v. het originele meetplan uit 2017

3.3.1 Wijzigingen bestaande meetpunten

Codering

Binnen het huidige monitoringsplan zijn alle meetpuntcodes waar mogelijk aangepast naar unieke codes gebaseerd op de BRO-putcode. De manier waarop de meetpuntcodes zijn aangepast is weergegeven in Bijlage 6. In Bekendelle zijn enkele punten nieuw toegevoegd (63_002, 63_004 en 63_005) of nog niet opgenomen in het BROloket (63_007, 63_008 en 63_009). Daarnaast zijn er enkele punten toegevoegd die niet gekoppeld zijn aan een peilbuis (63_001, 63_003, 63_006 en 63_010), waardoor deze niet in BROloket zijn/worden opgenomen. Voor deze punten ontbreekt een unieke code. Wanneer een peilbuis wordt toegevoegd in het BRO zal de buis hernummerd worden volgens de structuur van Bijlage 6.

3.3.2 Nieuw toegevoegd aan het meetnet

Grondwaterstand en -kwaliteit

In het eerste meetplan is slechts een meetpunt (peilbuis) aanwezig in het beekdal, waar het overgrote oppervlaktedeel van het vochtig alluviaal bos aanwezig is. Om een beter beeld te krijgen van de hydrologische situatie langs de beek, worden drie extra peilbuizen toegevoegd aan het meetnet. Hier worden de grondwaterstand en -kwaliteit gemonitord volgens dezelfde methode als de andere meetpunten.

Een van de meetlocaties (63_004) is gekoppeld aan een in het eerste meetplan opgenomen transect. Dit maakt het mogelijk om ontwikkelingen in de vegetatie te koppelen aan de hydrologische omstandigheden. De twee andere toegevoegde meetpunten zijn geheel nieuwe locaties. Deze twee nieuwe locaties zijn zo gekozen dat er een homogene spreiding is langs de beek. Daarnaast is gekeken naar de aanwezige vegetatietypen langs de beek, zodat de meetpunten ook hierin representatief zijn. De bestaande peilbuis ligt in het vegetatietypen Vogelkers essenbos en het transect, met een nieuwe peilbuis, ligt in het vegetatietypen Elzenbroek essenbos. Bovenstrooms wordt peilbuis 63_002 geplaatst in vegetatietypen Elzenbroek essenbos. Meer benedenstrooms is verruiging zichtbaar in de vegetatie, daarom wordt de derde peilbuis (63_005) geplaatst in rompgemeenschap grote brandnetel en zwarte els.

PQ's

In het zuidelijke, meer centrale deel zijn drie PQ's opgenomen in het eerste meetplan, gelegen in vlakken van reeds ontwikkeld of potentieel ontwikkelende Eiken-haagbeukbossen. Om een uniform beeld te verkrijgen van het systeem functioneren en de standplaatscondities worden nog vier PQ's ingericht langs de beek, in het Vochtige alluviale bos, het betreft PQ's die zijn gebonden aan de punten 63_002, 63_41E000875 63_004 en 63_005. Er is gekozen om vier meetpunten in te richten om het habitatype, maar ook de invloed van de beek goed te kunnen volgen. Daarnaast wordt in het Beuken-eikenbossen met hulst ook een PQ (63_010) ingericht, aangezien dit type nauwelijks gelimiteerd is door verdroging en/of vermesting is een lagere monitoringsinzet passend. Deze veranderingen gaan in vanaf 2024.

Waterkwaliteit porievocht

Naast de waterkwaliteit in de ondiepe filters van de peilbuizen, wordt in Bekendelle ook de waterkwaliteit van het porievocht in de nabijheid van deze peilbuizen gemeten. De verandering gaat in vanaf het jaar 2024. In combinatie met meting van de bodemchemie ontstaat zo een compleet inzicht in de bodem- en grondwaterkwaliteit in de bossen van Bekendelle. Aanvullend zijn locaties 63_41E000875, 63_004 en 63_009 opgenomen voor de meting van porievocht in de habitattypen H91E0C Vochtige alluviale bossen en H9160A Eiken-haagbeukbossen.

Bodemchemie

Eveneens aanvullend zijn locaties 63_41E000875, 63_004 en 63_009 opgenomen voor de meting van bodemchemie in de habitattypen H91E0C Vochtige alluviale bossen en H9160A Eiken-haagbeukbossen. Deze verandering gaat in vanaf het jaar 2024.

3.3.3 Vervallen in het meetnet

Typische soorten

In het oorspronkelijke meetplan van Van Os en Bouwman (2017) is de kartering van typische soorten opgenomen. Echter, vormt dit geen indicator voor het functioneren van het systeem. Dit komt doordat het een momentopname betreft, een omgevallen boom kan in de soortenkartering, waarin eveneens typische soorten worden gekarteerd, veel verandering indiceren terwijl het geen verandering in het systeem functioneren betreft. Ook vormt het geen 'early warning signaal', omdat bosvegetaties een langere



reactietijd hebben. Daarom maakt deze kartering geen deel uit van de vinger aan de pols methode in het huidige meetplan.

4 Meetmethoden

In dit hoofdstuk worden de gebruikte meetmethoden en -locaties beschreven, waarbij er ook een totaaloverzicht wordt gegeven met de monitoringsplanning voor de komende jaren. In Bijlage 1 is een overzichtstabel weergegeven waarin per meetpunt het habitattype is aangegeven dat met dit meetpunt wordt getoetst.

4.1 Waterregime

Meetdoel

De inrichtingsmaatregelen en hydrologische maatregelen hebben een effect op het verloop van de grondwaterstand. Om de effecten in beeld te brengen wordt het grondwaterregime gevolgd. Daarnaast hebben enkele maatregelen ook effect gehad op de beek. Om deze effecten in beeld te brengen wordt het oppervlaktewaterregime gevolgd.

Peilopname en meetfrequentie

De waterpeilen van zowel de peilschalen als de peilbuizen dienen jaarrond te worden gemeten met automatische peilopnemers ('Divers'). De meetfrequentie wordt ingesteld op minimaal 1x per dag. Deze meetfrequentie komt overeen met de meetfrequentie van de neerslag- en verdampingsmetingen door het KNMI, waarmee de data in de toetsingsfase mee kunnen worden gemodelleerd.

Verwerking, luchtdrukcompensatie en validatie van meetgegevens

Voor de peilopname, wijze van inlezen, compensatie en validatie van de meetgegevens wordt verwezen naar het Handboek meten van grondwaterstanden in peilbuizen (Bouma et al. 2012). Om te voorkomen dat er grote hiaten in de meetreeksen ontstaan, wanneer een datalogger kapotgaat, dienen de automatische peilopnemers minimaal 2 maal per jaar te worden uitgelezen. Door het grote risico op meetfouten bij automatische peilopnemers dient er grote aandacht te worden gegeven aan de luchtdrukcompensatie en validatie van de gemeten peilen. Tijdens het uitlezen dient de actuele grondwaterstand handmatig gepeild te worden (terwijl de datalogger nog in de peilbuis zit). Met behulp van een luchtdrukmeter boven het waterpeil, een zogenaamde Baro-diver, kan de luchtdruk ten behoeve van de luchtdrukcompensatie worden gemeten (met hetzelfde tijdsinterval als de 'onderwater' divers). Anders kunnen hiervoor de luchtdrukgegevens van een nabijgelegen KNMI-station worden gebruikt.

Meetlocaties

Het waterregime wordt gemeten aan de hand van de parameters "grondwaterstand" en "oppervlaktewaterstand". Bij de Stuw Watermolen Berenschot, waar de beek het Natura 2000-gebied instroomt, wordt iedere uur de bovenstroomse en benedenstroomse oppervlaktewaterstand van de Boven Slinge gemeten door het Waterschap Rijn en IJssel. Daarnaast worden nog 2 meetpunten voor de oppervlaktewaterstandsmetingen ingericht, halverwege en aan het eind. De grondwaterstand, en de daarvan af te leiden kwelstromen, wordt gemeten met behulp van een peilbuis met minimaal één filter in het freatische pakket (en mogelijk meerdere filters op verschillende dieptes). In het gebied worden op 10 locaties grondwatermeetgegevens verzameld, waarvan 7 locaties al zijn opgenomen in het eerste meetplan. Mocht het in de toekomst nodig zijn een nieuwe peilbuis te plaatsen of een bestaande peilbuis te vervangen dan gelden daarvoor de richtlijnen zoals weergegeven in Bijlage 5. In Figuur 3.1 zijn de locaties in Bekendelle weergegeven waar het grondwater- (10) en oppervlaktewaterregime (3) wordt gemeten.

4.2 Waterkwaliteit

4.2.1 Grondwaterkwaliteit

Meetdoel

Met het herstel van de waterhuishouding wordt beoogd de basenrijke kwel in het gebied te verhogen. De grondwaterkwaliteit wordt op verschillende dieptes in beeld gebracht ten behoeve van de beoordeling van het systeemherstel en de standplaatscondities. Voor de standplaatscondities wordt met name gekeken naar de pH, de alkaliniteit en ortho-fosfaat. Daarnaast wordt ten behoeve van de potentiële invloed van buiten het natuurgebied, landbouwinvloed, specifiek gekeken naar nitraat en sulfaat. Een breder pakket aan te analyseren parameters biedt vervolgens meer inzicht bij het ontrafelen van complexe chemische processen en kan worden gebruikt om ook eventuele andere wijzigingen in de waterkwaliteit waar te kunnen nemen.

Meetwijze

De grondwaterkwaliteit wordt gemeten door het grondwater te bemonsteren uit peilbuizen.

Methode van bemonstering:

Voor het verzamelen van een monster wordt eerst het water in het filter afgepompt. Dit water staat immers in contact met de lucht en is daardoor niet representatief voor de grondwaterkwaliteit. Vervolgens wordt een 'vers' grondwatermonster verzameld.

Methode voor analyse watermonsters:

De verzamelde grondwatermonsters dienen gekoeld bewaard te worden en binnen een week te worden aangeleverd bij een gespecialiseerd laboratorium. Vervolgens dienen de volgende parameters minimaal te worden gemeten: pH, alkaliniteit, EGV, anorganisch koolstof (TIC: CO₂ en HCO₃), P, S, Ca, Mg, Al, Fe, Na, K, Cl, NO₃, NH₄, PO₄ en SO₄. Een hierboven beschreven totaalanalyse is meestal goedkoper dan het laten analyseren van afzonderlijke parameters en biedt bovendien waardevolle inzichten in de onderlinge samenhang van de parameters. Vanwege de lage toetsingswaarden is het belangrijk dat bij de analyses de in Bijlage 4 genoemde detectielimieten worden gehanteerd. In Bijlage 4 is ook een totaaloverzicht opgenomen van parameters die in de monitoring van omgevingscondities worden gemeten.

Meetlocaties

Op locaties waar habitattypen voorkomen die hydrologische eisen stellen aan de standplaats zijn meetpunten voor de grondwaterkwaliteit ingericht. Dit geldt voor vochtig alluviaal bos, ten opzichte van lokaal rivierkwel of inundatie door de beek en eiken- en haagbeukbos, ten opzichte van kwelaanrijking. De locaties worden weergegeven in Figuur 3.1. De grondwaterkwaliteit wordt op alle 3 de plekken gemeten waar ook de poriewaterkwaliteit en bodemchemie wordt gemeten, zodat de meetresultaten van de verschillende procesindicatoren integraal kunnen worden beoordeeld. Daarnaast wordt de grondwaterkwaliteit op 7 andere locaties bemonsterd om inzicht te krijgen in de kwaliteit van de toestromende kwel. In totaal zijn er 10 meetlocaties ingericht voor grondwaterkwaliteit.

Meetmoment en -frequentie

De aanvoer van basenrijk grondwater vindt over het algemeen met name plaats aan het eind van het hydrologisch winterhalfjaar (februari-maart), wanneer de grondwaterstand in het gebied zijn hoogste jaarlijkse stand bereikt (GHG). Het grondwater wordt twee keer per jaar bemonsterd, één keer aan het eind van de winter (februari/ maart) en één keer aan het eind van de zomer (september). Deze metingen vinden jaarlijks plaats omdat niet elk jaar een GHG-situatie wordt bereikt. Door meerdere jaren achtereen te meten kan een beeld worden verkregen van het aantal jaren dat er bij voldoende neerslag toch voldoende aanvoer van basen plaatsvindt.

4.2.2 Poriewaterkwaliteit

Meetdoel

Met het herstel van de waterhuishouding wordt beoogd de basenrijke kwel in het gebied te verhogen. De poriewaterkwaliteit, met name de pH, de alkaliniteit en ortho-fosfaat, worden in beeld gebracht ten behoeve van de beoordeling van het systeemherstel en de standplaatscondities. Een breder pakket aan te analyseren parameters biedt vervolgens meer inzicht bij het ontrafelen van complexe chemische processen en kan worden gebruikt om ook eventuele andere wijzigingen in de waterkwaliteit waar te kunnen nemen.

Meetwijze

De poriewaterkwaliteit wordt gemeten met behulp van een ingegraven poreuze cup of een (macro)rhizon.

Methode van bemonstering

Het poriewatermonster dient te worden verzameld op maximaal 5 m afstand van de peilbuis, op een plaats met een vergelijkbare en representatieve maaiveldhoogte en vegetatie. Bij voorkeur wordt het poriewater in de wortelzone of net hieronder op ca. 30-40 cm onder maaiveld bemonsterd met behulp van een ingegraven poreuze cup of een (macro)rhizon. Vervolgens wordt het poriewater door de poreuze cup of rhizon uit de bodem omhoog gezogen door met een injectiespuit een vacuüm te creëren. Het hierdoor verzamelde poriewatermonster wordt vervolgens in de (afgesloten) injectiespuit luchtdicht bewaard en naar het lab getransporteerd.

