



Monitoringsvoorstel omgevingscondities Ulvenhoutse bos

Versie 2.0 - december 2025

Esther van Hoof, Gert-Jan van Duinen, Remco Versluijs & Marijn Nijssen - Stichting Bargerveen
Emiel Brouwer - Onderzoekcentrum B-WARE
Rob van der Burg - Bosgroep Zuid-Nederland

COLOFON

Titel: Monitoringsvoorstel omgevingscondities Ulvenhoutse bos – versie 2.0

Auteurs: Esther van Hoof, Gert-Jan van Duinen, Remco Versluijs, Marijn Nijssen, Emiel Brouwer & Rob van der Burg

Foto voorkant: Rob van der Burg

Citeren als: Van Hoof, E., GJ van Duinen, R. Versluijs, M. Nijssen, E. Brouwer & R. van der Burg, 2025. Monitoringsvoorstel omgevingscondities Ulvenhoutse bos – versie 2.0. Rapport Stichting Bargerveen, Onderzoekcentrum B-WARE en Bosgroep Zuid-Nederland in opdracht van provincie Noord-Brabant en BIJ12

Stichting Bargerveen | Nijmegen | december 2025

www.stichtingbargerveen.nl | www.linkedin.com/company/stichting-bargerveen



Inhoud

1	Introductie	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Uitgangspunten	5
1.3	Leeswijzer	7
2	Gebiedsbeschrijving	9
2.1	Gebiedsbeschrijving en aangewezen habitattypen	9
2.1.1	Vochtige alluviale bossen - beekbegeleidende bossen (H91E0C)	10
2.1.2	Eiken-haagbeukenbossen op hogere zandgronden (H9160A)	10
2.1.3	Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)	11
2.2	Systeembeschrijving	11
2.2.1	Systeemaafbakening op basis van grondwaterregime en grondwaterkwaliteit	12
2.2.2	Oppervlaktewaterstelsel	14
2.2.3	Bodem	15
2.2.4	Systeemfunctioneren	17
2.2.5	Drukfactoren	17
2.3	Hersteldoelstellingen en herstelaanpak	19
2.4	Verwachte effecten	21
3	Monitoringsstrategie en opzet meetnet	22
3.1	Meetvragen en indicatoren	22
3.1.1	Toestand en trend van systeemherstel	22
3.1.2	Toestand en trend van standplaatscondities	24
3.1.3	Relevante drukfactoren in het monitoringsplan	24
3.2	Meetopzet	25
4	Meetmethoden	28
4.1	Grondwaterregime	28
4.2	Waterkwaliteit	29
4.2.1	Grondwaterkwaliteit	29
4.2.2	Porievochtkwaliteit	30
4.2.3	Oppervlaktewaterkwaliteit	31
4.3	Bodem	33
4.3.1	pH-profielen	33

4.3.2	Bodemchemie.....	34
4.4	Paddenstoelen.....	36
4.5	Flora en vegetatie.....	36
4.5.1	Vlakdekkende indicatorsoortenkartering.....	37
4.5.2	PQ's	39
5	Evaluatie monitoring	41
5.1	Evaluatiestrategie meetgegevens	41
5.1.1	Grondwaterregime	41
5.1.2	Waterkwaliteit	42
5.1.3	Bodem.....	43
5.1.4	Paddenstoelen, flora en vegetatie	46
6	Praktische uitvoering, planning en organisatie	47
6.1	Monitoringsplanning	47
6.2	Herziening monitoringsplan	48
6.3	Uitvoerende partijen.....	49
6.4	Kosten.....	49
6.5	Opslag meetgegevens.....	50
7	Bronnenlijst	52
8	Bijlagen	54
8.1	Overzichtskaarten genomen maatregelen.....	54
8.2	Beoordeling indicatoren per meetlocatie.....	58
8.2.1	Grondwaterregime	58
8.2.2	Waterkwaliteit	59
8.2.3	Bodem.....	59
8.2.4	Paddenstoelen, flora en vegetatie	60
8.3	Beoordeling toestand en trend van systeemherstel	60
8.4	Beoordeling toestand en trend van standplaatscondities	61
8.4.1	Toestand beoordeling standplaatscondities	64
8.4.2	Trend beoordeling standplaatscondities	65
8.4.3	Ruimtelijke beoordeling standplaatscondities	66
8.5	Beoordeling systeemgerelateerde drukfactoren.....	67
8.6	Overzichtstabellen meetpunten	69

8.7	Detectielimieten bodem- en waterchemie.....	74
-----	---	----

1 Introductie

1.1 Aanleiding

De natuur in Nederland staat onder druk en daarom worden er maatregelen genomen in natuurgebieden en waar nodig daarbuiten om de natuur te herstellen. Voor het Natura 2000-gebied Ulvenhoutse bos is provincie Noord-Brabant verantwoordelijk voor het behoud en herstel van de aangewezen habitattypen en (leefgebied van) doelsoorten. Om de juiste omgevingscondities voor deze habitattypen en leefgebieden te herstellen, zijn maatregelen vastgelegd in beheerplannen. Monitoring is essentieel voor het evalueren van het herstelproces van deze omgevingscondities en het behalen van natuurdoelen en om een 'vinger aan de pols' te houden voor de kwaliteit van het gebied.

In dit document verstaan we onder omgevingscondities de abiotische condities die nodig zijn voor het voorkomen en gedijen van habitattypen en populaties van soorten. Met 'vinger aan de pols' monitoring wordt de ontwikkeling van het functioneren van het systeem als gevolg van alle genomen maatregelen in het gebied samen bedoeld. Op basis van de uitkomsten van deze monitoring kunnen maatregelen toegevoegd of bijgesteld worden.

Omdat het behalen van Natura 2000-doelen landelijk getoetst wordt, is uniformiteit in monitoringsplannen belangrijk. In een landelijk traject is daarvoor de "*Handreiking monitoring omgevingscondities versie 1.0*" opgesteld (2024). Er is toen op basis van die handreiking een monitoringsplan omgevingscondities opgesteld voor het Ulvenhoutse bos. In 2025 is de handreiking nader uitgewerkt naar een 2.0 en 3.0 versie. In het voorliggende rapport is de 3.0 versie van de handreiking gebruikt om de eerste versie van het monitoringsvoorstel omgevingscondities voor het Ulvenhoutse Bos te updaten naar een 2.0 versie.

1.2 Uitgangspunten

Beantwoording hoofdvragen

Het doel van dit monitoringsplan is in eerste instantie om de effecten van herstelmaatregelen op het systeem van Natura 2000-gebied Ulvenhoutse Bos te monitoren om te kunnen volgen wat de toestand en trend van systeemherstel zijn. In dit monitoringsplan vormen habitattypen een ingang voor de monitoring van systeemherstel. Dit monitoringsplan verzamelt de gegevens om in een evaluatie antwoord te kunnen geven op de volgende drie hoofdvragen:

1. Wat is de toestand en de trend van systeemherstel voor 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. Zijn de effecten van alle relevante drukfactoren die voor het gebied zijn vastgesteld in het monitoringsplan gedekt?

Deze drie hoofdvragen zijn sterk aan elkaar gerelateerd. Het herstellen van een systeem betekent het wegnemen van de beperkingen - de drukfactoren - voor het systeemfunctioneren. Systeemherstel beoogt alle sleutelprocessen in het gebied optimaal te laten functioneren, waardoor de standplaatscondities voor habitattypen op orde zijn. Hiermee vormen standplaatscondities een goede indicator voor het aan- of afwezig zijn van (effecten van) drukfactoren en daarmee ook voor het algehele systeemherstel.

Hoofdvraag 1 levert de data die op systeemniveau een 'vinger aan de pols' biedt. Dit is nadrukkelijk geen onderzoeksmonitoring of effectmonitoring van een enkele maatregel, maar een manier om te volgen hoe het systeem als geheel functioneert. Hoofdvraag 2 levert de data die nodig is om een oordeel te geven over de kwaliteit van de standplaatscondities van de habitattypen binnen het systeem. De eerste twee meetvragen worden dus met dezelfde metingen in het meetplan beantwoord, maar op verschillend schaalniveau beoordeeld; hoofdvraag 1 is op het gebied als geheel gericht terwijl hoofdvraag 2 inzoomt op standplaatschaal. Hoofdvraag 3 is bedoeld om te controleren of met het beantwoorden van hoofdvraag 1 en 2 ook een uitspraak gedaan kan worden over de drukfactoren. Vaak leveren hoofdvraag 1 en 2 hiervoor voldoende data op, maar soms is er aanvullende monitoring nodig voor het beoordelen van de (effecten van) drukfactoren.

Omdat na maatregelen de uitbreidingen en verschuivingen van habitattypen langzamer plaatsvinden dan veranderingen in abiotische omgevingscondities, wordt deze monitoring gericht op abiotiek: waterregime, water- en bodemkwaliteit. Dit geeft een eerste indicatie van veranderingen in het systeem op relatief korte termijn. Het is daarbij belangrijk te realiseren dat de patronen van standplaatscondities in het gehele landschap kunnen veranderen wanneer deze condities als gevolg van maatregelen veranderen. Dit is met name het geval bij hydrologische ingrepen. Locaties die vóór herstel onder invloed van ontwatering een 'droger' habitatype herbergen, kunnen na hydrologisch herstel langdurig nat zijn, waardoor het habitatype wordt vervangen door een natter type. Het 'drogere' habitatype verplaatst zich naar hogere delen op de gradiënt, mits dit aan de vereiste omgevingscondities voldoet. Bij systeemherstel zullen habitattypen op aanwezige gradiënten verschuiven naar hun meer natuurlijke, oorspronkelijke positie zoals deze vóór ontwatering bestond. Dit monitoringsplan maakt deze ruimtelijke verschuiving en ontwikkelingen in standplaatscondities in de tijd zichtbaar. Deze monitoring is dus anders dan die van de eerdere PAS-procesindicatoren. De Programma Aanpak Stikstof (PAS) monitoring was gericht op het monitoren van procesindicatoren om snel de effectiviteit van herstelmaatregelen in kaart te brengen. Er werd in die monitoring getoetst aan individuele maatregelen in tegenstelling tot deze monitoring waarin, op termijn getoetst wordt aan herstel van het systeem (combinatie van maatregelen).

Er zit vaak overlap in de meetlocaties voor de hoofdvragen. Waar mogelijk zijn metingen gecombineerd en is zoveel mogelijk aangesloten op bestaande gegevens en meetnetten om gebruik te maken van monitoringsreeksen en deze te behouden.

Dit monitoringsvoorstel richt zich specifiek niet op:

- De beoordeling van de staat van instandhouding van VHR-soorten, en VHR-habitattypen (doelbereik) en typische soorten van habitattypen.
- Onderzoekmonitoring (oorzaken die ten grondslag liggen aan de gevonden monitoringswaarden dienen via aparte onderzoeken te worden opgepakt).
- Losse (beheer)vragen vanuit terreinbeheerders en waterschap.