Methode voor analyse watermonsters:

De verzamelde poriewatermonsters dienen gekoeld bewaard te worden en binnen een week te worden aangeleverd bij een gespecialiseerd laboratorium. Vervolgens dienen de volgende parameters minimaal te worden gemeten: pH, alkaliniteit, EGV, anorganisch koolstof (TIC: CO₂ en HCO₃), P, S, Ca, Mg, Al, Fe, Na, K, Cl, NO₃, NH₄, PO₄ en SO₄. Een hierboven beschreven totaalanalyse is meestal goedkoper dan het laten analyseren van afzonderlijke parameters en biedt bovendien waardevolle inzichten in de onderlinge samenhang van de parameters. Vanwege de lage toetsingswaarden is het belangrijk dat bij de analyses de in Bijlage 4 genoemde detectielimieten worden gehanteerd. In Bijlage 4 is een totaaloverzicht opgenomen van parameters die in de monitoring van omgevingscondities worden gemeten.

Meetlocaties

Op locaties waar habitattypen voorkomen die hydrologische eisen stellen aan de standplaats, vochtig alluviaal bos ten opzichte van inundatie met beekwater en eiken- en haagbeukbos ten opzichte van kwelaanrijking, zijn meetpunten voor de poriewaterkwaliteit ingericht. In totaal zijn er 3 meetlocaties voor poriewaterkwaliteit, weergegeven in Figuur 3.1. Deze locaties zijn gekoppeld aan een peilbuis waarbij het waterregime wordt gemeten. Uitgangspunt bij deze locatiesselectie is dat de poriewater-, grondwaterkwaliteit en bodemchemie op dezelfde positie in het watersysteem wordt bemonsterd. Zo kunnen de meetresultaten van de verschillende procesindicatoren integraal worden beoordeeld.

Meetmoment

De aanvoer van basenrijk grondwater vindt over het algemeen met name plaats aan het eind van het hydrologisch winterhalfjaar (februari-maart), wanneer de grondwaterstand in het gebied zijn hoogste jaarlijkse stand bereikt (GHG). De bemonstering van poriewater dient in de periode plaats te vinden waarop de hoogste kans bestaat op toestroming met basenhoudend grondwater. Dit is over het algemeen aan het eind van het hydrologisch winterhalfjaar in de maanden februari/maart. De bemonstering van poriewater dient daarom éénmaal per jaar plaats te vinden in februari/maart. Jaarlijks meten is zinvol omdat niet elk jaar een GHG-situatie wordt bereikt. Door meerdere jaren achtereen te meten kan een beeld worden verkregen van het aantal jaren dat er bij voldoende neerslag toch voldoende aanvoer van basen plaatsvindt.

4.3 Bodemchemie

Meetdoel

De systeemherstelmaatregelen richten zich op het herstel van geschikte standplaatscondities voor de habitattypen in de bodem. Het bodemherstel wordt beoordeeld aan de hand van de parameters pH-H₂O, basenverzadiging, Olsen-P, Totaal-P en de molaire Fe/S verhouding.

Meetwijze

De procesindicator bestaat in de eerste plaats uit het nemen en analyseren van een bodemmonster van de bovenste 15 cm van de bodem. Er dient een mengmonster te worden verzameld van minimaal drie bodemmonsters van de bewortelde zone, op 0-15 cm onder maaiveld. Daarnaast dient ten behoeve van de interpretatie een profielbeschrijving gemaakt te worden bij de eerste keer dat een meetpunt wordt bemonsterd.

Methode voor analyse bodemmonsters:

De bodemmonsters dienen binnen een week te worden aangeleverd aan een gespecialiseerd laboratorium. In Bijlage 4 is ook een totaaloverzicht opgenomen van parameters die in de procesmonitoring worden gemeten. Vanwege de lage toetsingswaarden is het belangrijk dat bij de analyses de in Bijlage 4 genoemde detectielimieten worden gehanteerd. De volgende parameters dienen minimaal te worden gemeten:

- Drooggewicht, organische stofgehalte (gloeiverlies) en soortelijk gewicht (Bulk Density).
- Olsen-extractie: P-Olsen
- Strontiumextractie (0,2M SrCl): pH, Al, Ca, Mg, Mn, Fe, Na, K, NH₄ t.b.v de basenverzadiging
- Waterextractie: pH-H₂O
- Destructie: Al, Ca, Fe, K, Mg, P, S

Omdat het soortelijk gewicht van de monsters bekend is kunnen gehalten die gemeten zijn als mg/kg of mmol/kg omgerekend worden naar gehalten per liter grond en daarmee ook naar voorraden in de bodem.

Voor het bepalen van de basenverzadiging is een meting van de CEC (Cation Exchange Capacity) en de bezetting met basische kationen door middel van een strontiumextractie noodzakelijk. Voor de bepaling van de basenverzadiging dient eerst de CEC berekend te worden. De CEC wordt afgeleid uit de som van de concentraties van de volgende kationen vermenigvuldigd met hun lading: Al³⁺, Ca²⁺, Fe²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺ en H⁺ (berekend uit de pH). De basenverzadiging wordt dan berekend door de som van de concentraties van de volgende basische kationen vermenigvuldigd met hun lading: Ca²⁺, Mg²⁺ en K⁺, te delen door de CEC. De gebruikte concentraties en uiteindelijke waarden voor CEC worden uitgedrukt in mmol/kg droge bodem. De basenverzadiging wordt uitgedrukt in een percentage.

Meetlocaties

De bodemmonsters worden genomen op de locaties waar geschikte standplaatscondities voor de instandhouding of ontwikkeling van vochtige alluviale bos- en eiken-haagbeukenbosvegetaties worden verwacht. In totaal worden op 3 locaties bodemmonsters genomen, weergegeven in Figuur 3.1. De meetlocaties voor bodemchemie zijn gekoppeld aan peilbuizen en het bodemmonster dient te worden verzameld op maximaal 5 m afstand van de peilbuis, op een plaats met een vergelijkbare en representatieve maaiveldhoogte en vegetatie.

Meetmoment en frequentie

Aangezien er naar verwachting door het jaar heen weinig variatie in de bodemchemische samenstelling optreedt, is er vanuit praktische overwegingen voor gekozen om de bemonstering in het voorjaar of begin van de zomer uit te voeren (maart t/m juli). Wanneer de bemonstering zo min mogelijk wordt belemmerd door water op maaiveld. De metingen worden eens in de drie jaar uitgevoerd, waarmee voldoende data wordt verzameld om na verloop van tijd een trend te kunnen onderscheiden.

4.4 Flora

Herstel van het hydrologisch systeem door het uitvoeren van (hydrologische) herstelmaatregelen leidt tot verandering in de standplaatscondities voor planten. De vegetatie kan hier in betrekkelijk korte tijd op reageren, aantallen en/of samenstelling. Daarom vormt de vegetatie een bruikbare indicator voor de systeemverandering die optreedt. De effecten van hydrologische maatregelen en inrichtings- en beheersmaatregelen op de vegetatiesamenstelling worden in beeld gebracht door te kijken naar indicatorsoorten, gebiedsspecifiek. Deze vegetatierespons wordt met behulp van twee methodes in beeld gebracht:

1. Soortkartering in een transect
2. Permanente Quadraten (PQ's)

Keuze van indicatorsoorten:

Voor de meeste gebieden heeft provincie Gelderland als basis gekozen om uit te gaan van de bestaande SNL monitoring in de N2000 gebieden, waarbij de lijsten met SNL-soorten (van Beek et al. 2021) gekoppeld worden aan de habitattypen. Deze lijst hebben we verder aangevuld o.b.v. Smits et al. (2016), die per habitatype ingaan op soorten die kunnen worden ingezet als procesindicator. Zij onderscheiden:

- Typische soorten: een set soorten die gebruikt wordt bij het beoordelen van de “staat van instandhouding” (kwaliteit) op landelijk niveau (conform de systematiek van de Europese Commissie);
- Kwalificerende soorten: soorten die informatie geven over de ecologische kwaliteit van het habitatype in een gebied. Het gaat hierbij om relatief kritische en voor het habitatype kenmerkende soorten. De mate van binding aan een habitatype kan uitgedrukt worden met behulp van de trouwgraad.
- Indicatorsoorten: zoals opgenomen in de boekjes uit de indicatorenreeks van Kiwa/SBB “Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring”. Indicatorsoorten geven een indicatie van de abiotische condities. Niet voor alle habitattypen zijn indicatorsoorten beschikbaar;

Smits et al. (2016) voorzien in een Excel bestand waarin per habitatype typische en kwalificerende soorten zijn opgenomen, maar geen indicatorsoorten. Geschikte indicatorsoorten zijn plantensoorten die specifiek zijn voor één bepaalde factor of proces (smalle ecologische amplitude), gemakkelijk waarneembaar zijn en voldoende snel reageren. Het gaat vaak om kruiden en soms ook om mossen. Met behulp van de soortverspreidingskaarten in NDFD is in GIS ook gecontroleerd welke soorten op de locaties voorkomen. Aanvullende indicatorsoorten zijn geïdentificeerd door na te gaan welke soorten ter plekke voorkomen en wat kunnen zeggen over een verandering in standplaatscondities. De resultaten zijn samengevat in de tabel die is weergegeven in Bijlage 3.

4.4.1 Soortkartering in een transect

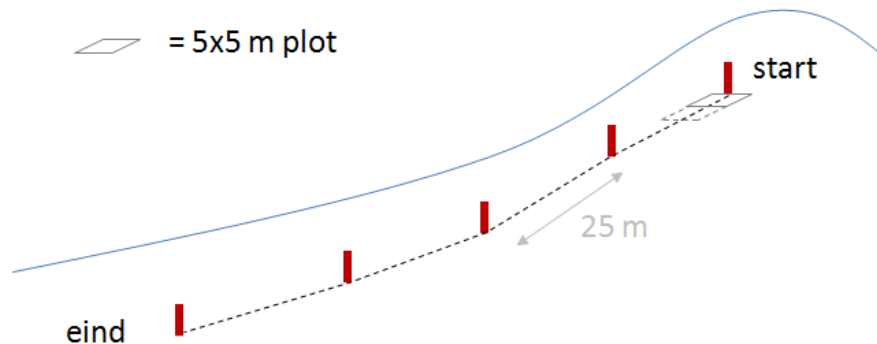
Meetdoel

De soortkartering in transecten is met name bedoeld om de vegetatie-ontwikkeling in gradiëntrijke terreinen te monitoren, wanneer het onduidelijk is waar op de gradiënt de veranderingen zullen optreden.

Meetwijze

De vegetatieontwikkeling op de transecten wordt in beeld gebracht conform de ‘transectenmethode’ uit Smits et al. (2016). Voor Bekendelle volgt het transect de lokale grondwaterstroming vanaf de Boven Slinge. Elk transect wordt opgedeeld in een reeks plots van 5x5 meter waarin van de indicatorsoorten worden geregistreerd (soorten, aantallen; zie Figuur 4.1) zodat duidelijk is waar sprake is van veranderingen in de basenrijke omstandigheden. Het aantal plots is afhankelijk van de lengte van de transecten, die variëren tussen de 50 - 100 m lang (lengte afhankelijk van de gradiënt). De locaties

worden vastgelegd met gps. Tevens worden de vier hoekpunten in het veld gemarkeerd met piketpalen, om er zeker van te zijn dat telkens dezelfde locaties worden gekarteerd. Tijdens een opname kan men de punten met een lint markeren. Vervolgens wordt met een touw en 4 haringen de 5x5 m vakken uitgerasterd over het lint waarna men soorten gaat registreren. Met behulp van een GPS worden individuele indicatorsoorten en kwalificerende soorten binnen de 5x5 m vakken geregistreerd (conform gecombineerde Floron-abundantieschaal met Braun-Blanquet bedekkingen; Tabel 4-1).



Figuur 4.1. Opzet voor het meten van indicatorsoorten langs een transect. Benodigd zijn 5 piketpaaltjes of andersoortige markeringen, een lint van 100 m en een touw en 4 haringen voor het uitrasteren van 5x5 m plots (Hanhart & van Ek 2017).

Tabel 4-1. Gecombineerde Floron-abundantieschaal met Braun-Blanquet bedekkingen.

Decimale code	Floronschaal	Braun-Blanquet	Bedekking
0	0	nvt	0
1	1	nvt	<5%
2	2-5	nvt	<5%
3	6-25	nvt	<5%
4	26-50	nvt	<5%
5	nvt		5-12,5%
6	nvt		12,5-25%
7	nvt		25-50%
8	nvt		50-75%
9	nvt		75-100%

Meetlocaties

In Bekendelle wordt de ontwikkeling van soorten met 3 transecten gemonitord vanuit het oude meetplan (Figuur 3.1). Deze transecten staan elk in een gradiënt loodrecht op de watergang van nat naar droger. In het noorden zijn twee transecten gelegen in het vochtige alluviale bos en in het zuiden ligt één transect in het eiken-haagbeukenbos. Hiermee kunnen als gevolg van vernatting en toegenomen kwel verschuivingen tussen in de vegetatie worden gevolgd. Vegetaties, met namen binnen bossen, reageren soms traag op verandering; zowel negatieve als positieve effecten zijn pas laat terug te zien. Daarnaast is het van belang dat de monitoring regelmatig en over een lange tijdschaal wordt uitgevoerd en geanalyseerd om incidentele omstandigheden (bijv. gekapte boom) te kunnen onderscheiden van het functioneren van het systeem (bijv. afnamen in verruiging).

Meetmoment en -frequentie

De soortkartering in transecten moet in verband met de aanwezigheid van voorjaarssoorten in april/mei worden uitgevoerd. Omwille van een goede vergelijking tussen de jaren dienen de metingen zoveel mogelijk in dezelfde periode binnen het groeiseizoen te worden genomen. De inventarisatie van transecten dient eens in de drie jaar te worden uitgevoerd (zie Tabel 4-3).

4.4.2 Permanente Quadraten (PQ's)

Meetdoel

De soortkartering in PQ's is met name bedoeld om de vegetatie-ontwikkeling op specifieke (habitattype) locaties te monitoren.

Meetwijze

De vegetatieontwikkeling op specifieke locaties wordt in beeld gebracht conform de 'PQ-methode' van Braun-Blanquet (Schaminée et al. 1995). Op de locatie wordt een Permanent Quadrant (PQ) uitgezet waarvan het centrum wordt vastgelegd met gps. In het PQ worden alle aanwezige plantensoorten (inclusief korstmossen en mossen) genoteerd met een aanduiding voor de bedekking. Qua bedekkingsschaal dient gebruik te worden gemaakt van de aangepaste 9-delige schaal van Braun-Blanquet, waarbij voor de notatie numerieke codes gebruikt worden volgens de ordinale schaal van Van der Maarel (Zie Tabel 4-2). De vegetatieopnamen worden gemaakt volgens de in provincie Gelderland gebruikte Handleiding veldwerk Meetnet Vegetatie Gelderland 2020 (Klaver 2020).

Tabel 4-2. Ordinale Schaal van der Maarel.

Code	Code Braun-Blanquet aangepast	Bedekking	Aantal
1	r	<5%	1 exemplaar
2	+	<5%	2 - 5 exemplaren
3	1	<5%	6 - 50 exemplaren
4	2m	<5%	> 50 exemplaren
5	2a	5-12,5%	willekeurig aantal ex.
6	2b	12,5-25%	willekeurig aantal ex.
7	3	25-50%	willekeurig aantal ex.
8	4	50-75%	willekeurig aantal ex.
9	5	75-100%	willekeurig aantal ex.

Meetlocaties

De ligging van de Permanente Quadraten in Bekendelle is weergegeven in Figuur 3.1.

Meetmoment

De soortkartering in PQ's moet in verband met de aanwezigheid van voorjaarssoorten in april/mei worden uitgevoerd. Omwille van een goede vergelijking tussen de jaren dienen de metingen zoveel mogelijk in dezelfde periode binnen het groeiseizoen te worden genomen. De Permanente Quadraten dienen eens in de drie jaar te worden uitgevoerd (zie Tabel 4-3).

4.5 Monitoringsplanning

Tabel 4-3 toont de monitoringsplanning voor de verschillende procesindicatoren. Voor het Waterregime, Waterkwaliteit en PQ's waren verschillende meetpunten actief, waarmee de effecten van de vernattingswerk werden gemonitord. Hieraan wordt op basis van dit plan een peilbuis toegevoegd. Voor de waterkwaliteit geldt dat naast de incomplete set aan meetpunten, ook de frequentie van de metingen lager lag in het oude meetplan. Voor Flora zijn ook voorafgaand aan voorliggend monitoringsplan enkele PQ's in Bekendelle uitgevoerd en de gehele set aan floratransecten. Op basis van dit plan worden nog extra PQ's toegevoegd en wordt in het vervolg een aanvullende karteersoortenlijst gehanteerd.

Betreffende de bodemchemie en poriewater, is er voorafgaand aan het voorliggende meetplan geen monitoring uitgevoerd.

Tabel 4-3. Monitoringsplanning van de verschillende procesindicatoren, * incompleet of onzeker wanneer uitgevoerd voorafgaand aan voorliggend monitoringsplan

Meetjaar	Waterregime	Waterkwaliteit	Bodemchemie	Floratranssect	PQ's
2017				1	
2018	1*	1*			1*
2019	1*				
2020	1*			1	
2021	1*	1*			1*
2022	1*				
2023	1*			1	
2024	1	1	1		1
2025	1	1			
2026	1	1		1	
2027	1	1	1		1
2028	1	1			
2029	1	1		1	
2030	1	1	1		1
2031	1	1			
2032	1	1		1	
2033	1	1	1		1
Totaal	16	12	4	5	6

5 Beoordeling monitoringsgegevens

Het doel van de monitoring is om antwoord te geven op de drie meetvragen gericht op het beoordelen van systeemherstel en de standplaatscondities. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de verzamelde gegevens beoordeeld moeten worden om een antwoord te geven op deze drie vragen. Hiervoor wordt in eerste instantie ingegaan op de beoordeling van de toestand en trend van de verschillende procesindicatoren (paragraaf 5.1). Deze gegevens worden vervolgens gebruikt voor de beantwoording van de drie meetvragen. In paragraaf 5.2 wordt beschreven hoe deze beoordeling van meetvraag 1 uitgevoerd moet worden. In paragraaf 5.3 wordt beschreven hoe de gegevens over de standplaatscondities gebruikt kunnen worden om een antwoord te geven op meetvraag 2 en hoe dit gevisualiseerd moet worden. In paragraaf 5.4 tenslotte wordt ingegaan op de beantwoording van meetvraag 3.

5.1 Beoordeling procesindicator per meetlocatie

5.1.1 Waterregime

Toestandsbeoordeling grondwater

De toestandsbeoordeling van het huidige waterregime wordt uitgevoerd aan de hand van de maatlatten per habitattype (Bijlage 2). Met deze maatlatten wordt per relevant meetpunt beoordeeld of de huidige situatie voldoet aan de abiotische randvoorwaarde voor het bijbehorende habitattype (Bijlage 1). De maatlatten zijn afgeleid van de ecologische vereisten die zijn beschreven in de profielfragmenten ([Habitattypen | natura 2000](#)) gecombineerd met aanvullende documentatie (Runhaar et al. 2009; Runhaar & Hennekens 2016). Hierbij wordt de vereiste vochttoestand voor de habitattypen aangegeven in klassen die in het natte tot vochtige bereik gerelateerd kunnen worden aan GVG-waarden en in vochtige en droge situaties aan het aantal dagen droogtestress (zie Tabel 5-1). De droogtestress is afhankelijk van de bodemopbouw en de GLG en kan berekend worden via transferfuncties (Jansen & Runhaar 2001). In Tabel 5-2 is aangegeven bij welke grenswaarden voor GLG het aantal dagen met droogtestress (14 of 32) wordt overschreden bij de bodemtypen die voorkomen in Bekendelle, dit is per meetpunt uitgewerkt in Bijlage 1).

Tabel 5-1 Referentiewaarden voor GVG en droogtestress bij de vochtklassen voor hydrologische randvoorwaarden van habitattypen (naar Runhaar et al. (2009).

Klasse	GVG (cm - mv)	Droogtestress (dagen)
Diep water	<-50	
Ondiep permanent	-50 tot -35	
Ondiep droogvallend	-35 tot -20	
Inunderend	-20 tot -5	
Zeer nat	-5 tot 10	
Nat	10 tot 25	
Zeer vochtig	25 tot 40	
Vochtig	>40	<14
Matig droog	>40	14 - 32
Droog	>40	>32

Tabel 5-2 Grenswaarden voor de GLG waarbij voor de in Bekendelle voorkomende bodemtypen het kritische aantal dagen met droogtestress wordt overschreden (naar Jansen & Runhaar (2001). In Bijlage 1 is per meetpunt aangegeven welk bodemtype van toepassing is.

Bodem	Aantal dagen droogtestress bij grenswaarden GLG (cm – mv)		
	<14	14-32	>32
Zn33	<200	>200	-
Zg35	<200	>200	-
tBn02C	<200	>200	-

Aan de huidige toestand kan één van de drie onderstaande beoordelingen worden toegekend:

- Goed / binnen kernbereik
- Matig / binnen aanvullend bereik (indien gedefinieerd)
- Slecht / buiten bereik

Een matige of slechte beoordeling kan het gevolg zijn van een te droge toestand (GVG te diep, te veel dagen droogtestress), maar ook van een te ondiepe GVG bij habitattypen die daarvoor gevoelig zijn.

Niet alle meetpunten zijn geplaatst op een locatie waar in de huidige situatie een habitatype voorkomt. In sommige situaties is dit meetpunt representatief voor een habitatype in de buurt of wordt hier op basis van de landschappelijke ligging ontwikkeling naar een specifiek habitatype verwacht. In Bijlage 1 is voor ieder meetpunt aangegeven aan welk habitatype dit meetpunt getoetst moet worden.

Trendbeoordeling grondwater

De trendbeoordeling van het waterregime wordt uitgevoerd aan de hand van Tabel 5-3. Aan de hand van deze tabel wordt de trend van het waterregime per meetpunt beoordeeld. Voor de randvoorwaarden van het waterregime (kernbereik en aanvullend bereik) wordt verwezen naar de maatlatten in Bijlage 2.

Tabel 5-3. Trendbeoordeling van het grondwaterstandsparameters GVG en GLG.

Trend	Beoordeling
Grondwaterstand vertoont een negatieve 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	++

5.1.2 Waterkwaliteit

Toestandsbeoordeling

De toestandsbeoordeling van de huidige waterkwaliteit wordt uitgevoerd aan de hand van de parameters en maatlatten per habitatype (Bijlage 2). Met deze maatlatten wordt per meetpunt beoordeeld of de huidige situatie voldoet aan de abiotische randvoorwaarde voor het bijbehorende habitatype (Bijlage 1). Aan de huidige toestand kan één van de drie onderstaande beoordelingen worden toegekend:

- Goed / binnen kernbereik
- Matig / binnen aanvullend bereik (indien gedefinieerd)
- Slecht / buiten bereik

Niet alle meetpunten zijn geplaatst op een locatie waar in de huidige situatie een habitatype voorkomt. In sommige situaties is dit meetpunt representatief voor een habitatype in de buurt of wordt hier op basis van de landschappelijke ligging ontwikkeling naar een specifiek habitatype verwacht. In Bijlage 2 is voor ieder meetpunt aangegeven aan welk habitatype dit meetpunt getoetst moet worden.

Trendbeoordeling

De trendbeoordeling van de waterkwaliteit wordt uitgevoerd aan de hand van Tabel 5-4. Aan de hand van deze tabel wordt de trend van de waterkwaliteit per meetpunt en per parameter beoordeeld. Voor de randvoorwaarden van de waterkwaliteitsparameters (pH, alkaliniteit en ortho-fosfaat) per habitatype wordt verwezen naar de maatlatten in Bijlage 2.

Tabel 5-4. Trendbeoordeling van de waterkwaliteitsparameters pH, alkaliniteit en ortho-fosfaat

Trend	Beoordeling
Waterkwaliteitsparameter vertoont een negatieve trend (waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt)	-
Waterkwaliteitsparameter vertoont geen stijgende of dalende trend	0
Waterkwaliteitsparameter vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-
Waterkwaliteitsparameter vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+
Waterkwaliteitsparameter vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++

5.1.3 Bodemchemie

Toestandsbeoordeling

De toestandsbeoordeling van de huidige bodemchemie wordt uitgevoerd aan de hand van de parameters en maatlatten per habitatype (Bijlage 2). Met deze maatlatten wordt per meetpunt beoordeeld of de huidige situatie voldoet aan de abiotische randvoorwaarde voor het bijbehorende habitatype (Bijlage 1). De bodemchemie wordt getoetst aan de hand van de parameters pH-H₂O, basenverzadiging, Olsen-P, Totaal-P en de Fe/S verhouding in de destructie.

Voor pH-H₂O zijn de maatlatten gebaseerd op de Natura2000 profieldocumenten en de database “Ecologische vereisten Habitattypen” (Runhaar et al. 2009). De daar gehanteerde zuurgraadklassen zijn gebaseerd op referentiewaarden voor pH-H₂O (Tabel 5-5).

Tabel 5-5. Referentiewaarden voor de Zuurklassen bij verschillende methoden van pH-bepaling, waarbij pH-veld betrekking heeft op de pH-bepaling in het veld met behulp van pH-indicatorstroomkjes. De vergelijking van de grenswaarden voor verschillende bepalingen is afgeleid van bodemmonsters uit het archief van WENR, waarin meerdere pH-bepalingen gedaan zijn en waarbij ook een veldbepaling van de pH gedaan is.

Zuurklasse	Naam	pH-H ₂ O	pH-KCl	pH-Veld
1	Basisch	> 7.5	> 7.5	> 7.27
2a	Neutraal A	7-7.5	6.8-7.5	6.72-7.27
2b	Neutraal B	6.5-7	6.1-6.8	6.16-6.72
3a	Zwak zuur A	6-6.5	5.5-6.1	5.61-6.16
3b	Zwak zuur B	5.5-6	4.8-5.5	5.05-5.61
4a	Matig zuur A	5-5.5	4.1-4.8	4.5-5.05
4b	Matig zuur B	4.5-5	3.5-4.1	3.95-4.5
5a	Zuur A	4-4.5	2.8-3.5	3.39-3.95
5b	Zuur B	< 4	< 2.8	< 3.39

Voor basenverzadiging bestaan geen eenduidige criteria om de toestand te beoordelen. Het is vooral een maat om de mate van zuurbuffering aan te kunnen geven. Bij een zeer hoge basenverzadiging (>80%) zal de zuurgraad door het kalkevenwicht gebufferd worden in het neutrale tot basische bereik, een lage basenverzadiging (<30%) gaat samen met een bodem in het zure bereik en buffering door Al-oxiden. Bij tussenliggende waarden vindt buffering plaats door uitwisseling van kationen aan het adsorptiecomplex. Verschuivingen binnen dit laatste traject zijn dan vooral een indicatie voor een toename of afname van de zuurbuffering. Daarom wordt deze parameter alleen gebruikt voor de trendbeoordeling. Een toename van de basenverzadiging is daarin positief en een afname is daarin negatief.

Ook voor totaal-P zijn geen duidelijke criteria omdat voor de vegetatie vooral de beschikbare P-fractie van belang is en een groot deel van totaal-P gebonden kan zijn aan ijzer en aluminium in zure systemen en aan calcium in sterk gebufferde systemen. Daarom wordt deze parameter alleen gebruikt voor de trendbeoordeling. Een afname van de totaal-P is daarin positief en een toename is daarin negatief.

Voor Olsen-P zijn de maatlatten gebaseerd op een overzicht van grenswaarden uit de database van B-Ware die is opgesteld ten behoeve van De Landschapsleutel (Kemmers et al. 2011).

De verhouding Fe/S (mmol/mmol) in de bodem is indicatief voor het risico dat fosfaat gemobiliseerd wordt door ijzerreductie, ofwel interne eutrofiëring (Bobbink et al. 2007). In zijn algemeenheid geldt dat bij een Fe/S-ratio <0.5 sprake is van een groot risico op interne eutrofiëring, bij Fe/S >0.5 – <1 kan dit risico zich voordoen, bij Fe/S >1 is dat niet het geval. Voor de habitattypen die gebonden zijn aan natte groeiplaatsen is dit in de maatlatten meegenomen (zie Bijlage 2).