Bronnen

De basis van een monitoringsplan omgevingscondities wordt idealiter gevormd door een gedetailleerde systeembeschrijving die volgt uit een landschapsecologische systeemanalyse (LESA). Een LESA beschrijft de belangrijkste sturende factoren die van invloed zijn op de standplaatscondities van flora en fauna. Bovendien geeft een LESA een beeld van het historisch en het huidige systeemfunctioneren, wat leidt tot inzicht in knelpunten en drukfactoren in de huidige situatie. Dit geeft vorm aan haalbare doelstellingen.

Van het Ulvenhoutse bos is op het moment van schrijven echter geen LESA beschikbaar. Uit de analyse van de bestaande, beschikbare gegevens is naar voren gekomen dat er nog leemtes zijn in het landschapsecologisch functioneren van het systeem (o.a. oorsprong basenrijkdom van het grondwater, inzicht in waar en hoe groot de potentie voor de habitattypen is, zie ook Backx et al., 2024). Dit monitoringsplan is daarom gebaseerd op de huidige systeeminzichten uit het beheerplan (DLG, 2016), de NDA (Anteagroep, 2023), recent hydrologisch modelonderzoek (Visser, 2024) en OBN-onderzoek in vochtige bossen (Van der Burg et al., 2014; Brouwer et al., 2022). Uit deze documenten zijn ook de concrete herstelmaatregelen overgenomen die de invloed van drukfactoren moeten verminderen of wegnemen, zodat natuurlijke processen weer gaan functioneren en natuurlijke gradiënten tot ontwikkeling kunnen komen. Het meetnet is zo ingericht dat de monitoring van omgevingscondities – in aanvulling of als validatie van de nog te maken LESA - bij kan dragen aan een beter systeembegrip.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 geeft een beknopte gebiedsbeschrijving met aandacht voor de systeembeschrijving en -afbakening, de aanwezige habitattypen, alle drukfactoren, visie voor het gebied en genomen/te nemen maatregelen. Vervolgens worden de hoofdvragen in hoofdstuk 3 nader geconcretiseerd in meetvragen, worden indicatoren aangedragen om de meetvragen te beantwoorden en wordt de monitoringsopzet in hoofdlijnen toegelicht. Hoofdstuk 4 bespreekt de meetmethoden van de verschillende indicatoren (meetdoel, meetwijze, analysemethode, meetmoment, meetfrequentie en meetlocatie) en hoofdstuk 5 hoe de verzamelde gegevens aangeleverd moeten worden om een goede evaluatie te

ondersteunen waarin antwoord gegeven kan worden op de drie hoofdvragen. Tot slot besteedt hoofdstuk 6 aandacht aan de praktische uitvoering, planning en organisatie.

2 Gebiedsbeschrijving

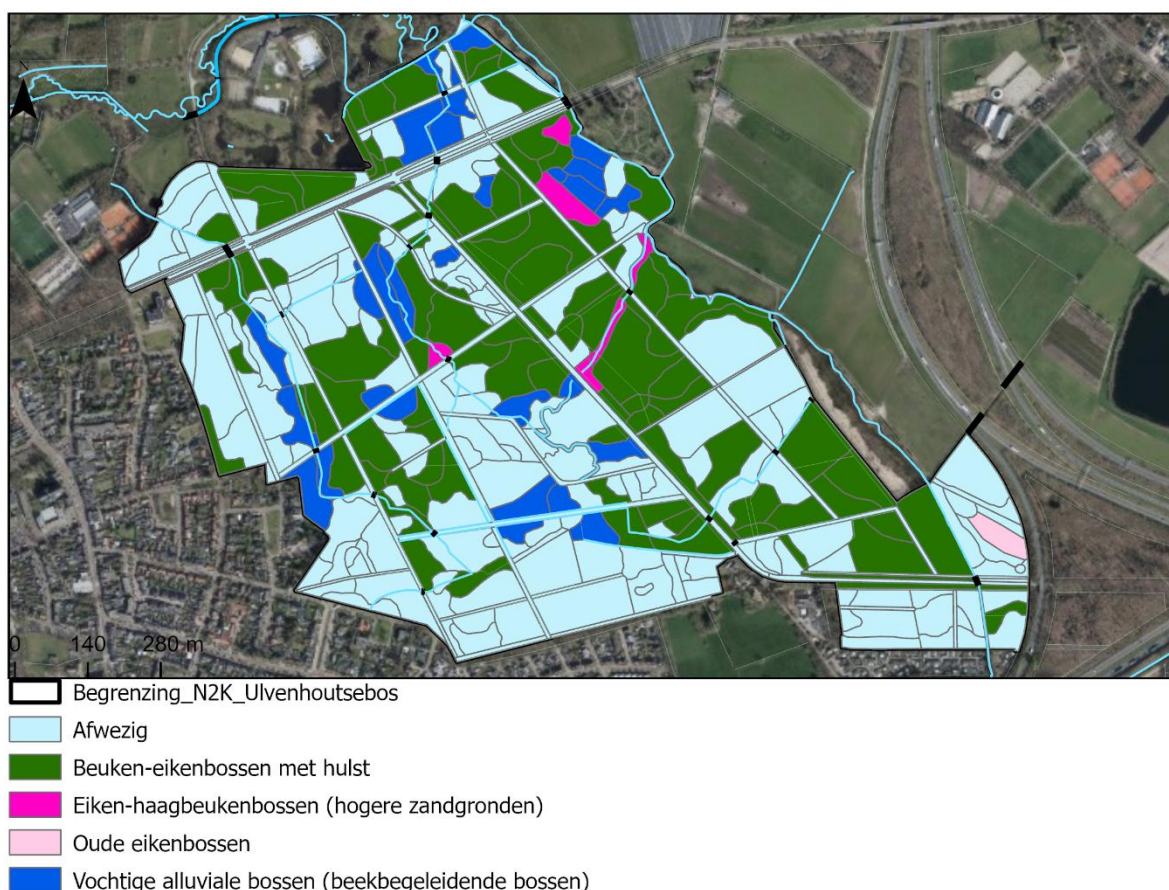
2.1 Gebiedsbeschrijving en aangewezen habitattypen

Het Ulvenhoutse Bos is een vrij klein natuurgebied (112 ha) ten zuidoosten van Breda. Het is een van de oudste bossen van Nederland. In 2009 is het definitief aangewezen als Natura 2000-gebied met een herstel- en uitbreidingsdoelstelling voor Vochtige alluviale bossen en Eiken-haagbeukenbossen en een doelstelling om het oppervlakte en de kwaliteit van Beuken-eikenbossen met hulst te behouden. Ook zijn er kernopgaven opgesteld omdat het Ulvenhoutse bos onderdeel is van het Natura 2000-landschap beekdalen (Tabel 1).

Tabel 1: Kernopgave van het Ulvenhoutse bos vanuit Natura 2000-landschap beekdalen. w = wateropgave, Ω = sense of urgency beheeropgave/opgave m.b.t. watercondities.

Code	Kernopgave	Opgave
5.07	Vochtige alluviale bossen: Herstel kwaliteit en vergroting areaal vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) H91E0C	Ω , w
5.08	Eiken-haagbeukenbossen: Vergroting areaal, behoud vegetatiestructuur en herstel kwaliteit en vergroting areaal eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) H9160A	w

Hieronder worden voor de aangewezen habitattypen kort het beleidsdoel en nadere toelichting gegeven, conform het Natura 2000-beheerplan (DLG, 2016). Eerst wordt hier - gebaseerd op de profieldocumenten voor de drie habitattypen (versie september 2008) - een beknopte toelichting gegeven op de abiotische omstandigheden waar de habitattypen van afhankelijk zijn. De toelichting over de status van de habitattypen is overgenomen uit het verantwoordingsdocument bij de meest recente habitatypekartering van 2017 (Van der Goes, 2023). De ligging van deze habitattypen is weergegeven in Figuur 1. Tijdens de T1-kartering is in het zuidoosten van het Ulvenhoutse bos ook een perceel gekarteerd als habitatype Oude eikenbossen. Omdat het Ulvenhoutse bos niet voor dit habitatype is aangemeld en er geen Natura 2000-doelstellingen voor zijn geformuleerd, is dit habitatype niet meegenomen in dit monitoringsplan.



Figuur 1: Verspreiding van habitattypen in het Ulvenhoutse bos in 2017 (T1-habitattypekaart, naar Van der Goes, 2023).

2.1.1 Vochtige alluviale bossen - beekbegeleidende bossen (H91E0C)

Doel: uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit.

Abiotiek: Dit habitattype vereist zeer natte tot vochtige condities met in de allerlaagste delen langdurige tot permanente grondwaterinvloed aan maaiveld van basenhoudende tot basenrijke kwaliteit.

Toelichting status: Vochtige alluviale bossen komen in het Ulvenhoutse bos voor in verschillende vormen in de laagstgelegen terreindelen. In één laagte komt nog Elzenbroek met Moeraszegge (r42RG03) voor. In de overige laagten gaat het om vormen van Vogelkers-essenbossen (r46Aa05): Elzenbos met Moeraszegge, Vogelkers-beuken-eikenbos met Moeraszegge en iets hoger op Vogelkers-essenbos met Bosanemoon en Bosveldkers. De Elzenbossen en Vogelkers-beuken-eikenbossen met Moeraszegge zijn matig ontwikkelde vormen van het landelijke vegetatietype Vogelkers-essenbos. De pronkstukken van het Ulvenhoutse bos, Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid, komen voor in dit habitattype.

2.1.2 Eiken-haagbeukenbossen op hogere zandgronden (H9160A)

Doel: uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit.

Abiotiek: Eiken-haagbeukenbossen komen in het zandlandschap voor in beekdalen en op leembodems, waar de standplaatscondities vochtig tot wisselnat en basenarm tot basenrijk zijn.

Toelichting status: Eiken-haagbeukenbos komt in dit gebied voor op de overgang van Vochtige alluviale bossen naar droge Eiken-beukenbossen met hulst. Deze overgang is in het Ulvenhoutse bos echter sterk aangetast door rabattering, waardoor dit habitatype zeer beperkt voorkomt. Er komt een soortenarm subtype van Eiken-haagbeukenbos (r46Ab02b) voor en een subtype met Dalkruid (r46Ab03b). Kenmerkende soorten als Boszegge, Mannetjesvaren, Eenbes, Ruige veldbies en Gevlekte aronskelk zijn in het Ulvenhoutse bos niet algemeen, terwijl soorten als Donkersporig bosviooltje en Eenbloemig parelgras helemaal niet voorkomen. Het voorkomen van Eenbes is bijzonder voor Nederland.