Aan de huidige toestand kan per parameter één van de drie onderstaande beoordelingen worden toegekend:

- Goed / binnen kernbereik
- Matig / binnen aanvullend bereik (indien gedefinieerd)
- Slecht / buiten bereik

Niet alle meetpunten zijn geplaatst op een locatie waar in de huidige situatie een habitatype voorkomt. In sommige situaties is dit meetpunt representatief voor een habitatype in de buurt of wordt hier op basis van de landschappelijke ligging ontwikkeling naar een specifiek habitatype verwacht in de toekomst. In Bijlage 1 is voor ieder meetpunt aangegeven aan welk habitatype dit meetpunt getoetst moet worden.

Trendbeoordeling

De trendbeoordeling van de bodemchemie wordt uitgevoerd aan de hand van Tabel 5-6 en **Fout!** *Verwijzingsbron niet gevonden..* Aan de hand van deze tabellen wordt de trend van de bodemchemie per meetpunt en per parameter beoordeeld. Voor de randvoorwaarden van de bodemchemische parameters (pH-H₂O, basenverzadiging, Olsen-P en totaal-P) per habitatype wordt verwezen naar de maatlatten in Bijlage 2.

Tabel 5-6. Trendbeoordeling van bodemchemische parameters pH-H₂O, Olsen-P en Fe/S.

Trend	Beoordeling
Bodemchemische parameter vertoont een negatieve trend (waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt)	-
Bodemchemische parameter vertoont geen stijgende of dalende trend	0
Bodemchemische parameter vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-
Bodemchemische parameter vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+
Bodemchemische parameter vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++

Tabel 5-7. Trendbeoordeling van de basenverzadiging en totaal-P.

Trend	Beoordeling
Basenverzadiging/totaal-P vertoont een negatieve trend	-
Basenverzadiging/totaal-P vertoont geen stijgende of dalende trend	0
Basenverzadiging/totaal-P vertoont een positieve trend	+

5.1.4 Flora

5.1.4.1 Transecten

Een beoordeling van de biotische effecten is mogelijk door een vergelijking te maken van de gegevens tijdens de verschillende monitoringsrondes. Specifiek kan per habitatype worden gelet op de in Bijlage 3 genoemde positieve en negatieve verandering in soortensamenstelling en voorkomen. Veranderingen geven aan of er sprake is van herstel van basen in de wortelzone.

In het transect beoordelen we per gridcel of er sprake is van toename, afname of continuïteit van zowel positieve als negatieve indicatorsoorten. Geen grote verandering wordt aangegeven als de abundantie niet verandert en tevens als we geen of een gering aantal indicatorsoorten vinden. Ontwikkelingen in de abundantiecodes tussen verschillende meetrondes binnen een plot dienen beoordeeld te worden volgens Tabel 5-8. Het resultaat van deze beoordeling is dus een transect opgedeeld in gridcellen waarbij voor elke gridcel een beoordeling wordt gegeven ten aanzien van indicatorsoorten (zie Tabel 5-8). Elk transect wordt binnen de monitoring beschouwd als één meetlocatie waarvoor de individuele gridcellen samen de beoordeling van het totale transect bepalen. Deze totaalbeoordeling voor het transect wordt gemaakt door de beoordelingen per gridcel bij elkaar op te tellen (zie Tabel 5-9).

Daarnaast kan uit de veranderingen per gridcel in relatie tot het transect worden afgeleid of soorten indicatief voor basenrijke condities zich naar een hogere positie op de hydrologische gradiënt bewegen (zie Tabel 5-10). Afname van basenrijke indicatorsoorten lager op de gradiënt hoeft dus niet negatief te zijn zolang er maar indicatorsoorten van basenrijke standplaatsen hoger op de gradiënt voor terug komen. Het geeft in dat geval een algehele vernatting weer.

In het gebied zijn drie transecten aanwezig. Deze meetlocaties worden vertaald naar een totaalscore van de trend voor het gebied (zie Tabel 5-11).

Tabel 5-8. Beoordeling van ontwikkelingen in aantal indicatorsoorten per gridcel

Positieve indicator	Negatieve indicator	Trendscore	Opmerking
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. Vertaaltabel van de scores per gridcel naar een totaalscore voor het transect. + geldt als positieve score, 0 geldt als neutrale score en – geldt als negatieve score.

Trendscore transect	Aantal trendscores per gridcel in een transect
Positief	Meer positieve scores dan negatieve en neutrale scores
Neutraal	Meer neutrale scores dan positieve en negatieve scores, of evenveel positieve als negatieve scores
Negatief	Meer negatieve scores dan positieve of neutrale scores

Tabel 5-10. Beoordeling totale floratransect op basis van abundanties van basenrijke indicatorsoorten.

Trend	Beoordeling
Soorten indicatief voor basenrijke omstandigheden komen minder voor in het transect	-
Geen grote verandering in indicatorsoorten langs het transect	0
Soorten indicatief voor basenrijke omstandigheden nemen toe in het transect	+

Tabel 5-11. Vertaaltabel van de scores per transect naar een totaalscore van de trend voor het gebied.

Totaalscore trend deelgebied	Aantal scores voor alle meetpunten
Positief	Meer positieve scores dan negatieve en neutrale scores
Neutraal	Meer neutrale scores dan positieve en negatieve scores, of evenveel positieve als negatieve scores
Negatief	Meer negatieve scores dan positieve of neutrale scores

5.1.4.2 PQ's

Bij de PQ's wordt niet alleen naar de veranderingen in de indicatorsoorten gekeken, maar worden de veranderingen van de totale vegetatiesamenstelling beschouwd. Voor de beoordeling hiervan wordt gebruik gemaakt van het vrij beschikbare softwareprogramma ITERATIO (Holtland & Hennekens 2024). Met ITERATIO kunnen naast vlakdekkende vegetatiekarteringen ook losse PQ's worden geanalyseerd om een indicatie te krijgen van de abiotische condities ter plaatse van de waargenomen vegetatie. Door de reeksen PQ-opnames op een locatie te analyseren met ITERATIO kan dus een vergelijking worden gemaakt of de abiotische condities een bepaalde trend laten zien. De abiotische indicaties GVG, GLG, pH, Trofie en Kwel kunnen door ITERATIO worden bepaald en hiervan dient de trend per locatie door de jaren heen te worden uitgezet. Voor GVG, GLG en pH-H₂O zijn voor de meeste habitattypen ook referentiewaarden beschikbaar (Bijlage 2). Hiervoor worden deze referentiewaarden ook meegenomen in de beoordeling van de trend. Voor de trendbeoordeling van de PQ's wordt gebruik gemaakt van Tabel 5-12 en Tabel 5-13.

De resultaten van de PQ-opnames, en daarmee ook de door ITERATIO gegeven abiotische indicaties, kunnen in het opnamejaar sterk afhankelijk zijn van beheercycli of meteorologische omstandigheden. Daarom is het belangrijk om voor de trendbeoordeling een reeks van meerdere opnames (minimaal drie, maar liefst meer) te beschouwen. Om deze reden wordt ook geen toestandbeoordeling uitgevoerd aan de hand van de ITERATIO-indicaties van een enkel opnamejaar.

Tabel 5-12. Trendbeoordeling van de door ITERATIO afgeleide indicaties van de vegetatie voor GVG, GLG en pH-H₂O

Trend	Beoordeling
ITERATIO-indicatie vertoont een negatieve trend (waardoor deze verder van het kernbereik afwijkt)	-
ITERATIO-indicatie vertoont geen stijgende of dalende trend	0
ITERATIO-indicatie vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het aanvullend bereik	+/-
ITERATIO-indicatie vertoont een positieve trend, maar is nog niet in het kernbereik	+
ITERATIO-indicatie vertoont een positieve trend en bevindt zich hierdoor in het kernbereik	++

Tabel 5-13. Trendbeoordeling van de door ITERATIO afgeleide indicaties van de vegetatie voor Trofie en Kwel.

Trend	Beoordeling
ITERATIO-indicatie vertoont een negatieve trend	-
ITERATIO-indicatie vertoont geen stijgende of dalende trend	0
ITERATIO-indicatie vertoont een positieve trend	+

5.2 Beoordeling systeemherstel

In deze paragraaf wordt beschreven hoe de beoordeling plaats moet vinden die antwoord geeft op de eerste meetvraag:

1. Treedt het gewenste systeemherstel op in het gebied?

In hoofdstuk 3 is beschreven dat de beoordeling van het systeemherstel uitgevoerd wordt aan de hand van relevante procesfactoren en standplaatsfactoren. Hieronder wordt per factor uitgewerkt hoe deze beoordeeld moet worden. Voor Bekendelle zijn de volgende factoren gedefinieerd:

- A. Het hydrologisch systeem is op orde. De grondwaterstand is voldoende hoog om periodiek te zorgen voor kwel in de wortelzone – Procesfactor
- B. De grondwaterstand is voldoende hoog en er treedt voldoende aanvoer op van bufferende stoffen naar de wortelzone waardoor er hier vochtige tot natte, basenrijke en voldoende schrale standplaatscondities ontstaan – Standplaatsfactor

Beoordeling: Treedt het gewenste systeemherstel op voor het gebied?

Voor het eindoordeel van deze meetvraag wordt gekeken naar de standplaatsfactoren als leidende factor. Aangezien factor B de enige standplaatsfactor is, volgt het eindoordeel van deze meetvraag direct uit het oordeel van factor B. Een positief oordeel van de procesfactor A kan een sterke aanwijzing zijn dat systeemherstel op korte termijn op zal treden.

A. Het hydrologisch systeem is op orde. De grondwaterstand is voldoende hoog om periodiek te zorgen voor kwel in de wortelzone – Procesfactor

Om te toetsen in hoeverre het lokale grondwatersysteem functioneert, dient te worden getoetst of de freatische grondwaterstand tenminste in de winterperiode (1 december tot 1 maart) tot aan maaiveld of tot in de wortelzone reikt. Verspreid over Bekendelle staan 10 meetpunten waar de grondwaterstand in het freatisch pakket wordt gemeten. Daarvan staan 7 meetpunten in of nabij een habitatype. De periode die getoetst moet worden betreft de vijf meest recente jaren. Indien meteorologische omstandigheden zodanig waren dat niet-representatieve grondwaterstanden zijn opgetreden, kan deze periode uit de beoordeling worden weggelaten.

Om te beoordelen of deze procesfactor op orde is dient voor iedere peilbuis bepaald te worden of de GVG (en droogtestress) voldoen aan de abiotische randvoorwaarden van de basenafhankelijke habitatype Eiken- en haagbeukenbos en Vochtige alluviale bossen. In Bijlage 1 is voor iedere locatie aangegeven aan welk habitatype getoetst moet worden en in Bijlage 2 zijn de abiotische randvoorwaarden gegeven.

Aanvullend wordt gekeken naar de combinatie van peilschaal en peilbuis. Hiermee wordt de werking van het beekstelsysteem getoetst. Op 3 locaties wordt de oppervlaktewaterstand gemeten, die te relateren is aan 4 peilbuizen langs de beek. Daarmee kan over de vijf jaar de relatie tussen beekstand en grondwaterstand inzichtelijk gemaakt worden en de mate en frequentie van inundatie (beekstand ten opzichte van kade) bepaald worden.

B. De grondwaterstand is voldoende hoog en er treedt voldoende aanvoer op van bufferende stoffen naar de wortelzone waardoor er hier vochtige tot natte basenrijke standplaatscondities ontstaan – Standplaatsfactor

Om te toetsen of deze standplaatsfactor op orde is, dient beoordeeld te worden of er verspreid over het gebied op de verschillende meetlocaties voldoende basenrijke omstandigheden in de wortelzone aanwezig zijn. Hiervoor wordt zowel gekeken naar de beoordeelde toestand als naar de trend van de verschillende procesindicatoren zoals beschreven in paragraaf 5.1.

Toestandsbeoordeling

Om te beoordelen of de meetlocaties voor waterregime voldoen aan de eisen dienen de meetpunten voor GVG (en droogtestress) te voldoen aan de abiotische randvoorwaarden van de basenafhankelijke habitatypes Eiken- en haagbeukenbos en Vochtige alluviale bossen. Het habitatype waaraan getoetst moet worden is in Bijlage 1 aangegeven per locatie en in Bijlage 2 de abiotische randvoorwaarden.

Voor waterkwaliteit wordt gebruik gemaakt van de toetsing van het poriewater en het grondwater in het ondiepe filter. Om te beoordelen of de kwaliteit van het poriewater en het ondiepe grondwater voldoen aan de eisen voor basenrijke standplaatscondities dienen de meetpunten voor pH en alkaliniteit te voldoen aan de abiotische randvoorwaarden van de basenafhankelijke habitatypes Eiken- en haagbeukenbos en Vochtige alluviale bossen. In Bijlage 1 is voor iedere locatie aangegeven aan welk habitatype getoetst moet worden en in Bijlage 2 zijn de abiotische randvoorwaarden weergegeven.

Aangezien de poriewaterkwaliteit erg afhankelijk is van de meteorologische omstandigheden ten tijde van de bemonstering, kunnen de meetgegevens per jaar nogal variëren. Daarom wordt voor de beoordeling van poriewaterkwaliteit gekeken naar de gemiddelde waarde voor pH en alkaliniteit van de afgelopen vijf meetjaren. Voor de beoordeling van het ondiepe grondwater wordt gekeken naar de meest recente meetgegevens. De doelranges voor waterkwaliteit (pH en alkaliniteit) betreffen de benodigde basenrijke standplaatscondities voor een optimale ontwikkeling tot het betreffende habitatype, waardoor alle waarden op een locatie moeten kloppen voor een goede beoordeling (one out all out-principe).

Om te beoordelen of de meetlocaties voor bodemchemie voldoen aan de eisen voor basenrijke standplaatscondities dienen de meetpunten voor pH-H₂O te voldoen aan de abiotische randvoorwaarden van de basenafhankelijke habitatypes Eiken- en haagbeukenbos en Vochtige alluviale bossen (Bijlage 2). Het habitatype waaraan getoetst moet worden is in Bijlage 1 aangegeven per locatie. Voor de beoordeling van bodemchemie wordt gekeken naar de meest recente meetgegevens.