2.1.3 Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)

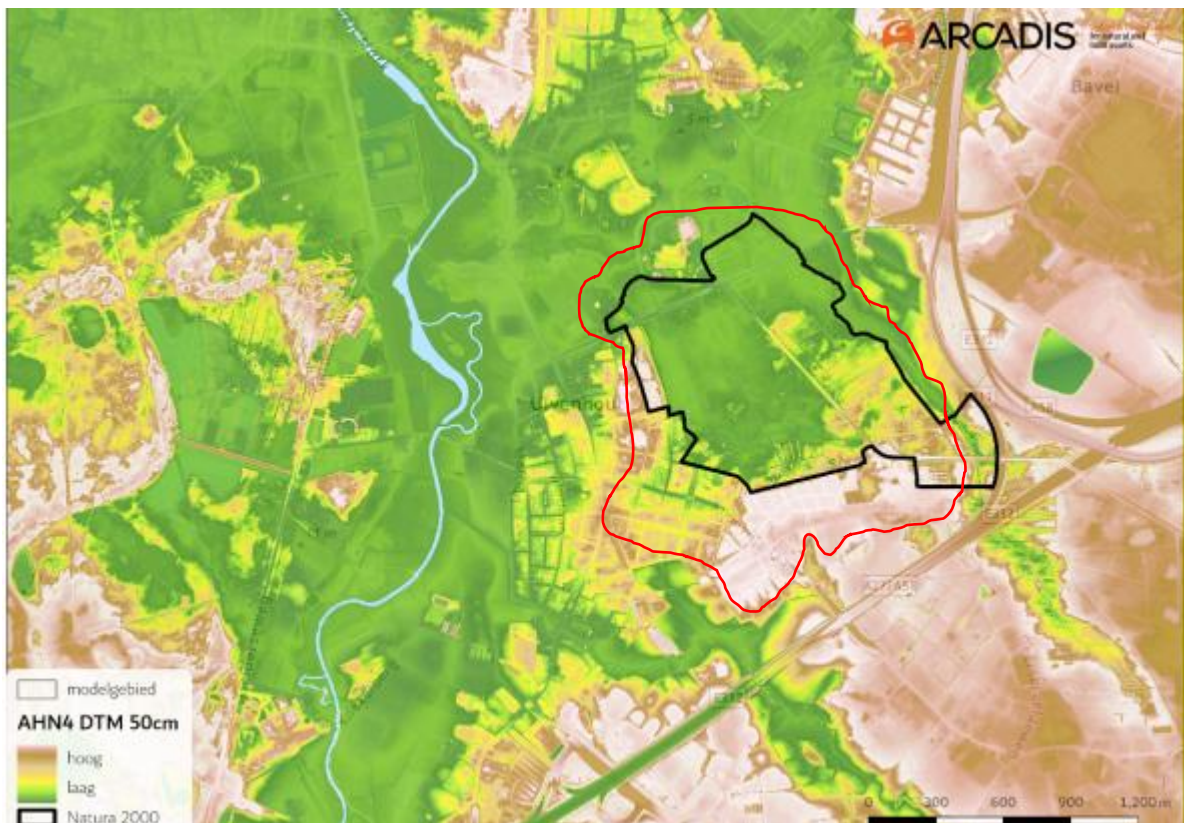
Doel: behoud oppervlakte en kwaliteit.

Abiotiek: Beuken-eikenbossen met hulst komen voor op licht vochtige tot droge standplaatsen die basenarm zijn. Er is geen sprake van grondwaterinvloed in de wortelzone.

Toelichting status: Dit habitatype komt voor op de hogere terreindelen. De verwachting bestaat dat dit habitatype zich spontaan zal uitbreiden met het ouder en donkerder worden van het bos. Deze ontwikkeling en de kwaliteit van het habitatype staan echter onder druk van verzuring en vermessing. Het grootste deel van dit habitatype bestaat nu uit het vegetatietype Beuken-eikenbos met Gewone salomonszegel en Dalkruid (r45Aa04c), maar daarnaast komen ook types met Kussentjesmos (r45Aa05a), Adelaarsvaren (r45Aa04b) en Pijpenstrootje (r45Aa03c & r45Aa04d) voor.

2.2 Systeembeschrijving

Het Ulvenhoutse bos ligt op de overgang van hoog zandlandschap (7 m +NAP) naar het lagergelegen rivierenlandschap van de Mark (2,5 m +NAP). Het ligt grotendeels in een komvormige laagte (Figuur 2). In deze laagte liggen beekdalletjes en tijdelijk afvoerloze laagtes. Het Ulvenhoutse bos ligt in een voormalige overstromingsvlakte van de lokale beken. Het valt daarmee onder gradiënttype beekdalen met lokale kwel in de bovenloop. In de huidige toestand is het reliëf in het bos sterk door mensen beïnvloed door de historische aanleg van sloten en rabattenstelsels ter bevordering van het gebruik als hakhout- en productiebos.

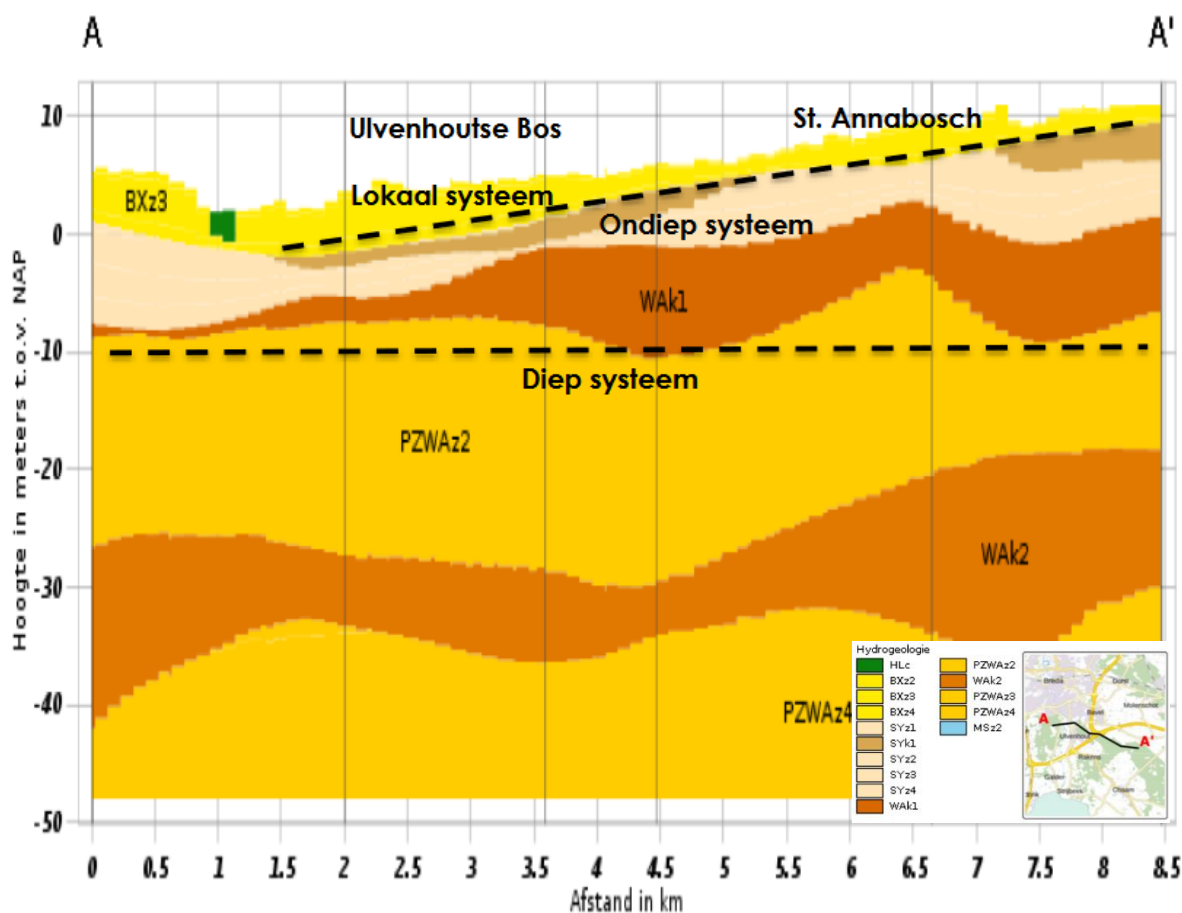


Figuur 2: Regionale hoogtekarte van het Ulvenhoutse bos met in rood een inschatting van de systeemafbakening van het lokale systeem (bewerkt naar Visser, 2024).

2.2.1 Systeemafbakening op basis van grondwaterregime en grondwaterkwaliteit

In het Ulvenhoutse bos is er sprake van een gelaagd grondwatersysteem. De regionale grondwaterstroming is zuidoost-noordwest gericht, maar daarnaast is er een lokaal systeem aanwezig dat afgesloten wordt door een leemlaag op ongeveer 5 m diepte (Figuur 3). Dit lokale, freatische systeem is belangrijk voor de terreincondities in het gebied. Lateraal stroomt infiltrerend regenwater van de hogere ruggen over de leem naar de laagtes en waterlopen. Het infiltratiegebied van dit lokale systeem ligt voornamelijk op de hogere gronden, onder de nieuwe woonwijk van Ulvenhout. Het grondwaterstandregime in dit systeem wordt daarnaast beïnvloed door waterlopen en drainageniveaus in en nabij het gebied (Figuur 2).

Het eerste watervoerende pakket begint onder de leem en wordt aan de onderkant begrensd door de bovenste Waalreklei, die op circa 10 m diepte ligt. De stijghoogte van dit pakket wordt onder andere bepaald door de waterstanden van de grotere waterlopen in de regio (Bavelse Leij, Broekloop, Chaamse beek) en onttrekkingen voor beregening. Plaatselijk zijn er waarschijnlijk gaten in de leemlaag, waardoor er interactie is met het eerste watervoerende pakket, dit is in ieder geval zo in het Sint Annabos ten zuiden van het Ulvenhoutse bos. Het diepe systeem (tweede en derde watervoerende pakket) loopt tot 20-25 m beneden maaiveld en wordt bepaald door het beekpeil van de Mark die ten noordwesten van het gebied stroomt.



Figuur 3: Geohydrologische doorsnede van de bovenloop van de Broekloop (A', rechts) naar het beekdal van de Mark (A, links) volgens REGIS-II met daarin de drie grondwatersystemen weergegeven (MER).

Verspreid in het Ulvenhoutse bos zijn in 2018 vier sets van peilbuizen geplaatst met elk vier filterdieptes in de lokale, ondiepe en diepe watervoerende lagen om inzicht te krijgen in de grondwaterdynamiek. Deze peilbuizen laten zien dat de laagste grondwaterstanden vergelijkbaar zijn in filter 1, 2 en 3 en tonen daarmee dat het grondwatersysteem in het Ulvenhoutse bos niet bestaat uit een puur schijnspiegelsysteem op de leem. Bovendien laten deze peilbuizen zien dat er lokaal, met name in het noorden, hogere stijghoogtes in diepere filter(s) worden gemeten, duidend op potentie voor toestroom van grondwater (kweldruk) daar (Visser, 2023). Dit water bereikt echter in de meeste gevallen het maaiveld niet, vanwege de dikke(re) tussenliggende klei- en leemlagen.

De huidige kwel in het Ulvenhoutse Bos is hoogstwaarschijnlijk grotendeels gevoed door lokale en ondiepe waterstromen en in mindere mate door kwel uit het diepe grondwater. Het regionale diepe grondwater is namelijk sulfaathoudend, maar het lokale water niet. Het regionale sulfaathoudende water komt dus niet omhoog. Het lokale grondwater is zwak gebufferd en het ondiepe grondwater daaronder matig tot goed gebufferd. In 2018 werd in enkele laagtes vastgesteld dat het grondwater aan het verzuren was en de basenrijkdom afnam (Jalink, 2018). Al het grondwater is overwegend relatief nutriëntenarm. In het zuiden zijn er echter ondiep wel hoge sulfaatwaardes gemeten in de buurt van landbouwpercelen.

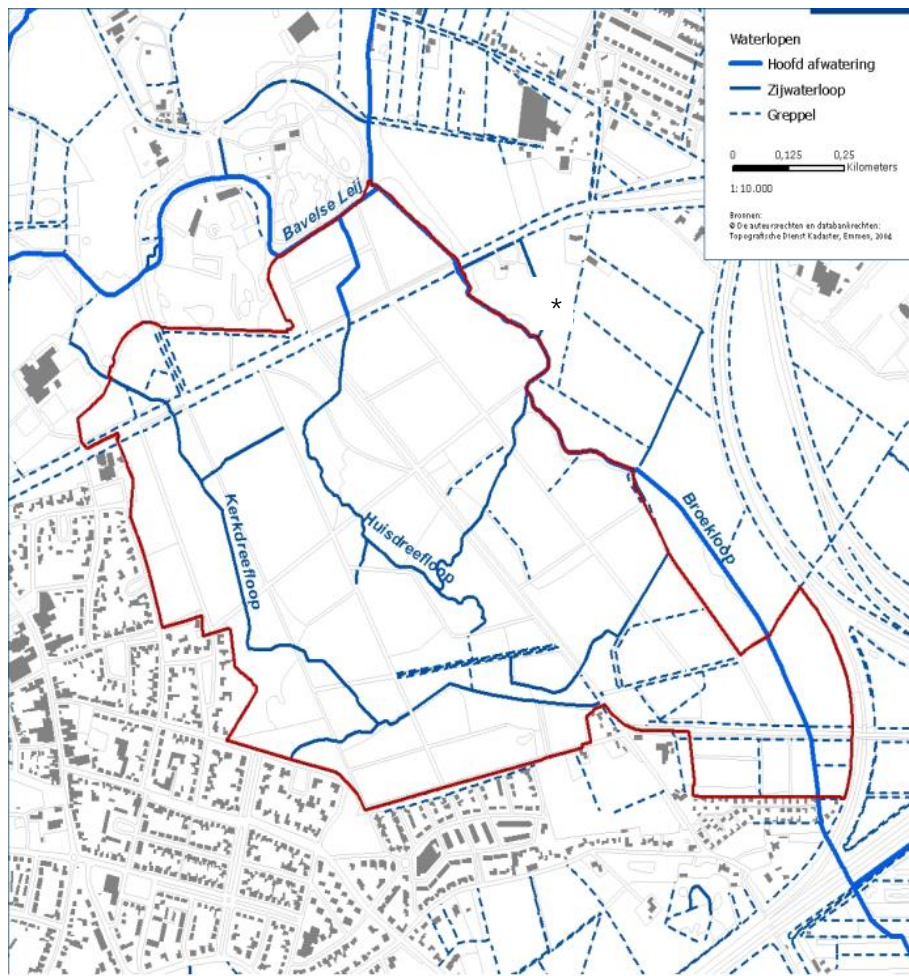
Samenvattend ligt het Natura 2000-gebied Ulvenhoutse bos op een hoogtegradiënt die bestaat uit de hogere inzijgebieden in het zuiden – aan de rand van Ulvenhout – en de afwatering via verschillende waterlopen naar de Broekloop/Bavelse Leij en uiteindelijk de Mark. Deze gebieden liggen buiten de Natura 2000-begrenzing maar maken wel onderdeel uit van het systeem. Vooral het lokale en ondiepe systeem lijken van belang voor de standplaatscondities in het Ulvenhoutse bos. Gezien de heterogeniteit in de bodemopbouw en kennislacunes rondom de oorsprong van de buffering van het grondwater (zie later) is het echter lastig een exacte systeemafbakening te geven van het gebied dat het Ulvenhoutse bos beïnvloedt.

2.2.2 Oppervlaktewaterstelsel

Goed inzicht in het oppervlaktewaterstelsel is cruciaal vanwege het belang van het lokale systeem. Binnen het Ulvenhoutse bos vindt afwatering plaats via sloten, greppels en rabattenstelsels richting de Broekloop en de Bavelse Leij (Figuur 4). De Broekloop loopt ten oosten van het Ulvenhoutse bos richting het noordwesten. Ten noorden van het bos gaat deze loop over in de Bavelse Leij die verder stroomt richting het dal van de Mark. Het peil van de Broekloop wordt bepaald door neerslag, vochtigheid van de bodem, stuwpeilen, eventuele oppervlaktewateronttrekkingen en onderbemaling o.a. ten noorden van de Deken Dr. Dirckxweg. Door de aanleg van rabattenstelsels en verdieping van watergangen worden neerslag en uittredend lokaal grondwater versneld afgevoerd. De belangrijkste interne waterlopen zijn de Huisdreefloop en de Kerkdreefloop.

Ten behoeve van systeemherstel zijn in delen van het gebied sloten in de afgelopen jaren verondiept. Recent (2019-2023) is ook de Broekloop verondiept stroomopwaarts van het kerkhof.

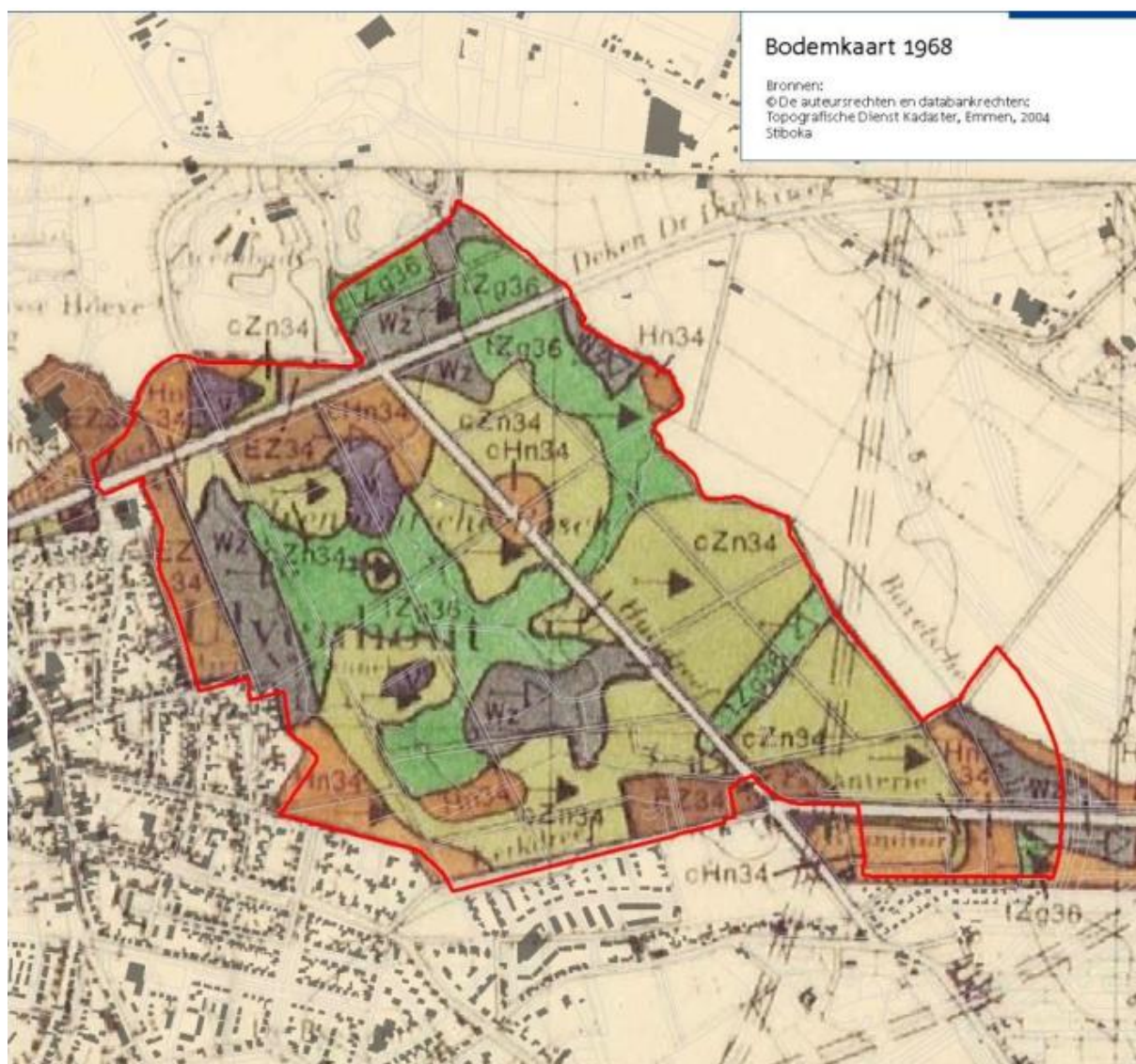
De oppervlaktewaterkwaliteit van de laagtes laten zien dat deze enigszins gebufferd zijn met pH 6,0 – 7,0, terwijl de hoger gelegen tijdelijke watergangen zuur water afvoeren (pH 4,0 – 5,0). In zeer natte winters is er lokaal sprake van verzuring van het oppervlaktewater in de laagtes door toestroom van zuur water via greppels en door aanvoer van zuur, lokaal grondwater (Coenen & Backx, 2023).



Figuur 4: Waterlopen in en rond het Ulvenhoutse bos (DLG, 2016). Bij * is het kerkhof.

2.2.3 Bodem

Ook de aanwezige bodemtypes geven aanwijzingen dat het hier om een gebied gaat dat nat is en beïnvloed wordt door grondwater (Figuur 5). De grootste delen van het Ulvenhoutse bos bestaan uit gooreerd, beekeerd- en broekeerdbodems. De bodemvorming van broekeerdbodems is sterker beïnvloed door grondwater dan die van gooreerdbodems. Op enkele van de allerlaagste locaties komt (sterk veraard) veen voor. Hoger in het landschap op de ruggen komen veldpodzolen voor, kenmerkend voor vochtige locaties waar zuur regenwater infiltreert.



Figuur 5: 1:25.000 bodemkaart uit 1968 (Stiboka, 1968 in DLG, 2016). V = veengrond, Wz = broekgrond, Zg = beekgrond, Zn = goorgrond, Hn = podzolgrond, EZ = enkeerdgrond.

De bodemkaart van 1968 laat zien dat de leem op de laagste plekken al binnen 0-40 cm onder maaiveld begint en iets hoger op de flank binnen 40-80 cm. De verspreiding, diepte en dikte van dit leempakket en de effecten daarvan op het freatische grondwater zijn echter onbekend en dienen in de nog uit te voeren LESA nader onderzocht te worden.