Bovenstaande toestandsbeoordeling levert op de verschillende locaties een verschillend aantal beoordelingen, afhankelijk van de gemeten procesindicatoren. Tabel 5-14 dient te worden gebruikt om de scores per parameter te vertalen naar een score per meetlocatie. Vervolgens worden de scores per meetlocatie vertaald naar een totale score voor het gebied, conform Tabel 5-15.

Tabel 5-14. Vertaaltabel van de scores per parameter naar een totaalscore per meetpunt. Totaalscore goed, matig of slecht is afhankelijk van het aantal gemeten procesindicatoren (en parameters) per meetlocatie. Tussen haakjes is weergegeven hoeveel meetpunten het betreft in Bekendelle. Per locatie worden maximaal 7 parameters gemeten: voor waterregime de GVG en droogtestress, voor waterkwaliteit de pH en alkaliniteit van het porie- en grondwater en voor bodemchemie de pH-H₂O, molratio en Olsen-P.

Totaalscore	Waterregime, waterkwaliteit en bodemchemie (3)	Waterregime en waterkwaliteit (7)
Goed	Max. 1 matig en 0 slecht	Max. 0 matig en 0 slecht
Matig	>1 matig of >0 slecht en min. evenveel goed als slecht	>0 matig of >0 slecht en min. evenveel goed als slecht
Slecht	Meer slecht dan goed	Meer slecht dan goed

Tabel 5-15. Vertaaltabel van de scores per meetpunt naar een totaalscore van de toestand voor het gebied.

Totaalscore toestand	Aantal scores voor alle meetpunten in het gebied
Goed	Meer goede scores dan slechte en matige scores
Matig	Meer matige scores dan goede en slechte scores, of evenveel goede als slechte scores
Slecht	Meer slechte scores dan goede of negatieve scores

Trend

Naast het beoordelen van de toestand wordt ook de trend van de basenrijke omstandigheden in de wortelzone beoordeeld. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de trendbeoordeling van de GVG en GLG voor waterregime (Tabel 5-3), van de trendbeoordeling van pH en alkaliniteit in het poriewater en ondiepe grondwater (Tabel 5-4), van de trendbeoordeling van pH-H₂O (Tabel 5-6) en basenverzadiging voor de bodemchemie (Tabel 5-7) en van de trendbeoordeling van de aantallen en abundantie van indicatorsoorten de transecten (Tabel 5-11 & Tabel 5-9) en in de PQ's (Tabel 5-12 & Tabel 5-13).

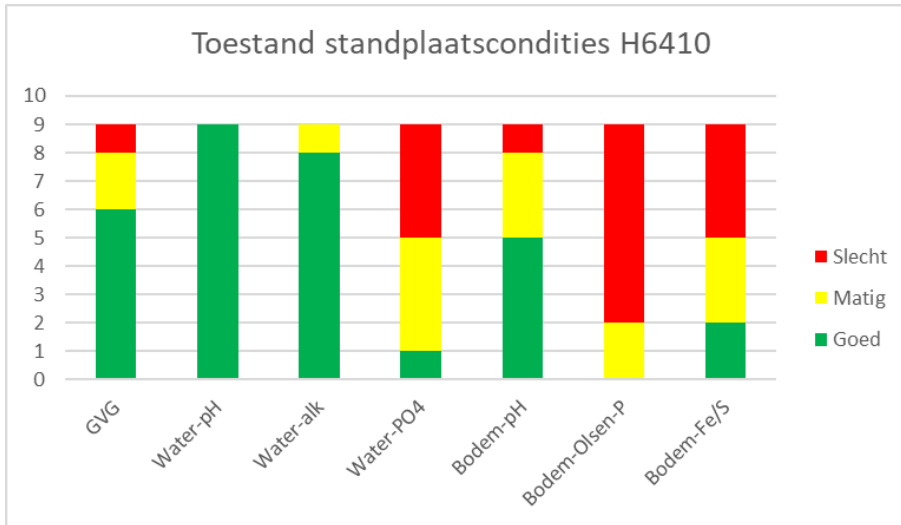
5.3 Beoordeling standplaatscondities habitattypen

In deze paragraaf wordt beschreven hoe de beoordeling plaats moet vinden die antwoord geeft op de tweede meetvraag:

2. Wat is de toestand en de trend van de standplaatscondities van de habitattypen voor de verschillende locaties van een habitatype en voor het totale gebied?

Toestandsbeoordeling

Voor de procesindicatoren Waterregime, Waterkwaliteit en Bodemchemie worden per meetlocatie de huidige (meest recente) gegevens getoetst aan de referentiegetallen uit de maatlatten (Bijlage 2) conform paragraaf 5.1. Deze stap geeft voor ieder meetpunt een resultaat hoe de toestand van de standplaatscondities scoort voor de verschillende relevante parameters voor het betreffende habitatype. Deze scores per parameter per meetpunt worden voor een habitatype vervolgens gegroepeerd weergegeven in een gestapeld staafdiagram (Figuur 5.1). Dit geeft een goed inzicht in de relevante parameters voor een habitatype waar het eventueel niet goed mee gaat binnen het gebied.



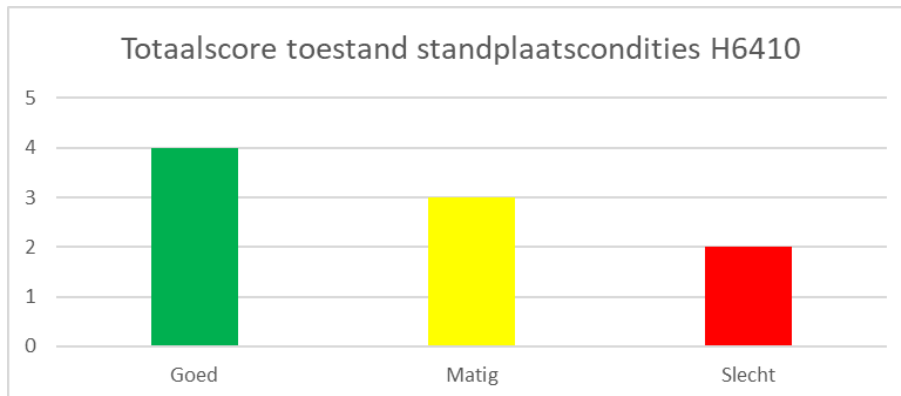
Figuur 5.1. Fictief voorbeeld van de toestandsscores die voor de verschillende parameters zijn gehaald voor alle H6410 meetpunten binnen een gebied (y-as toont het aantal meetpunten).

Deze scores per meetpunt en per parameter moeten vervolgens worden vertaald naar een eindscore per habitattype. Als eerste worden de scores per parameter vertaald naar een totaalscore per meetpunt. Dit wordt gedaan aan de hand van Tabel 5-16 en is afhankelijk van het aantal parameters dat per meetlocatie wordt gemeten en de scores die hiervoor gehaald worden.

Tabel 5-16. Vertaaltabel van de scores per parameter naar een totaalscore per meetpunt. Totaalscore goed, matig of slecht is afhankelijk van het aantal gemeten procesindicatoren (en parameters) per meetlocatie. Tussen haakjes is weergegeven hoeveel meetpunten het betreft in Bekendelle. Per locatie worden maximaal 6 parameters gemeten: voor waterregime de GVG (en droogtestress), waterkwaliteiten de pH en alkaliniteit van het porie- en grondwater en voor bodemchemie pH-H₂O.

Totaalscore	Waterregime, waterkwaliteit en bodemchemie (3)	Waterregime en waterkwaliteit (7)
Goed	Max. 1 matig en 0 slecht	Max. 0 matig en 0 slecht
Matig	>1 matig of >0 slecht en min. evenveel goed als slecht	>0 matig of >0 slecht en min. evenveel goed als slecht
Slecht	Meer slecht dan goed	Meer slecht dan goed

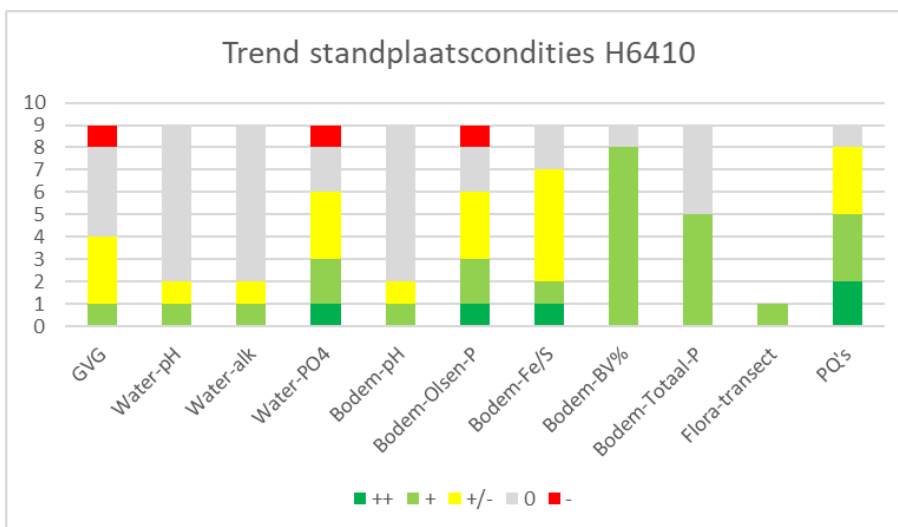
Nadat de totaalscore per meetpunt is bepaald worden de totaalscores van alle meetpunten van hetzelfde habitattype samengevoegd tot een eindscore voor dit habitattype. Deze eindscore bestaat uit een staafdiagram van de totaalscores (Figuur 5.2) onderbouwd met een kwalitatieve beschrijving waarin aandacht is voor de ruimtelijke verdeling van totaalscores. Ook is het belangrijk om te beschrijven voor welke parameters er over het algemeen slecht gescoord (Figuur 5.1) wordt en waar dus nog ruimte voor verbetering is. Ook het goed scoren op een bepaalde parameter of het goed of slecht scoren in een bepaald deel van het gebied zijn factoren om te vermelden in de kwalitatieve beschrijving. Tot slot dient er een beschrijving gegeven te worden van de trend die de verschillende parameters laten zien, gebaseerd op de trendbeoordeling uit paragraaf 5.1.



Figuur 5.2. Fictief voorbeeld van de totaalscores van de toestand van de standplaatscondities voor alle H6410 meetpunten binnen een gebied (y-as toont het aantal meetpunten).

Trend

Voor de procesindicatoren Waterregime, Waterkwaliteit en Bodemchemie is de trend getoetst conform paragraaf 5.1. Deze stap geeft voor ieder meetpunt een resultaat hoe de trend scoort voor de verschillende relevante parameters voor het betreffende habitatype. Deze scores per parameter per meetpunt worden voor een habitatype vervolgens gegroepeerd weergegeven in een gestapeld staafdiagram (Figuur 5.3). Dit geeft een goed inzicht in de parameters die een positieve trend vertonen en de parameters die een negatieve trend vertonen.



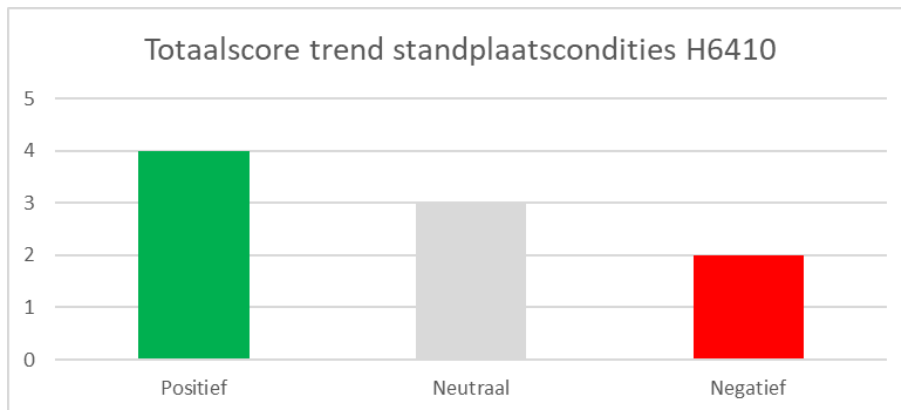
Figuur 5.3. Fictief voorbeeld van de trendscores die voor de verschillende parameters zijn gehaald voor alle H6410 meetpunten binnen een gebied (y-as toont het aantal meetpunten).

Deze scores per meetpunt en per parameter moeten vervolgens worden vertaald naar een eindscore per habitatype. Als eerste worden de scores per parameter vertaald naar een totaalscore per meetpunt. Dit wordt gedaan aan de hand van Tabel 5-17.

Tabel 5-17. Vertaaltabel van de scores per parameter naar een totaalscore per meetpunt. ++, + en +/- gelden als positieve scores, 0 geldt als neutrale score en – geldt als negatieve score

Totaalscore trend	Aantal scores per parameter/ per meetpunt
Positief	Meer positieve scores dan negatieve en neutrale scores
Neutraal	Meer neutrale scores dan positieve en negatieve scores, of evenveel positieve als negatieve scores
Negatief	Meer negatieve scores dan positieve of neutrale scores

Nadat de totaalscore per meetpunt is bepaald worden de totaalscores van alle meetpunten van hetzelfde habitatype samengevoegd tot een eindscore voor dit habitatype. Deze eindscore bestaat uit een staafdiagram van de totaalscores (Figuur 5.4) onderbouwd met een kwalitatieve beschrijving waarin aandacht is voor de ruimtelijke verdeling van totaalscores. Ook is het belangrijk om te beschrijven voor welke parameters er over het algemeen slecht gescoord (Figuur 5.3) wordt en waar dus nog ruimte voor verbetering is. Ook het goed scoren op een bepaalde parameter of het goed of slecht scoren in een bepaald deel van het gebied zijn factoren om te vermelden in de kwalitatieve beschrijving.



Figuur 5.4. Fictief voorbeeld van de totaalscores van de trend van de standplaatscondities voor alle H6410 meetpunten binnen een gebied (y-as toont het aantal meetpunten).