Ondiep komen er kalkhoudende lagen voor in de bodem, die zorgen voor de basenrijkdom van het grondwater. Onderzoek laat echter zien dat het kalkgehalte in leemlagen tussen 80 – 460 cm onder maaiveld momenteel gering lijkt en benadrukt dat het onbekend is hoe groot de kalkvoorraad is. Ook is onbekend in welke mate er ontcalcificatie en verzuring heeft plaatsgevonden door de zuurdepositie van de afgelopen 100 jaar. De basenrijkdom van grondwater komt naast kalk waarschijnlijk ook door de aanwezigheid van andere carbonaatrijke mineralen in de bodem (Jalink, 2018).

2.2.4 Systeemfunctioneren

Het Ulvenhoutse bos is gekenmerkt door een gradiënt van droge en relatief zure groeiplaatsen naar basenrijke natte plekken lager in het landschap, waardoor er op kleine schaal een variatie aan habitattypen aanwezig is. Voorafgaand aan de ingrijpende aanpassingen van de waterhuishouding was sprake van een lokaal grondwatersysteem dat over ondiepe (zwak) kalkhoudende leemlagen stroomde vanaf de hogere ruggen en uittrad in tijdelijk afvoerloze laagten, ondiepe slenken en het naastgelegen beekdal (Broekloop). Plaatselijk kwam in deze laaggelegen delen ook water vanuit het eerste watervoerende pakket aan maaiveld.

De voorgaande inzichten geven aanwijzingen voor hypothesen hoe het landschap er oorspronkelijk uit zag. De aanwezigheid van veen in enkele laagtes geeft aan dat de grondwaterstanden hier hoog en stabiel (fluctuaties <30-50 cm) waren, met een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) langdurig tot boven maaiveld. Waarschijnlijk ging het om veenvorming vanuit een Elzenbroek met grote zeggen. De tijdelijk afvoerloze laagten hadden waarschijnlijk een kwelzijde en wegzijgzijde, waardoor er sprake was van enige doorstroming met basenrijk grondwater. Aan de kwelzijde van deze laagten waren de standplaatscondities het meest basenrijk en konden Vogelkers-essenbossen gevonden worden. Op de flanken waar periodiek basenrijk water in de wortelzone aanwezig was, kwamen Eiken-haagbeukenbossen voor. De hoogste delen waren droger, daar ontwikkelden zich zuurdere podzolbodems, omdat het grondwater onder de wortelzone bleef. Op die locaties kwamen Beuken-eikenbossen met hult voor.

2.2.5 Drukfactoren

De belangrijkste sleutelfactoren die verantwoordelijk zijn voor het voorkomen van de beoogde habitattypen zijn vochtvoorziening en basenrijkdom. Ook nutriëntenbeschikbaarheid en de hoeveelheid licht op de bosbodem zijn sleutelfactoren voor het voorkomen van kenmerkende bosflora. Sterke veranderingen in deze factoren zorgen tegenwoordig voor het optreden van drukfactoren. Verdroging, verzuring, vermesting, verstoring en klimaatverandering zijn de belangrijkste drukfactoren die ervoor zorgen dat het areaal en de kwaliteit van de habitattypen onder druk staan.

Verdroging is een gevolg van de drainerende werking van de aangelegde (diepe) waterlopen in het bos en haar omgeving en wateronttrekkingen. Hierdoor is er sprake van een verminderde toestroom van grondwater en versnelde afvoer van water uit het bos. Hierdoor is de GHG in veel van de lage delen van het bosgebied verlaagd tot onder maaiveld en treedt basenrijk grondwater nog alleen in de watergangen uit, waardoor het snel afgevoerd wordt. Ondanks de recent uitgevoerde (interne) maatregelen zakt de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) (te) diep uit voor de aanwezige habitattypen, met uitzondering van enkele lage delen in het bosgebied. Samen met de beperkte aanvoer van basenrijk grondwater is de te lage GLG tegenwoordig het grootste hydrologische knelpunt voor de grondwaterafhankelijke vegetaties (Coenen, 2023; Visser, 2024).

Verdroging leidt ook tot *verzuring* door een verminderde aanvoer van basenrijk grondwater in de wortelzone en door pyrietoxidatie in de bodem. Ook heeft vooral in de periode met hoge

zwaveldepositie een sterke verzuring van de bosbodem plaatsgevonden. Stikstofdepositie en de ophoping van zuur strooisel van bomen zoals beuken, eiken en naaldbomen in het droger gemaakte bos, versterken de verzuring van de bodem. Dit is zorgelijk aangezien de kalkvoorraad van de bodem beperkt is. Nader onderzoek (in een LESA) moet echter nog uitwijzen wat de herkomst is van de basenrijkdom van het grondwater (lokale kalkrijke en/of basenrijke bodemlagen versus toestroom van dieper grondwater). Deze LESA moet ook nader inzicht geven in de samenhang van de verschillende grondwatersystemen en daarmee waar en in hoeverre het lokale grondwater belemmert dat basenrijk dieper grondwater aan maaiveld komt.

Vermesting: Onder natuurlijke omstandigheden komen de aanwezige habitattypen onder relatief nutriëntenarme condities voor. De nutriëntenrijkdom is tegenwoordig echter aanzienlijk verhoogd. Verdroging versnelt de mineralisatie van organisch materiaal en leidt in combinatie met de verzuring ook tot fosfaatmobilisatie uit de oorspronkelijk goed gebufferde leembodems (Brouwer et al., 2022). Verder wordt de vermisting versterkt door stikstofdepositie. Het teveel aan stikstof wordt in de bosbodem deels omgezet in nitraat dat uitspoelt naar het grondwater. Daar zorgt het voor neerslag van ijzer, voor verzuring en voor mobilisatie van zwavel. Het is hiermee zeer waarschijnlijk dat verslechtering van de grondwaterkwaliteit een belangrijke drukfactor is voor de grondwater afhankelijke habitattypen.

Naast grondwater wordt de water- en bodemkwaliteit van de Vochtige alluviale bossen ook beïnvloed door overstroming van waterlopen. In het noordoosten voldoet de Broekloop niet aan KRW-doelen, maar de aard en omvang van deze invloed op het systeem zijn onbekend.

Als gevolg van vermisting is er sprake van verruiging van de vegetatie en verdwijnen stikstofgevoelige mossen en paddenstoelen. Verruiging treedt op in combinatie met verdroging, vooral wanneer het kroondak dunner wordt en meer licht de bodem bereikt. Door deze verruiging vermindert de *lichtbeschikbaarheid* voor kenmerkende voorjaarsflora. Deze combinatie van drukfactoren heeft ervoor gezorgd dat de nog aanwezige relictpopulaties van voor het systeem kenmerkende plant- en diersoorten momenteel zeer klein is (Beringen & Dijkhuis, 2024; Moller Pilot, 2024).

Naast de bovengenoemde drukfactoren komt het beperkte oppervlak en het versnipperd voorkomen van kenmerkende soorten ook door de *aanwezigheid van exoten (aanplant), recreatiedruk en klimaatverandering*. Klimaatverandering zorgt voor een grotere dynamiek in waterstanden en brengt daarmee verdrogingsrisico's met zich mee. Daarnaast zorgt het mogelijk ook voor een dynamiek in droogval en inundatie die niet past bij de levenscyclus van kenmerkende ongewervelde dieren.

Al deze drukfactoren hebben gezorgd voor een afname van de grondwaterafhankelijke habitattypen en daarvoor kenmerkende plant- en diersoorten. Ook de natuurlijke successie van droge bossen naar Beuken-eikenbos met hulst en de kwaliteit van dit habitatype wordt echter door deze drukfactoren beïnvloed. De huidige stikstofdepositie (verantwoordelijk voor verzuring en vermisting) en klimaatverandering zullen het voor dit habitatype steeds lastiger maken om

zich te handhaven. Hierdoor zullen kenmerkende soorten niet volledig tot ontwikkeling komen, waardoor zich rompgemeenschappen dreigen te ontwikkelen.

Onder invloed van menselijk handelen is het areaal en de kwaliteit van de vochtige bossen dus afgenomen en is het areaal van vegetatietypen die afhankelijk zijn van vochtige, basenrijke condities steeds meer opgeschoven richting de laagste delen van het bosgebied en randen van watergangen. Tabel 2 vat de belangrijkste drukfactoren samen.

Tabel 2: Overzicht van de belangrijkste drukfactoren volgens Mathijssen en Jongbloed (2024). Voor de tussenhaakjes geplaatste habitattypen is deze factor van secundair belang (DLG, 2016).

Drukfactor	Oorzaak	Proces	Habitattypen
Verdroging	Aanleg intensieve ontwatering (sloten en rabatten), wateronttrekkingen	Grondwaterstandsverlaging (met name GLG)	H91E0_C, H9160_A, (H9120)
Dynamiek grondwater	Aanleg intensieve ontwatering (sloten en rabatten), wateronttrekkingen	Kweldrukvermindering in laagten, slenken en beekdal (vermindering aanvoer basenrijk grondwater)	H91E0_C, H9160_A, (H9120)
Verzuring	Stikstof- en zwaveldepositie, verdroging (verminderde aanvoer basenrijk grondwater en pyrietoxidatie), aanplant boomsoorten met verzurend strooisel	Verlaging pH en buffering bodem en water	H91E0_C, H9160_A, H9120
Vermesting	Stikstofdepositie, verdroging (verhoogde mineralisatie en fosfaatmobilisatie)	Verhoogde beschikbaarheid van stikstof en fosfaat, dit beïnvloedt vegetatiestructuur & lichtbeschikbaarheid	H91E0_C, H9160_A, H9120

2.3 Herstel doelstellingen en herstel aanpak

Provincie Noord-Brabant en Staatsbosbeheer stellen voor het Ulvenhoutse bos het belang van drie gezonde habitattypen voorop. Deze habitattypen kunnen alleen duurzaam aanwezig zijn als de bovengenoemde drukfactoren aangepakt worden. Draaiknoppen voor systeemherstel zijn gericht op het aanpakken van de eerder besproken knelpunten:

- Het verhogen van de GLG tot 50 - 60 cm-mv in laagten;
- Het verhogen van de GHG met als doel 1) de opbolling van het lokale grondwater-systeem in de dekzandruggen te vergroten en 2) de duur van de hogere grondwaterstanden in laagten te verlengen om de invloed van basenrijk water op de flanken over een groter gebied te bevorderen;
- Reduceren van de stikstofdepositie, waardoor vermesting en verzuring in de droge bosbodems afneemt, uitspoeling van nitraat naar het grondwater afneemt en de buffercapaciteit en de kwaliteit van het grondwater verbetert;
- Bosomvorming.