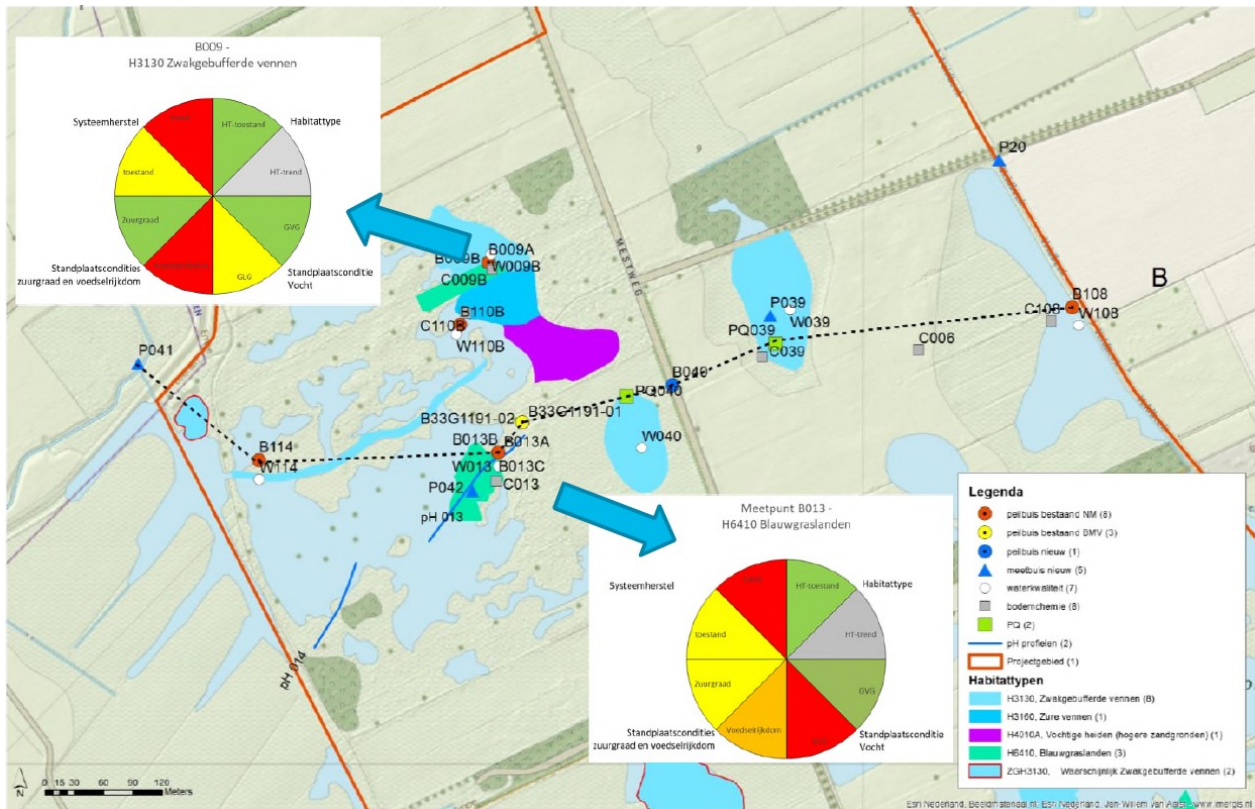
5.3.1 Ruimtelijke beoordeling

Om de resultaten van de toestand- en trendbeoordeling ook ruimtelijk inzichtelijk te krijgen worden de uitkomsten vervolgens ook ruimtelijk weergegeven. Dorland & Clevers (2020) hebben hier een taartdiagram voor ontwikkeld waarin de resultaten van een aantal belangrijke procesindicatoren zijn weergegeven middels een 'stoplichten' systematiek conform

Tabel 5-18. Dit kan alleen gedaan worden voor meetpunten waarvan voldoende monitoringsgegevens voor handen zijn. Welke indicatoren relevant zijn om te vermelden verschilt tussen habitatypen en is derhalve maatwerk. Een voorbeeld van een dergelijke grafische en ruimtelijke weergave is door (Dorland & Clevers 2020) uitgewerkt voor de Empese en Tondense heide en wordt getoond in Figuur 5.5. De onderdelen 'systeemherstel' en 'habitatype' uit het voorbeeld hoeven in deze ruimtelijke beoordeling niet mee worden genomen, aangezien het hier enkel om de standplaatscondities gaat.

Tabel 5-18. Stoplichten systematiek voor totaalbeoordeling toestand en trend. Naar Dorland & Clevers (2020).

Kleurcode	Toestand	Trend
Groen	voldoet aan kernbereik	positieve trend
Geel	voldoet aan aanvullend bereik	aanwijzing voor positieve trend
Oranje	nabij aanvullend bereik	
Rood	voldoet niet aan vereisten	negatieve trend
Wit		trend niet te duiden of geen trend
Grijs	geen data beschikbaar	geen data beschikbaar



Figuur 5.5. Fictief voorbeeld van een grafische en ruimtelijke weergave van de totaalbeoordeling voor twee meetlocaties. Naar Dorland & Clevers (2020).

5.4 Beoordeling systeemgerelateerde drukfactoren

In paragraaf 3.1.3 is aangegeven dat de beoordeling van systeemgerelateerde drukfactoren deels via de meetvragen 1 systeemherstel en 2 toestand en trend van de standplaatscondities opgepakt wordt. In Tabel 5-19 is nader uitgewerkt welke onderdelen uit de beoordeling van meetvragen hiervoor van toepassing zijn.

Tabel 5-19. Beoordeling van systeemgerelateerde drukfactoren.

Systeemgerelateerde drukfactor	Beoordeling toestand en trend
Boomsortensamenstelling, bosstructuur en omvang boshabitattypen	Volgt vooral uit de beoordeling van vegetatie- en florakaracteringen. Daarnaast vindt eens in de 12 jaar een vegetatietypenkaartering plaats waarop de habitattypenkaart wordt gebaseerd en vindt eens in de 6 jaar SNL soortenkaartering plaats. De resultaten daarvan kunnen bij de beoordeling betrokken worden.

Vermesting	Volgt vooral uit de beoordeling van vegetatie- en florakareringen (indicatoren verzuiging) en aanvullend uit onderdelen van meetvraag 2 <i>toestand en trend van de standplaatscondities</i> die betrekking hebben op vermisting. Hierop aanvullend wordt in dit monitoringplan de antropogene belasting van het oppervlakte- en grondwater in het inzigggebied en de doorwerking daarvan naar Bekendelle bepaald en bij de beoordeling betrokken. Onder de tabel nader toegelicht.
Stikstofdepositie	Volgt vooral uit de beoordeling van vegetatie- en florakareringen (indicatoren verzuring en verzuiging) en aanvullend uit onderdelen van meetvraag 2 <i>toestand en trend van de standplaatscondities</i> die betrekking hebben op vermisting en verzuring. Daarnaast dient landelijk de depositie van stikstof gemonitord te worden. De resultaten daarvan kunnen, mits landelijk beschikbaar, bij de beoordeling betrokken worden.
Verdroging	Volgt uit het oordeel over meetvraag 1 <i>systeemherstel</i> , onderdeel B: <i>De grondwaterstand is voldoende hoog en er treedt voldoende aanvoer op van bufferende stoffen naar de wortelzone waardoor er hier vochtige tot natte basenrijke standplaatscondities ontstaan – Standplaatsfactor</i> en het oordeel over meetvraag 2 <i>toestand en trend van waterregime</i> .

Zoals aangegeven in paragraaf 3.1.3 leidt een invloed van landbouwwater niet altijd eenduidig tot een toename van nitraat, maar kan dit ook tot uiting komen door een toename aan sulfaat als er pyriethoudende lagen in de ondergrond aanwezig zijn. Om grip te krijgen op de antropogene belasting van landbouwwater zullen nitraat en sulfaat dan ook in samenhang beschouwd te moeten worden. Om de antropogene belasting te duiden wordt vaak gebruik gemaakt van de parameter ‘oxidatievermogen’ (Provincie Limburg 2013). Het oxidatievermogen (OXV) wordt als volgt berekend: $5 * [NO_3^-] + 7 * [SO_4^{2-}]$ in mmol/l. Het oxidatievermogen is vervolgens opgedeeld in vijf klassen voor de mate van antropogene belasting volgens Tabel 5 18. Uiteraard is het streven dat het grondwater in het natuurgebied zelf ‘onbelast’ is. Voor het oppervlaktewater is dit oordeel niet realistisch en zal vooral gekeken moeten worden hoe de antropogene belasting zich ontwikkelt gedurende de vijf monitoringsjaren. De Boven Slinge is een KRW-richtlijnwater waarop een voldoende hoge monitoringseis ligt, waarnaar kan worden gerefereerd in de monitoringsbeoordeling.

Tabel 5-20. Klassenverdeling voor de mate van antropogene belasting volgend uit het berekende oxidatievermogen.

Antropogene belasting	Criterium	Oordeel
Onbelast	Oxidatievermogen <1	Goed- Voldoet aan vereisten
Zwak belast	Oxidatievermogen 1-3	Matig – Voldoet niet aan vereisten
Matig belast	Oxidatievermogen 3-5	Slecht - Voldoet niet aan vereisten
Sterk belast	Oxidatievermogen 5-7	Slecht - Voldoet niet aan vereisten
Zeer sterk belast	Oxidatievermogen >7	Slecht - Voldoet niet aan vereisten

6 Praktische uitwerking en organisatie

6.1 Opslag van meetgegevens

6.1.1 Waterregime

De Provincie is verantwoordelijk voor de opslag van de meetgegevens van de peilbuizen en meetbuizen van het Provinciale Beleidsmeetnet Verdroging (BMV). De Provincie is tevens verantwoordelijk voor de tijdige aanlevering van de meetdata aan de landelijke openbare database Basisregistratie Ondergrond (BRO) van TNO/Geologische Dienst Nederland. De meetreeksen zijn hier openbaar en gratis te bekijken. Uiteindelijk zullen in de BRO gevalideerde meetreeksen opgevraagd kunnen worden, waarbij oude reeksen aan de nieuwe buizen worden gekoppeld.

6.1.2 Waterkwaliteit en bodemchemie

Gezien het feit dat voor metingen van de grondwaterkwaliteit en bodemchemie geen landelijke databank beschikbaar is, is het meest voor de hand liggend om de verantwoordelijkheid van dit tijdelijke meetnet bij de Provincie neer te leggen. De Provincie wordt geadviseerd om de opslag van deze data uit te besteden aan hetzelfde onderzoeksbureau dat zal worden belast met het jaarlijks bemonsteren van water en bodem.

6.1.3 Flora en vegetatie

Tussen Rijk en Provincies zijn afspraken over de kwaliteitsborging van de natuur in het Natuurnetwerk, inclusief de Natura 2000-gebieden. In dit kader worden op dit moment met betrokken partijen methodieken, gegevens, dataopslag en procesbeschrijvingen rondom natuur gestroomlijnd (van Beek et al. 2021). De Provincie heeft de opslag en ontsluiting van gegevens van flora uitbesteed aan de NDFF (Nationale Databank Flora en Fauna). Voor het opslaan en ontsluiting van vegetatieopnamen in PQ's wordt de LVD (Landelijke Vegetatie Databank, WENR) aangehouden. Voor het opslaan en ontsluiting van vegetatiekartering volgens de Digitale Standaard wordt, op het moment dat deze gereed is, de NDVH (Nationale Databank Vegetatie- en Habitatkaarten, BIJ12) gebruikt. Aandachtspunt hierbij is dat de invoer een duidelijk herkenbare code (volgens een vastgesteld protocol of werkwijze) krijgt. Hieruit blijkt met welke monitoringsmethodiek de gegevens systematisch zijn verzameld.

6.2 Uitvoerende partijen

6.2.1 Aansturing

De Provincie Gelderland is verantwoordelijk voor de uitvoering van de in dit monitoringsplan beschreven monitoring en beoordeling van de gegevens. In de praktijk zullen verschillende partijen ingeschakeld worden om de verschillende aspecten van de monitoring uit te voeren. De Provincie blijft echter eindverantwoordelijke voor de monitoring en rapportage en heeft een belangrijke rol in de aansturing van de monitoring en in de gegevensuitwisseling tussen partijen. Ook is de Provincie verantwoordelijk voor het bijhouden van de uitvoering van herstelmaatregelen in en rondom het Natura 2000-gebied. Details over het moment en de wijze van uitvoering zijn van belang bij de uiteindelijke beoordeling van de gegevens.

6.2.2 Waterregime

De Provincie Gelderland is verantwoordelijk voor het uitlezen en indien nodig vervangen van defecte automatische peilopnemers van het meetnet. De Provincie Gelderland is tevens verantwoordelijk voor de opslag van de dataloggermetingen en de doorlevering van de gemeten peilen aan de BRO. De BRO is

verantwoordelijk voor het publiceren en opslaan van de gemeten peilen. De Provincie dient via intern overleg af te stemmen dat een aantal peilbuizen uit het beleidsmeetnet verdroging nu een extra status hebben als procesindicator.

6.2.3 Waterkwaliteit en bodemchemie

De Provincie is verantwoordelijk voor de uitvoering van de metingen van de waterkwaliteit en bodemchemie. Aangezien de waterkwaliteitsmetingen en bodembemonstering mogelijk tegelijk en op dezelfde plaats worden uitgevoerd, wordt aanbevolen om deze werkzaamheden uit te besteden aan één deskundig bureau. Dit bureau dient specifieke ervaring te hebben in het meten van waterkwaliteit en bodemchemie in ecologisch complexe gebieden.

6.2.4 Vegetatie- en florakartering

De provincies zijn verantwoordelijk voor de uitvoering van de kartering van soorten, vegetatie en habitattypen ten behoeve van de realisatie van het Natuur Netwerk Nederland (voorheen: Ecologische Hoofdstructuur), de Natura 2000-gebieden, het (agrarisch) natuurbeheer en het soortenbeleid. De uitvoering hiervan regelt de provincie door het verlenen van een subsidie voor het behoud en de ontwikkeling van (agrarische) natuurgebieden en landschappen, Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL).

Voor de uitvoering van het SNL en de daarbij behorende monitoring hebben de provincies afspraken met de terreinbeheerders gemaakt. De terreinbeheerder voert binnen de SNL vegetatie- en soortkarteringen in eigen beheer uit of laat deze door marktpartijen uitvoeren. De monitoring van de procesindicatoren zit hierin niet inbegrepen. De provincie is verantwoordelijk voor de uitvoering van deze monitoring en besteedt dit uit aan een deskundig bureau. Dit bureau dient ervaring te hebben in het monitoren van flora (plantensoorten) en vegetatiekartering.

6.2.5 Beoordeling van de meetgegevens

De Provincie is verantwoordelijk voor de beoordeling van de meetgegevens. De beoordeling van de procesindicatoren (waterregime, waterkwaliteit, bodemchemie en flora) dient integraal plaats te vinden. Het wordt daarom aanbevolen om de beoordeling van al deze gegevens integraal door één deskundig bureau te laten uitvoeren.

7 Literatuur

- van Beek, J. G., R. F. van Rosmalen, B. F. van Tooren, & P. C. van der Molen. 2021. *Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk en Natura 2000*. Bij12, Utrecht. Online beschikbaar: <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2021/06/WW-00-TEXT-Monitoring-en-Beoordeling-Natuurkwaliteit-EHS-en-Natura-2000-18052021.pdf>.
- Berglinde en Bijlsma. 2013. Habitattypenkaart Bekendelle.
- Bobbink, R., M. Hart, M. van Kempen, A. Smolders, & J. Roelofs. 2007. *Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vernatting van verdroogde natte natuurplekels in Noord-Brabant*. B-WARE, Nijmegen.
- Bonte, A., & S. Weterings. 2016. *Monitoring procesindicatoren PAS Bekendelle*. Aequator Groen & Ruimte b.v., Harderwijk.
- Bouma, J., M. Maasbommel, & I. Schuurman. 2012. *Handboek meten van grondwaterstanden in peilbuizen*. STOWA, Amersfoort. Online beschikbaar: <https://www.stowa.nl/publicaties/handboek-meten-van-grondwaterstanden-peilbuizen>.
- Dorland, E., & S. Clevers. 2020. *Evaluatie monitoring procesindicatoren Empese en Tondese-heide*. KWR, Nieuwegein.
- Hanhart, K., & R. van Ek. 2017. *Meetplan PAS procesindicatoren; 058 Landgoederen Brummen - deelgebied Empese en Tondese heide*. Eelerwoude en Witteveen+Bos, Goor.
- Holtland, J., & S. Hennekens. 2024. ITERATIO.
- Jalink, M., E. Dorland, & S. Clevers. 2021. *Evaluatie monitoring procesindicatoren De Bruuk*. KWR, Nieuwegein.
- Jalink, M., & A. Jansen. 1995. *Indicatorsoorten deel 2: Beekdalen. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwaterafhankelijke beekdallandschappen*. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Jansen, J. 2020. Kartering flora en vegetatie Natura 2000-gebied Bekendelle 2019-2020.
- Jansen, P. C., & J. Runhaar. 2001. *Droogtestress als functie van grondwaterstand en bodemtype*. Alterra, Wageningen.
- Kemmers, R. H., S. P. J. van Delft, M. C. van Riel, P. W. F. M. Hommel, A. W. M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar, & H. Smeenge. 2011. *De landschapsleutel - Een leidraad voor een landschapsanalyse*. Alterra, Wageningen. Online beschikbaar: <https://edepot.wur.nl/164977>.
- Kieskamp, A. 2021. *Verslag veldbezoek dd. 22 april 2021 Natura 2000-gebied: 063 Bekendelle*. Bosgroep Midden Nederland.
- Klaver, B. 2020. Handleiding veldwerk Meetnet Vegetatie Gelderland.
- Ministerie van LNV. 2008. Profieldocument H91E0 Vochtige alluviale bossen.
- Ministerie van LNV. 2009. Profieldocument H9160 Eiken-haagbeukenbossen.
- van Os, M., & J. H. Bouwman. 2017. *Meetplan PAS Procesindicatoren Bekendelle*. Bosgroep Midden Nederland, Ede.
- Pingen, J., J. Kusters, R. Wolf, & M. Spek. 2017. *PAS-Gebiedsanalyse voor Natura 2000-gebied 063 Bekendelle*. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Provincie Gelderland. 2016. *Beheerplan Natura 2000 63 - Bekendelle*.
- Provincie Gelderland. 2023. *Bekendelle Beheerplan Natura 2000-gebied*. Arcadis en Stichting Bargerveen, Arnhem.
- Runhaar, H., & S. Hennekens. 2016. Waternood "Hydrologische randvoorwaarden natuur." Online beschikbaar: <https://www.synbiosys.alterra.nl/waternood/>.
- Runhaar, J., M. H. Jalink, H. Hunneman, J. P. M. Witte, & S.M. Hennekens. 2009. *Ecologische vereisten habitattypen*. KWR, Nieuwegein.
- Schaminée, J., A. H. F. Stortelder, & J. J. Barkman. 1995. *De vegetatie van Nederland; deel 1: Inleiding tot de plantensociologie - grondslagen, methoden en toepassingen*. Opulus Press, Uppsala; Leiden.
- Smits, N. A. C., C. A. Mucher, W. A. Ozinga, R. W. de Waal, & G. W. W. Wamelink. 2016. *Procesindicatoren PAS; Rapportage 2016*. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- van Wirdum, G. 1979. Ecoterminologie en grondwaterregime Werkgemeenschap Landschapsecologisch Onderzoek Delft NL (ed.). *Mededelingen van de Werkgemeenschap Landschapsecologisch Onderzoek*. 6(3):19–24.

Bijlage 1: Overzichtstabel meetpunten

Meetpuntcode	X	Y	Meetdoel	Meetmethode	Diepte	Toetsing systeemherstel	Toetsing habitatype	Toetsing drukfactoren	Bodemtype
63_001	243044	440736	Waterregime/inundatie	Telemetrie (online)	-				-
63_002	245636	440383	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Kwel en basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Verdroging	tBn12C
63_002	245636	440383	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting	
63_003	245466	440263	Waterregime/inundatie	Telemetrie (online)	-				
63_41E0873	245672	440130	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Grondwaterkwaliteit/-toevoer		Vermesting	dzEZ33
63_41E0874	245578	440184	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Grondwaterkwaliteit/-toevoer		Vermesting	tbZg53
63_41E0875	245467	440240	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Kwel en basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting/verdroging	Zn33
63_41E0875	245467	440240	Waterkwaliteit-poriewater	Cup/rhizon	30-40 cm-mv	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting	
63_41E0875	245467	440240	Bodemchemie	Bodemmonster	0-20 cm-mv	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting	
63_41E0875	245467	440240	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting/verdroging	
63_41E0875	-	-	Vegetatie	Transect	-	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting/verdroging	
63_004	245234	440121	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Kwel en basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting/verdroging	tBn02C
63_004	245234	440121	Waterkwaliteit-poriewater	Cup/rhizon	30-40 cm-mv	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting	
63_004	245234	440121	Bodemchemie	Bodemmonster	0-20 cm-mv	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting	
63_004	245234	440121	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting/verdroging	
63_004	-	-	Vegetatie	Transect	-	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Vermesting/verdroging	
63_005	244838	440092	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Kwel en basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Verdroging/vermesting	Zg35
63_005	244838	440092	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H91E0C	Verdroging/vermesting	
63_006	244677	440128	Waterregime/inundatie	Telemetrie (online)	-				
63_007	245130	439848	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Kwel en basenrijke standplaatscondities	H9160A (toekomstig)	Vermesting/verdroging	Zg35
63_007	245130	439848	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Diep	Kweldruk	H9160A (toekomstig)	Vermesting/verdroging	Zg35
63_007	245130	439848	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H9160A (toekomstig)	Vermesting/verdroging	
63_008	245229	439704	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Kwel en basenrijke standplaatscondities	H9160A (toekomstig)	Vermesting/verdroging	Zg35
63_008	245229	439704	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Diep	Kweldruk	H9160A (toekomstig)	Vermesting/verdroging	Zg35
63_008	245229	439704	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H9160A (toekomstig)	Vermesting/verdroging	
63_009	245371	439657	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Kwel en basenrijke standplaatscondities	H9160A	Vermesting/verdroging	Zg35
63_009	245371	439657	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Diep	Kweldruk	H9160A	Vermesting/verdroging	Zg35
63_009	245371	439657	Waterkwaliteit-poriewater	Cup/rhizon	30-40 cm-mv	Basenrijke standplaatscondities	H9160A	Vermesting	
63_009	245371	439657	Bodemchemie	Bodemmonster	0-20 cm-mv	Basenrijke standplaatscondities	H9160A	Vermesting	
63_009	245371	439657	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H9160A	Vermesting/verdroging	
63_009	-	-	Vegetatie	Transect	-	Basenrijke standplaatscondities	H9160A	Vermesting/verdroging	
63_010	245506	439519	Vegetatie	PQ	-	Basenrijke standplaatscondities	H9120	Vermesting	
63_41E0489	245550	439750	Waterregime/-kwaliteit-grondwater	Peilbuis	Ondiep	Grondwaterkwaliteit/-toevoer		Vermesting	Hn53

Bijlage 2: Maatlatten abiotische randvoorwaarden

Voor het opstellen van de maatlatten voor abiotische randvoorwaarden voor de verschillende habitattypen is gebruik gemaakt van diverse literatuurbronnen. Hieronder is per parameter aangegeven op welke manier en uit welke bron de randvoorwaarden zijn afgeleid. Voor een uitgebreide beschrijving van de standplaatsvereisten van de verschillende habitattypen wordt verwezen naar de Natura 2000 profieldocumenten (Ministerie van LNV 2008, 2009).

Grondwaterkwantiteit

De randvoorwaarden voor GVG en droogtestress komen voort uit de Natura 2000 profieldocumenten en de database “Ecologische vereisten Habitattypen” die daaraan ten grondslag ligt (Runhaar et al. 2009). Dezelfde randvoorwaarden zijn gebruikt in Waternood (Runhaar & Hennekens 2016), waar deze vervolgens uit zijn geëxporteerd per habitatype. De gepresenteerde randvoorwaarden zijn de buitengrenzen die nog voldoen voor het kernbereik (optimaal) en het aanvullend bereik (suboptimaal) voor minimaal één van de zelfstandig kwalificerende vegetatietypen. Randvoorwaarden voor individuele vegetatietypen kunnen dus mogelijk krapper zijn.

Waterkwaliteit

De randvoorwaarden voor pH komen voort uit de Natura 2000 profieldocumenten en de database “Ecologische vereisten Habitattypen” die daaraan ten grondslag ligt (Runhaar et al. 2009). Dezelfde randvoorwaarden zijn gebruikt in Waternood (Runhaar & Hennekens 2016), waar deze vervolgens uit zijn geëxporteerd per habitatype. De gepresenteerde randvoorwaarden zijn de buitengrenzen die nog voldoen voor het kernbereik (optimaal) en het aanvullend bereik (suboptimaal) voor minimaal één van de zelfstandig kwalificerende vegetatietypen. Randvoorwaarden voor individuele vegetatietypen kunnen dus mogelijk krapper zijn. Deze pH-randvoorwaarden zijn origineel bedoeld om de pH (H₂O) van de bodem te beschrijven, in plaats van de pH van het (porie)water. Vanwege het ontbreken van vastgestelde randvoorwaarden per habitatype voor het (porie)water in de literatuur is ervoor gekozen de randvoorwaarden voor de bodem pH te gebruiken.

Vastgestelde randvoorwaarden per habitatype voor alkaliniteit en fosfaat in het (porie)water ontbreken ook in de literatuur. Daarom is ervoor gekozen om randvoorwaarden voor deze parameters over te nemen van OGOR-meetnet in Limburg (de Mars 2010). De relevante habitattypen waar in Gelderland randvoorwaarden voor nodig zijn komen ook in Limburg voor. Voor alkaliniteit is de gedefinieerde randvoorwaarde voor HCO₃- gebruikt, aangezien dit de alkaliniteit voor het grootste deel bepaalt. Voor H9160A is gebruik gemaakt van het OGOR-doeltype ‘Eiken-Haagbeukenbos’, voor H91EOC van het OGOR-doeltype “Elzenbroekbos”.

Bodemkwaliteit

De randvoorwaarden voor pH-H₂O komen voort uit de Natura 2000 profieldocumenten en de database “Ecologische vereisten Habitattypen” die daaraan ten grondslag ligt (Runhaar et al. 2009). Dezelfde randvoorwaarden zijn gebruikt in Waternood (Runhaar & Hennekens 2016), waar deze vervolgens uit zijn geëxporteerd per habitatype. De gepresenteerde randvoorwaarden zijn de buitengrenzen die nog voldoen voor het kernbereik (optimaal) en het aanvullend bereik (suboptimaal) voor minimaal één van de zelfstandig kwalificerende vegetatietypen. Randvoorwaarden voor individuele vegetatietypen kunnen dus mogelijk krapper zijn.

De randvoorwaarden voor de molaire ijzer/sulfaat ratio komen voort uit (Bobbink et al. 2007). Deze randvoorwaarden zijn niet per habitatype gespecificeerd, dus zijn ze voor alle habitattypen gelijkgesteld.

Voor Olsen-P zijn de randvoorwaarden gebaseerd op een overzicht van grenswaarden uit de database van B-Ware die is opgesteld ten behoeve van De Landschapsleutel (Kemmers et al. 2011). De gepresenteerde randvoorwaarden zijn de buitengrenzen die nog voldoen voor het kernbereik (optimaal) en het aanvullend bereik (suboptimaal) voor minimaal één van de zelfstandig kwalificerende vegetatietypen. Randvoorwaarden voor individuele vegetatietypen kunnen dus mogelijk krappere zijn.