Door hydrologisch herstel zullen de natuurlijke basen- en vochtgradiënten tussen het beekdal, de afvoerlose laagten, de flanken en de hogere zandruggen hersteld worden. Op de hogere plekken zijgt dan voldoende en schoon water in dat op de lagere plekken uit kan treden. Er is daardoor weer plaats voor een goed kwalificerende vegetatiezonering van Elzenbroekbos met grote zeggen (Moeraszegge), Elzenbroekbos met mesotrofe soorten, Vogelkers-essenbos,

Eiken-haagbeukenbos (basenrijke en basenarme subtypen) en Eiken-beukenbossen met hultst. De nieuwe (aanvullende) LESA moet de potentie voor de habitattypen binnen het gebied nader in beeld brengen vanuit systeembegrip.

Op basis van eerdere verkennende studies is al een aantal maatregelen genomen om aan deze draaiknoppen voor hydrologisch systeemherstel te draaien. In 2007 zijn de eerste hydrologische herstelmaatregelen genomen die voor een verhoging van de GHG hebben gezorgd. Het ging toen om het plaatsen van een stuw in de Huisdreefloop, waardoor het waterpeil daar geleidelijk is opgezet (bijlage 8-1, Figuur 15). Tussen 2017 en 2019 zijn meer stuwen geplaatst, greppels verondiept, gedempt of afgedamd en is de stuw bij de Huisdreefloop verhoogd (bijlage 8-1, Figuur 16, Figuur 17, Figuur 18). Ook is er een kwelscherm aangelegd tussen het Ulvenhoutse bos en Ulvenhout in het zuidwesten en is de overstort vanuit Ulvenhout niet meer op het bos aangesloten. Daarnaast is recent (2019-2023) de GLG verhoogd door de regionale drainagebasis te verhogen ten (zuid)oosten van het gebied. Dit is gebeurd door het verhogen van de beekbodem en het peil van de Broekloop en peilopzet in het Sint Annabos (bijlage 8-1, Figuur 19).

De maatregelen van 2019-2023 zijn mogelijk echter niet voldoende om aan de Natura 2000-doelstellingen te gaan voldoen (Aerts et al., 2023). Een combinatie van maatregelen die voor voldoende hydrologisch herstel kan zorgen zal grotendeels buiten het gebied genomen moeten worden. Een potentieel pakket aan maatregelen bestaat onder meer uit: verminderen van drinkwaterwinningen, opheffen onderbemalingen, peilen verhogen, waterlopen omleggen/verondiepen en opheffen van wateronttrekkingen in de omgeving ten behoeve van beregening (Visser, 2024). De aanvullende LESA moet nader invulling geven aan de herstelstrategie. Daarbij moet het voorzichtigheidsprincipe niet uit het oog verloren worden om te voorkomen dat relicten van kenmerkende soorten, zoals Witte rapunzel en Knikkend nagelkruid en in het systeem thuishorende fauna, niet verloren raken door te snelle vernatting en/of te grote dynamiek (Moller Pilot, 2024). Deze risico's spelen vooral rondom maatregelen die de GHG verder ophogen, zoals het extra dempen van sloten en rabatten in het gebied. Dat moet dus zoveel mogelijk geleidelijk -of stapsgewijs, gefaseerd in de ruimte binnen het bosgebied- gebeuren. Op die manier kunnen soorten die niet bestand zijn tegen inundatie zich handhaven in het gebied door zich omhoog op de gradiënt te verplaatsen. Daarbij is het beperkte voorkomen en de snelheid waarmee bosflora zich kan uitbreiden wel een beperkende factor. Wat dit betreft zijn ook de lanen en paden in het gebied een aandachtspunt. Een deel van de kenmerkende soorten komt voornamelijk nog op die locaties voor, onder meer doordat zich hier minder strooisel ophoopt. Veel watergangen liggen langs de paden, en vernatting heeft daar dan het grootste effect. Oude laanbomen kunnen dan achteruitgaan in conditie en afsterven, waardoor onder meer verruiging en verdwijnen van bijzondere mycorrhiza-paddenstoelen kan optreden.

Naast hydrologische maatregelen kan bosomvorming van naaldbos naar loofbos ook bijdragen aan het versterken van het lokale grondwatersysteem door vermindering van interceptie en verdamping waardoor meer water kan infiltreren. Verwijdering van exoten kan ingezet worden om licht en ruimte te maken voor habitattypen om op de hoogte- en vochtgradiënt omhoog te

verschuiven, volgend op hydrologische herstelmaatregelen. Ook is het belangrijk het bosbeheer te richten op het bevorderen van de nog aanwezige typische soorten en verdrukking door concurrentiekrachtige soorten te verminderen. Daarbij zijn wat betreft het lichtklimaat de bedekking, structuur en soortsamenstelling van de struik- en boomlagen belangrijke aandachtspunten. Veel typische soorten zijn voorjaarsbloeiers, maar met name in de zomer mag er niet te veel licht op de bodem komen om dominantie van concurrentiekrachtige ruigtesoorten te voorkomen. Verder kan het inbrengen van soorten met rijker strooisel op langere termijn gaan bijdragen aan het herstel van de basenrijkdom van de bodem. Dit is niet zonder risico's; het kan bestaande verruiging bevorderen en het is nadelig voor mycorrhizapaddenstoelen, omdat de meeste rijk strooisel soorten geen ectomycorrhiza vormen.

2.4 Verwachte effecten

Onderstaande tabel geeft een overzicht weer van de te verwachte effecten van uitgevoerde en potentiële maatregelen om de invloed van de drukfactoren te verminderen (Tabel 3).

Tabel 3: Overzicht van de maatregelen om de drukfactoren aan te pakken en de verwachte effecten op de belangrijkste sturende processen.

Drukfactor	Maatregel	Verwachting / doel
Verdroging	Stuw plaatsen in gebied en peilen opzetten	Verhogen GHG en aanvoer basenrijk grondwater
Verdroging	Interne sloten en rabatten dempen/verondiepen in lagere en hogere delen	Verhogen GHG en aanvoer basenrijk grondwater
Verdroging	Kwelscherm & infiltratiebekken	Verhogen grondwaterstanden
Verdroging	Verhogen beekbodem en peilopzet (ook ten zuiden van het gebied)	GLG verhogen (hogere regionale drainagebasis) en aanvoer basenrijk grondwater
Verdroging	Bosomvorming naar loofbos (verwijderen exoten)	Verhogen grondwaterstanden
Verzuring	Mozaïekvorming, doorplanten met rijkerstrooisel soorten (verwijderen exoten)	Herstel basenrijkdom bodem
Vermesting en verzuring	Verminderen stikstofdepositie	Afname voedselrijkdom en zuurgraad

3 Monitoringsstrategie en opzet meetnet

3.1 Meetvragen en indicatoren

3.1.1 Toestand en trend van systeemherstel

De belangrijke hydrologische processen voor systeemherstel in het Ulvenhoutse bos zijn:

1. Infiltratie van neerslag, die het lokale, ondiepe grondwatersysteem voedt;
2. Opbolling van water in de hogere delen;
3. Aanrijking van dit water met basen gedurende de stroming door de bodem/ondergrond;
4. Uittreden van met basen aangerijkt lokaal grondwater in laagtes;
5. Toestroming van schoon dieper grondwater (kwel);
6. In beperkte, maar voor drogere bostypen wel voldoende, mate uitzakken van de grondwaterstand (relatie met voorkomen van de diverse habitat/vegetatietypen op de hoogte/vochtgradiënt).

Bij de bovenstaande zes factoren (sturende processen) moet opgemerkt worden dat nader onderzoek (nieuwe LESA) nog moet uitwijzen of de herkomst van de basenrijkdom van het grondwater in het bosgebied voortkomt uit lokale kalkrijke en/of basenrijke bodemlagen (waarvan de kalkvoorraad mogelijk significant afneemt), dan wel uit de toestroming van dieper basenrijk grondwater. Deze LESA moet ook nader inzicht geven in de samenhang van de verschillende grondwatersystemen en daarmee waar en in hoeverre lokaal, basenarmer grondwater belemmert dat er basenrijk dieper grondwater aan maaiveld komt.

Bovengenoemde zes hydrologische processen leiden tot de volgende bodem- en waterchemische condities die bepalend zijn voor systeemherstel:

7. Mate van buffering van de toplaag van de minerale bodem (pH, basenverzadiging, Al/Ca ratio) door balans tussen uitspoeling, aanrijking en verwerking;
8. Beschikbaarheid van met name nitraat en fosfaat in zowel de toplaag van de minerale bodem, als in de humuslaag door afbraakprocessen;
9. Samenstelling van grondwater dat de bovenste decimeters van de bosbodem kan bereiken, met name wat betreft buffering (bicarbonaat, calcium, magnesium), ijzer en nutriënten (fosfaat, ammonium, nitraat);
10. Samenstelling van grondwater in diepere lagen, met name het ijzergehalte, de buffering en de belasting met sulfaat en nitraat.

Door stikstofdepositie - in combinatie met verdroging en verzuring- treedt verruiging van de vegetatie op. Bekend is dat stikstofgevoelige mossen en paddenstoelen als eerste verdwijnen.

De ruige vegetatie vermindert ook de lichtbeschikbaarheid voor kenmerkende voorjaarsflora, waardoor deze nog slechts met kleine kwetsbare (relict)populaties aanwezig zijn. De flora en vegetatie worden gemonitord en er is in het Ulvenhoutse bos over de afgelopen jaren een meetreeks opgebouwd, waarmee veranderingen kunnen worden vastgesteld en de effecten van maatregelen kunnen worden geëvalueerd.

Voor de bovengenoemde condities en processen in relatie tot de toestand en trend van systeemherstel zijn de volgende meetvragen aan de orde:

- a. Hoe gebufferd/basenrijk is het grondwater dat uittreedt in de laagtes, slenken en beekdalen en hoe lang is de periode waarover dit uittreedt?
- b. Hoelang bereikt de grondwaterstand de wortelzone op de flanken en in de laagtes in het natte seizoen (GHG)?
- c. Hoe groot is de opbolling van het lokale grondwater op de ruggen in het natte seizoen?
- d. Hoeveel zakt de grondwaterstand in het droge seizoen weg op de gradiënt van hoog naar laag?
- e. In hoeverre verandert de pH en basenconcentratie/verzadiging van de bodem en het grondwater?
- f. In hoeverre verandert de vervuiling (concentratie) van zwavel en nutriënten in de bodem en het grond- en oppervlaktewater?

Om deze meetvragen over het systeemherstel te kunnen beantwoorden te monitoren, worden de volgende indicatoren en meetmethoden voorgesteld:

- I. Waterstanden in peilbuizen op de gradiënt van laag naar hoog in ondiepe en diepere grondlagen;
- II. Zuurgraad en concentraties van nutriënten, zwavel en basen van de bodem (bodemmonsters in minerale toplaag en humuslaag) en van het ondiepe, lokale en het diepere grondwater (uit peilbuizen en porievocht) en van het oppervlaktewater op de gradiënt;
- III. Kartering van paddenstoelen in een PQ-netwerk gekoppeld aan de abiotische meetpunten als snel reagerende indicatieve groep die inzicht geeft in standplaatscondities;
- IV. Vlakdekkende kartering van indicatorsoorten (flora) die indicatief zijn voor bovenstaande abiotische condities om naast de puntlocaties een ruimtelijk inzicht te krijgen in veranderingen in abiotische condities.

De uitwerking van de meetmethoden staat in hoofdstuk 4. Bij de beantwoording van de meetvragen en de evaluatie van de effecten van herstelmaatregelen is het - naast het gebruik van meetlatten of referentiewaarden - belangrijk om goed inzicht te hebben in de locatie specifieke vegetatie- en habitattypen die bij het systeem van het Ulvenhoutse bos passende potenties voor standplaatscondities, Zoals eerder genoemd, vergt dit o.a. een goede LESA en vervolgschikkingen voor de mate, snelheid en ruimtelijke schaal waarop ontwatering ongedaan kan worden gemaakt.

3.1.2 Toestand en trend van standplaatscondities

Het volgen van de toestand en trend van de habitattypen vraagt om nadere concretisering van meetvragen per habitatype. In onderstaande tabel zijn deze weergegeven (Tabel 4). Hoewel de beoordeling van de resultaten niet in dit monitoringplan hoort, is het nuttig om bij het opzetten van het meetplan wel zicht te hebben op mogelijke maatlaten voor standplaatsen. Deze worden in hoofdstuk 5 besproken.

Tabel 4: Meetvragen per habitatype om de toestand en de trend van de standplaatscondities van de aangewezen habitattypen te kunnen evalueren.

Habitatype	Meetvraag 1	Meetvraag 2	Meetvraag 3
Vochtige alluviale bossen	Voldoen de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en de GLG aan de standplaatsen van Vochtige alluviale bossen?	Voldoet de pH en basenvoorziening aan de standplaatsen van Vochtige alluviale bossen?	Voldoet de nutriëntenrijkdom aan de standplaatsen van Vochtige alluviale bossen?
Eiken-haagbeukenbossen	Voldoen de GVG en de GLG aan de standplaatsen van Eiken-haagbeukenbossen?	Voldoet de pH en basenvoorziening aan de standplaatsen van Eikenhaagbeukenbossen?	Voldoet de nutriëntenrijkdom aan de standplaatsen van Eikenhaagbeukenbossen?
Beuken-eikenbossen met hulst	Voldoet de GVG aan de standplaatsen van Beuken-eikenbossen met hulst?	Voldoet de pH en basenvoorziening aan de standplaatsen van Beuken-eikenbossen met hulst?	Voldoet de nutriëntenrijkdom aan de standplaatsen van Beuken-eikenbossen met hulst?

De monitoring en evaluatie van ontwikkelingen van de in de voorgaande paragraaf benoemde indicatoren zijn ook relevant om de toestand en trend van de belangrijkste standplaatscondities van de drie aangewezen habitattypen in het Ulvenhoutse bos te monitoren.

Veranderingen/verschuivingen in het voorkomen van indicatorsoorten dienen vlakdekkend te worden gevolgd in aanvulling op de abiotische standplaatscondities om de toestand per habitatype en voor het totale gebied goed te kunnen beoordelen.

Standplaatscondities worden gemonitord verspreid over alle laagtes met Vochtige alluviale bossen. Het huidige areaal met Eiken-haagbeukenbos is zeer klein. Vandaar dat er voor dit habitatype ook enkele locaties gemonitord worden waar het potentieel tot ontwikkeling kan komen. Beuken-eikenbossen met hulst komen in het hele gebied voor op de hogere delen. Een aantal goed ontwikkelde locaties worden gemonitord, net als enkele hoger gelegen locaties waar dit habitatype zich zou kunnen ontwikkelen na bosomvorming.

Voor de vochtige habitattypen zal de zuurgraad, zwavelconcentratie, nutriënten- en basenrijkdom van de wortelzone bepaald worden door het porievocht te analyseren en voor de droge Beuken-eikenbossen met hulst met behulp van bodemonsters (zie voor verdere uitleg hiervan H4).

3.1.3 Relevante drukfactoren in het monitoringsplan

De relevante systeemgerelateerde drukfactoren zijn besproken in paragraaf 2.2.5 en bijbehorende indicatoren zijn benoemd onder hoofdvraag 1 in paragraaf 3.1.1. Samengevat gaat

het om: onvoldoende aanvoer van basenrijk grondwater, slechte waterkwaliteit, verdroging, verzuring en vermesting. De indicatoren die gemeten moeten worden om de invloed van de systeemgerelateerde drukfactoren te monitoren, worden dus al gemeten om hoofdvraag 1 te beantwoorden.

3.2 Meetopzet

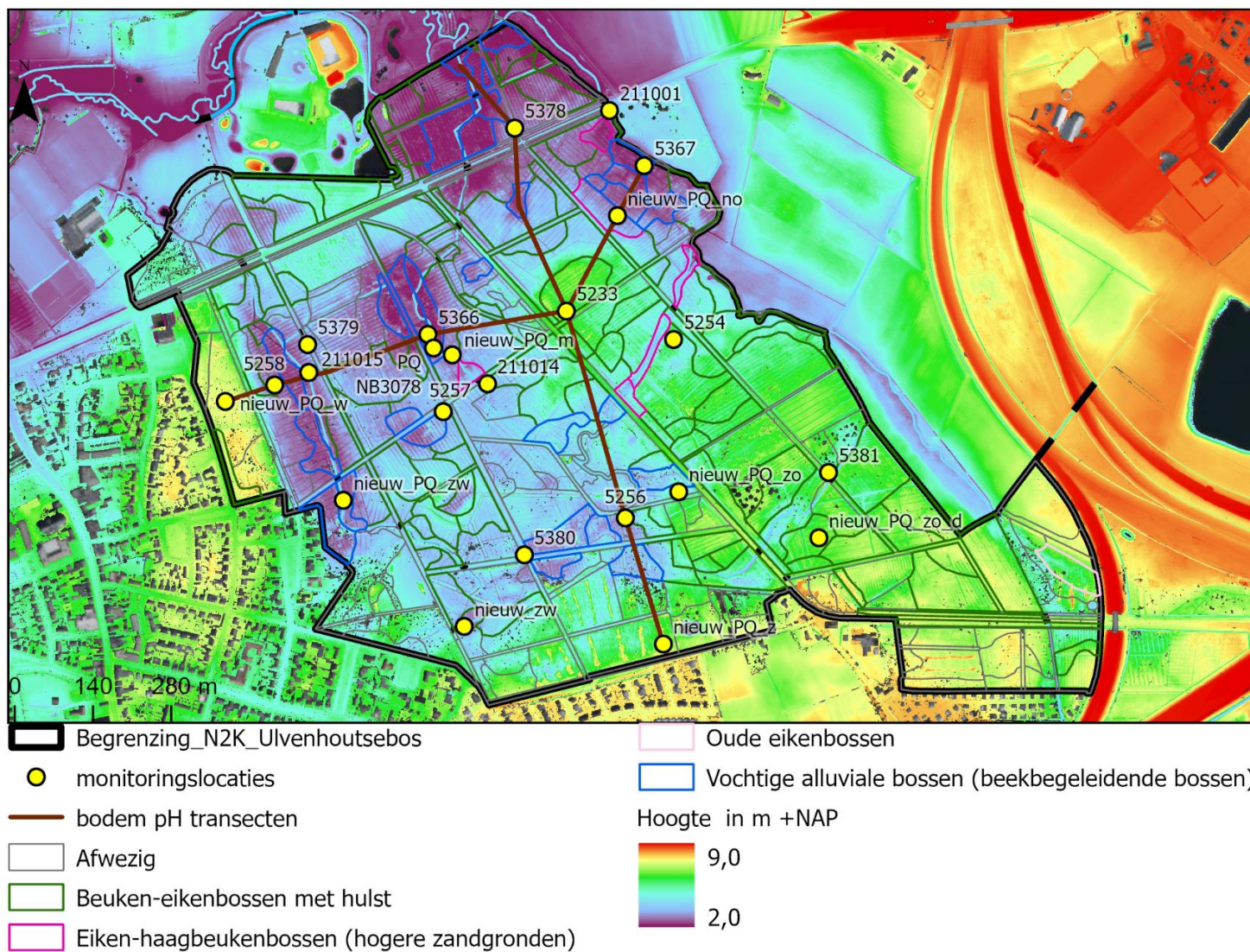
Op basis van de drie hoofdvragen en de hierboven geformuleerde meetvragen en benoemde indicatoren is één meetnet ontworpen. Meetpunten zijn zo gekozen dat ze op meerdere plekken in het gebied over de hele gradiënt - van hoog en droog naar laag en nat - informatie geven over de waterstand en de kwaliteit van bodem en grondwater en op enkele strategisch gekozen punten ook van de oppervlaktewaterkwaliteit. Door aanvullend indicatorsoorten te karteren wordt lokaal nog meer grip gekregen op de bodemkwaliteit (paddenstoelen in PQ's bij meetpunten) en kunnen resultaten uit de afzonderlijke meetpunten in een ruimtelijke context worden geplaatst (vlakdekkende kartering indicatieve plantensoorten).

De opzet van dit meetnet is per meetvraag samengevat in Tabel 5. Alle meetlocaties zijn weergegeven in

. Daarnaast zijn de meetlocaties per indicator beschreven in hoofdstuk 4 en per hoofdvraag weergegeven in bijlage 8-3, bijlage 8-4 en bijlage 8-5. In hoofdstuk 4 wordt ook de keuze voor de meetlocaties nader onderbouwd. Details van alle meetlocaties zijn in bijlage 8-6 opgenomen als Tabel 21 en Tabel 22 geeft de filterdieptes en start van grondwatermeetreeksen weer. Bij het selecteren van de meetlocaties is zo veel mogelijk aangesloten op bestaande meetnetten. Het bijschrift "nieuw" in Tabel 5 duidt aan dat het om nieuwe meetlocaties of metingen gaat, waar deze toevoeging ontbreekt, betreft het voortzetting van meetlocaties van bestaande monitoring. Op geen enkele locatie wordt nu porievocht en bodemchemie gemeten, dus die metingen zijn overal nieuw.

Tabel 5: Overzicht van de gebruikte indicatoren en meetlocaties per hoofdvraag. Details van alle meetlocaties zijn opgenomen in Tabel 23. GW= grondwater, PW=poriewater, OW=oppervlaktewater, PQ=permanent kwadrant waarin bodemchemie, paddenstoelen en flora gemonitord worden.