H9120 Beuken-eikenbossen met hulst

Parameter	Goed/ Kernbereik	Matig/ Aanvullend bereik	Slecht/ Buiten bereik
Waterregime			
GVG (cm–mv)	>40	-	<40
Droogtestress (dagen)	>0	-	0
Bodemchemie			
pH-H ₂ O	<5,5	5,5 tot 6	>6

H9160A Eiken- haagbeukenbossen (hoge zandgronden)

Parameter	Goed/ Kernbereik	Matig/ Aanvullend bereik	Slecht/ Buiten bereik
Waterregime			
GVG (cm–mv)	25 tot >40	0 tot 25 of >40	<0 of >40
Droogtestress (dagen)	<14	14-32	>32
Waterkwaliteit			
pH	4,5 tot 7	4 tot 4,5	<4 of >7
Alkaliniteit (meq/l)	Onbekend	Onbekend	Onbekend
Bodemchemie			
pH-H ₂ O	4,5 tot 7	4 tot 4,5	<4 of >7
IJzer/sulfaat (molratio)	>1	0,5-1	<0,5
Olsen-P (µmol/l)	Onbekend	Onbekend	Onbekend

H91E0C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)

Parameter	Goed/ Kernbereik	Matig/ Aanvullend bereik	Slecht/ Buiten bereik
Waterregime			
GVG (cm–mv)	-20 tot >40	>40	<-20 of >40
Droogtestress (dagen)	<14	14-32	>32
Waterkwaliteit			
pH	5 tot 7,5	4,5 tot 5 of >7,5	<4,5
Alkaliniteit (meq/l)	>0,5	0,25 tot 0,5	<0,25
Bodemchemie			
pH-H ₂ O	5 tot 7,5	4,5 tot 5 of >7,5	<4,5
IJzer/sulfaat (molratio)	>1	0,5 tot 1	<0,5
Olsen-P (µmol/l)	300 tot 1500	100 tot 300	<100 of >1500

Bijlage 3: Overzicht indicatorsoorten

Lijst van soorten die gekarteerd dienen te worden t.b.v. de monitoring van omgevingscondities. Hierbij is ook de koppeling weergegeven tussen de habitattypen en de specifieke relevante soorten.

Toelichting	
<u>Algemeen:</u>	
E	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als exclusieve soort van het habitatype.
K	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als karakteristieke soort van het habitatype.
Ca	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als constante soort met een goede abiotische toestand
K+Ca	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als karakteristieke + constante soort met een goede abiotische toestand van het habitatype.
H	soort vermeld in de Habitatrichtlijnrapportage, 2019 als typische soort van het habitatype.
H,E	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als exclusieve soort en in de habitatrichtlijnrapportage, 2019 als typische soort van het habitatype.
H,K	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als karakteristieke soort en in de habitatrichtlijnrapportage, 2019 als typische soort van het habitatype.
H,Ca	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als constante soort met een goede abiotische toestand van het habitatype, 2019 als typische soort van het habitatype.
H,K+Ca	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als karakteristieke + constante soort met een goede abiotische toestand en in de habitatrichtlijnrapportage, 2019 als typische soort van het habitatype.
H,Cab	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als constante soort met een goede abiotische toestand, goede biotische structuur en in de habitatrichtlijnrapportage, 2019 als typische soort van het habitatype.
H,K+Cab	soort vermeld in het profielfocument, 2008 als karakteristieke + constante soort met een goede abiotische toestand, goede biotische structuur en in de habitatrichtlijnrapportage, 2019 als typische soort van het habitatype.
<u>Indicatorwaardes:</u>	
Z	Indicatorsoort voor Zuurgraad (pH-) condities: 'zuur' indicierend.
z	Indicatorsoort voor Zuurgraad (pH-) condities: 'zwak zuur' indicierend.
B	Indicatorsoort voor Zuurgraad (pH-) condities: 'basich' indicierend.
D	Indicatorsoort voor Vocht (GVG-) condities: 'droog' indicierend.
N	Indicatorsoort voor Vocht (GVG-) condities: 'nat' indicierend.
A	Indicatorsoort voor Voedselrijkdom (N-) condities: 'arm' indicierend.
R	Indicatorsoort voor Voedselrijkdom (N-) condities: 'rijk' indicierend.
L	Indicatorsoort voor grondwaterstroming: 'lateraal' indicierend.

NEDERLANDSE NAAM	WETENSCHAPPELIJKE NAAM	H9160A	H91E0C	Indicator-waarde
Aardbeiganzerik	Potentilla sterilis	H,K	N	
Alpenheksenkruid	Circaea alpina		H,E,N	
Besanjelier	Cucubalus baccifer		N	
Besanjelier	Silene baccifera		N	
Bittere veldkers	Cardamine amara		H,K,N	
Blauw glikkruid	Scutellaria galericulata		H	
Bleeksporig bosviooltje	Viola riviniana	H		
Bleke zegge	Carex pallescens	H		

NEDERLANDSE NAAM	WETENSCHAPPELIJKE NAAM	H9160A	H91E0C	Indicator-waarde
Bloedzuring	Rumex sanguineus		H,K	
Bosanemoon	Anemone nemorosa	H	H	
Bosereprijs	Veronica montana		H,K	
Bosgeelster	Gagea lutea		N	
Bosgierstgras	Milium effusum	H		
Boskortsteel	Brachypodium sylvaticum		H	
Bosmuur	Stellaria nemorum		H,K,N	
Bospaardenstaart	Equisetum sylvaticum		H,K,N	
Bosroos	Rosa arvensis	K		
Boswederik	Lysimachia nemorum	H	H,K,N	
Boszegge	Carex sylvatica	H		
Daslook	Allium ursinum	K	N	
Donkersporig bosviooltje	Viola reichenbachiana	H,K		
Driekantige bies	Schoenoplectus triqueter		N	
Eenbes	Paris quadrifolia	H,K	H,N	
Elzenzegge	Carex elongata		H	
Fladderiep	Ulmus laevis	H		
Fraai hertshooi	Hypericum pulchrum	H		
Gele monnikskap	Aconitum vulparia		H,K,N	
Gewone vogelmelk	Ornithogalum umbellatum	H	N	
Gladde zegge	Carex laevigata		H,K,N	
Groot hoefblad	Petasites hybridus		H	
Groot springzaad	Impatiens noli-tangere	H	H,K	
Grote keverorchis	Listera ovata	H	H,N	
Grote keverorchis	Neottia ovata	H	H,N	
Grote muur	Stellaria holostea	H	H	
Grote/Kleine gele dovenetel	Lamiastrum galeobdolon subsp. galeobdolon/montanum	H	H	
Gulden boterbloem	Ranunculus auricomus	H	H	
Gulden sleutelbloem	Primula veris		N	
Haagbeuk	Carpinus betulus	H		
Hangende zegge	Carex pendula		H,K,N	
Heelkruid	Sanicula europaea	H,K	N	
Hoge cyperzegge	Carex pseudocyperus		H	
Hondstarwegras	Elymus caninus		H	
Klein heksenkruid	Circaea x intermedia		H,K,N	
Kleine valeriaan	Valeriana dioica		H	
Knikkend nagelkruid	Geum rivale		H,K,N	
Kruidvlier	Sambucus ebulus		N	
Kruisbladwalstro	Cruciata laevipes		N	
Lievevrouwebedstro	Galium odoratum	K		

NEDERLANDSE NAAM	WETENSCHAPPELIJKE NAAM	H9160A	H91E0C	Indicator-waarde
Maarts viooltje	<i>Viola odorata</i>		N	
Moeraskruiskruid	<i>Jacobaea paludosa</i>		N	
Moeraskruiskruid	<i>Senecio paludosus</i>		N	
Moerasstrepzaad	<i>Crepis paludosa</i>		H,N	
Moeraswolfsmelk	<i>Euphorbia palustris</i>		N	
Muskuskruid	<i>Adoxa moschatellina</i>	H	H,N	
Paarbladig goudveil	<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>		H,K,N	
Pluimzegge	<i>Carex paniculata</i>		H	
Pluimzegge	<i>Carex paniculata</i> subsp. <i>paniculata</i>		H	
Reuzenpaardenstaart	<i>Equisetum telmateia</i>		H,K,N	
Rivierkruiskruid	<i>Senecio fluviatilis</i>		N	
Rivierkruiskruid	<i>Senecio sarracenicus</i>		N	
Rood peperboompje	<i>Daphne mezereum</i>	H,K		
Ruig hertshooi	<i>Hypericum hirsutum</i>	K		
Ruig klokje	<i>Campanula trachelium</i>	K		
Ruige veldbies	<i>Luzula pilosa</i>	H		
Schaafstro	<i>Equisetum hyemale</i>		H,N	
Schedegeelster	<i>Gagea spathacea</i>	H,K		
Slangenlook	<i>Allium scorodoprasum</i>		N	
Slanke sleutelbloem	<i>Primula elatior</i>	H	H,N	
Slanke zegge	<i>Carex strigosa</i>		H,K,N	
Spindotterbloem	<i>Caltha palustris</i> subsp. <i>araneosa</i>		N	
Spindotterbloem	<i>Caltha palustris</i> subsp. <i>radicans</i>		N	
Stijve zegge	<i>Carex elata</i>		H	
Torenkruid	<i>Arabis glabra</i>		N	
Torenkruid	<i>Turritis glabra</i>		N	
Tweestijlige meidoorn	<i>Crataegus laevigata</i>	H		
Verspreidbladig goudveil	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>		H,K,N	
Waterviolier	<i>Hottonia palustris</i>		H	
Welriekende agrimonie	<i>Agrimonia procera</i>		N	
Wilde gagel	<i>Myrica gale</i>		N	LZ
Wilde kievitsbloem	<i>Fritillaria meleagris</i>		N	
Winterlinde	<i>Tilia cordata</i>	H,K		
Witte klaverzuring	<i>Oxalis acetosella</i>	H		
Witte rapunzel	<i>Phyteuma spicatum</i>		H,K,N	
Witte rapunzel	<i>Phyteuma spicatum</i> subsp. <i>spicatum</i>		H,K,N	
Zomerklokje	<i>Leucojum aestivum</i>		N	
Zwartblauwe rapunzel	<i>Phyteuma nigrum</i>	K	H,N	
Zwartblauwe rapunzel	<i>Phyteuma spicatum</i> subsp. <i>nigrum</i>	K	H,N	
Zwarte bes	<i>Ribes nigrum</i>		H	

Bijlage 4: Te meten parameters en detectielimieten water- en bodemanalyses

Te meten parameters wateranalyses

pH, alkaliniteit, EGV, anorganisch koolstof (TIC: CO₂ en HCO₃), Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Zn, HCO₃, NO₃, NH₄, PO₄ en SO₄

Te meten parameters bodemanalyses

- Drooggewicht, organische stofgehalte (gloeiverlies) en soortelijk gewicht (Bulk Density)
- Olsen-extractie: P-Olsen
- Destructie: Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Zn
- Waterextractie: pH-H₂O
- Strontiumextractie (0,2M SrCl): pH, Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, NH₄

Detectielimieten Autoanalyzer apparatuur

	ppm	μmol/L
NO ₃ ⁻	0,03	0,5
NH ₄ ⁺	0,03	1,6
PO ₄ ³⁻	0,005	0,05
SO ₄ ²⁻	0,03	0,3
Na ⁺	0,2	8,7
K ⁺	0,2	5,1
Cl ⁻	0,7	19,7

Detectielimiet totaal anorganisch koolstof (TIC) in μmol/L

TIC 5

Detectielimieten element analyse ICP

	μgr/L (ppb)
Al	1,51
Ca	0,02
P	5,66
S	2,22
Fe	0,8
K	5,1
Mg	0,04

Bijlage 5: Richtlijnen plaatsing nieuwe peilbuizen

Ten behoeve van de actualisatie van het meetnet hoeven geen nieuwe peilbuizen geplaatst te worden. Alle peilbuizen zijn reeds bij de inrichting van het meetnet (in 2018) geplaatst of waren al aanwezig. Toch kan het voorkomen dat er in de toekomst een nieuwe peilbuis geplaatst dient te worden of dat een bestaande peilbuis vervangen dient te worden. Deze dienen in lijn met het originele meetplan (van Os & Bouwman 2017) te worden geplaatst volgens de richtlijnen weergegeven in het Stowa rapport 2012-50 (Bouma et al. 2012).

De volgende punten zijn hierbij vooral van belang:

- De peilbuis dient te worden geplaatst in de vegetatie waaraan het te meten peilregime wordt getoetst. Dit betekent bijvoorbeeld dat een peilbuis in een schraal grasland dient te worden geplaatst en niet aan de zijkant hiervan. Om het grasland zo goed mogelijk maaibaar te houden kan de peilbuis naast een te sparen struik te plaatsen.
- De peilbuis dient niet in de buurt van een sloot of grote boom te worden geplaatst (behalve uiteraard in bossen).
- De bodemopbouw dient te worden beschreven aan de hand van de methodiek van de Bakker en Schelling (1989).
- De filterstelling dient te worden bepaald op basis van de in het veld aangetroffen bodemopbouw. De filterstelling dient zodanig te worden gekozen dat het juiste waterpeil wordt gemeten. Voor het meten van de freatische grondwaterstand dient het filter boven een lössleemlaag te worden aangebracht.
- Aangezien het huidige meetnet is uitgerust met dataloggers dienen de nieuwe meetpunten bij voorkeur ook met dataloggers te worden uitgerust, zodat zij in dezelfde meetronde kunnen worden uitgelezen.
- Aangezien in de toekomst de peilbuizen worden uitgerust met telemetrisch uitleesbare dataloggers dienen de nieuwe peilbuizen hiervoor geschikt te zijn (voldoen aan minimale diameter buis en passende, niet metalen kop).

Bijlage 6: Hernummering coderingen

De oude meetpuntcode's zijn waar mogelijk omgezet naar nieuwe meetlocatiecodes gebaseerd op de BRO putcode.

De letters GMW van de BRO putcode worden vervangen door het Natura 2000 gebiedsnummer en een _.

Voorbeeld

- BRO putcode: GMW33G001154
- De peilbuis is gelegen in Natura 2000 gebied Landgoederen Brummen (58)

De nieuwe monitoringscode wordt: 58_33G001154