Hoofdvraag	Deelvraag	Indicator	Meetlocaties
1. Wat is de toestand en de trend van systeemherstel voor het gebied?		Grondwaterregime	5233, 5256, 5258, 5366, 5367, 5378, 5379, 5380, 5381
		Waterkwaliteit	GW: nieuw_5256, 5258, nieuw_5366, 5367, 5378, 5379, 5380, 5381; nieuw_PW: 5256, 5258, 5366, 5367, 5378
		Bodemchemie	pH-transect oost-west, pH-transect noord-zuid, nieuw_PQ_w, nieuw_5233, nieuw_PQ_no, nieuw_PQ_z, nieuw_PQ_zo
		Flora + Paddenstoelen	indicatorsoorten in vlakken, nieuw_PQ_w, nieuw_PQ_no, nieuw_PQ_z, nieuw_PQ_zo
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?	H91E0C	Grondwaterregime	5256, 5257, 5258, 5366, 5367
		Waterkwaliteit	GW: nieuw_5256, 5257, 5258, nieuw_5366, 5367; nieuw_PW: 5256, 5258, 5366, 5367, nieuw_PQ_zw; OW: 211001, 211014, 211015, nieuw_w_zw
		Flora + Paddenstoelen	indicatorsoorten in vlakken, PQ NB3078, nieuw_PQ_zw
	H9160A	Grondwaterregime	5258
		Waterkwaliteit	GW: 5258, nieuw_PW: 5258, OW: 211014
		Bodemchemie	nieuw_PQ_no, nieuw_PQ_zo
		Flora + Paddenstoelen	indicatorsoorten in vlakken, nieuw_PQ_m, nieuw_PQ_no, nieuw_PQ_zo
	H9120	Grondwaterregime	5233, 5254
		Bodemchemie	nieuw_PQ_w, nieuw_5233, nieuw_5254, nieuw_PQ_z, nieuw_PQ_zo_d
		Flora + Paddenstoelen	indicatorsoorten in vlakken, nieuw_PQ_w, nieuw_5233, nieuw_5254, nieuw_PQ_z, nieuw_PQ_zo_d
3. Zijn de effecten van alle relevante drukfactoren die voor het gebied zijn vastgesteld in het monitoringsplan gedekt?	Onvoldoende aanvoer basenrijk grondwater	Waterkwaliteit	GW: nieuw_5256, 5258, nieuw_5366, 5367_1, 5378_1, nieuw_5379_1; nieuw_PW: 5256, 5258, 5366, 5367, 5378
		Bodemchemie	pH-transect oost-west, pH-transect noord-zuid
	Slechte waterkwaliteit	Waterkwaliteit	GW: nieuw_5256, 5257, 5258, nieuw_5366, 5367_1, 5378_1, nieuw_5379_1, 5380_1, 5381_1; OW: 211014, 211015, nieuw_zw
	Verdroging	Grondwaterregime	5256, 5258_1, 5366, 5367_1, 5378_1, 5379_1
	Verzuring & vermesting	Waterkwaliteit	GW: nieuw_5256, 5257, 5258, nieuw_5366, 5367_1, 5378_1, nieuw_5379_1, 5380_1, 5381_1; OW: 211014, 211015, nieuw_zw, nieuw_PW: 5256, 5258, 5366, 5367, 5378, nieuw_PQ_zw
		Bodemchemie	pH-transect oost-west, pH-transect noord-zuid, nieuw_PQ_w, nieuw_5233, nieuw_PQ_no, nieuw_PQ_z, nieuw_PQ_zo, nieuw_PQ_m, nieuw_PQ_zo_d
		Flora + Paddenstoelen	indicatorsoorten in vlakken, PQ NB3078, nieuw_5233, nieuw_PQ_zw, nieuw_PQ_m, nieuw_PQ_no, nieuw_PQ_zo, nieuw_PQ_z, nieuw_PQ_zo_d



Figuur 6: Opzet van het monitoringsplan omgevingscondities met ligging van alle meetpunten en transecten in het Ulvenhoutse bos.

4 Meetmethoden

In dit hoofdstuk worden de gebruikte meetmethoden en monitoringslocaties beschreven.

4.1 Grondwaterregime

Het grondwaterregime is een belangrijke indicator om te bepalen of de hydrologische herstelmaatregelen zorgen voor verhoging van de freatische GLG, duur van de freatische GHG en aanvoer van voldoende kwelwater. Het grondwaterregime wordt gemeten met peilbuizen. Deze peilbuizen zijn voorzien van een automatische drukopnemer (diver), waarmee minimaal twee keer per etmaal de grondwaterstand jaarrond gemeten wordt. Deze meetfrequentie komt overeen met de meetfrequentie van de neerslag- en verdampingsmetingen door het KNMI. Dit waarborgt dat de data in de toetsingsfase gemodelleerd kan worden om meetreeksen te extrapoleren.

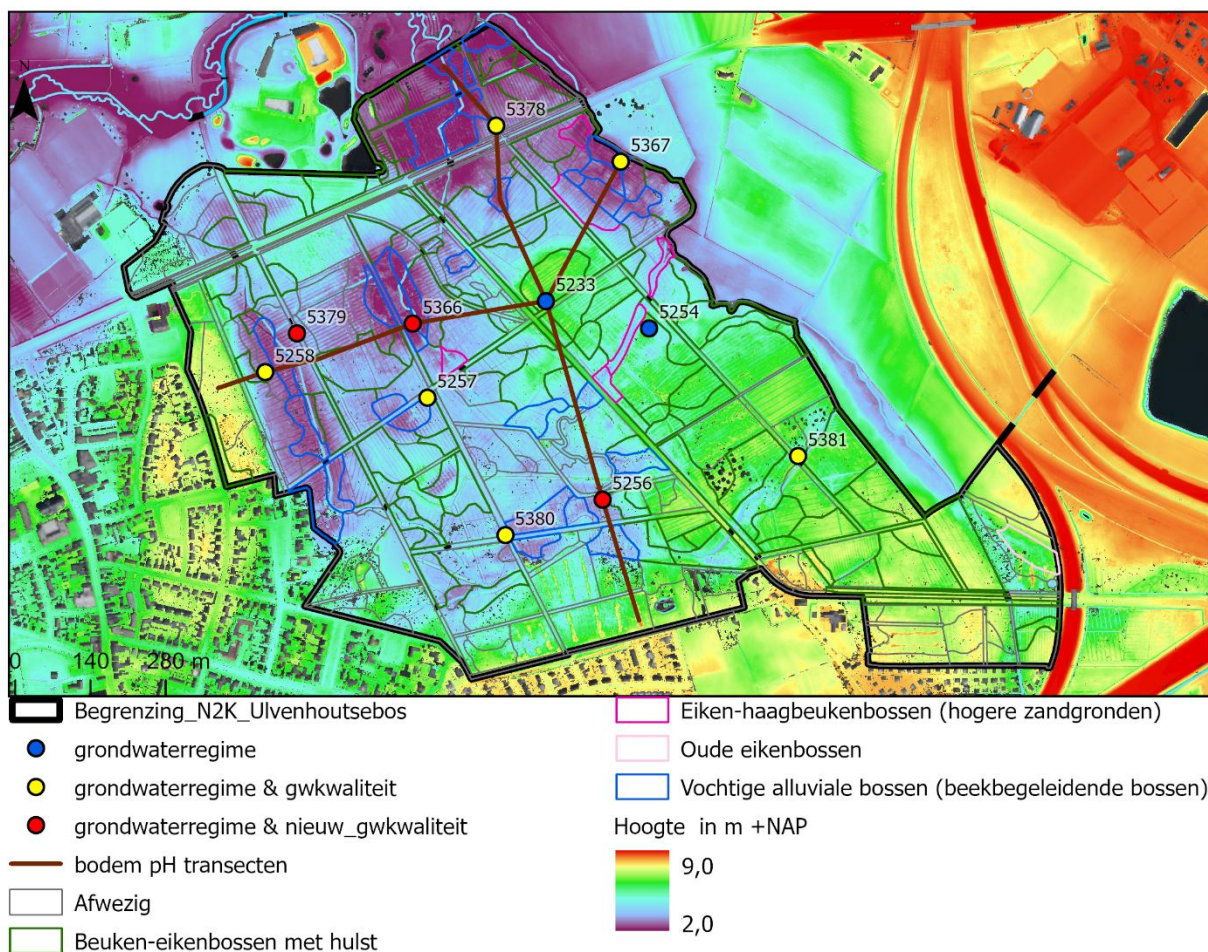
Voor de peilopname, wijze van inlezen, compensatie en validatie van de meetgegevens wordt verwezen naar het Handboek meten van grondwaterstanden in peilbuizen (Bouma et al., 2012). Luchtdrukcompensatie van automatische divers is noodzakelijk, omdat de divers de combinatie van water- en luchtdruk meten. Voor datakwaliteitscontrole wordt verwezen naar de Landelijke Werkgroep Grondwater, 2018 (v2.0). Deze protocollen worden ook aangehouden in het Beleidsmeetnet Verdroging.

De divers worden minimaal vier keer per jaar uitgelezen om te voorkomen dat er grote gaten in de meetreeksen ontstaan als een datalogger kapotgaat. Tevens worden er dan handmetingen uitgevoerd van de grondwaterstand en luchtdruk voor validatie van de gemeten peilen en luchtdrukcompensatie.

De locaties van de peilbuizen staan in Figuur 7. De huidige peilbuizen geven een goede spreiding om het systeem en de standplaatscondities te monitoren. Het is dus niet noodzakelijk nieuwe peilbuizen te plaatsen. De keuze van de peilbuizen is gebaseerd op de volgende criteria:

- Voldoende dekking van de gradiënten
- Aansluiten op langdurige meetreeksen
- Aanwezigheid van filters op verschillende diepten om een idee te krijgen van kwel en wegzijging

Een groot aantal van deze peilbuizen staat op een oost-west of een noord-zuid transect. Op deze transecten worden ook andere indicatoren gemeten, waardoor de resultaten van de verschillende indicatoren in een later stadium integraal beoordeeld kunnen worden.



Figuur 7: Meetlocaties peilbuizen voor grondwaterregime en grondwaterkwaliteit.

De details van de peilbuizen staan in Tabel 24. De meeste peilbuizen hebben één ondiep filter in het freatische pakket. Sommige van die filters staan wel rondom/gedeeltelijk in (dunne) leemlagen. Enkele andere peilbuizen in laagten hebben twee filters om de kweldruk in beeld te brengen. Ten slotte zijn er verspreid in het gebied vier peilbuizen met vier filters geselecteerd die de samenhang tussen het lokale, ondiepe en diepe systeem in beeld brengen.

4.2 Waterkwaliteit

Waterkwaliteitsmetingen zijn van belang om te toetsen of de herstelmaatregelen bijdragen aan een waterkwaliteit die op die locatie past in het systeem en bij het daar voorkomende habitattypen. Hieronder wordt de standaardprocedure voor waterkwaliteitsmetingen besproken.

4.2.1 Grondwaterkwaliteit

De grondwaterkwaliteit van de verschillende watervoerende pakketten wordt in beeld gebracht om het systeemherstel en standplaatscondities wat betreft grondwaterkwaliteit te monitoren. De belangrijkste parameters die gemeten moeten worden, zijn: pH, HCO₃, CO₂, Ca, NO₃, totaal-P en SO₄. Het meten van een bredere set aan parameters (zoals Mg, Al, Fe en K) maakt het echter mogelijk om de complexe chemische processen die optreden beter te ontrafelen.

De grondwaterkwaliteit wordt bepaald door watermonsters te nemen uit peilbuizen. Om een representatief monster te verkrijgen wordt het water in het filter eerst weggepompt, aangezien dat water door contact met de lucht niet meer de werkelijke grondwaterkwaliteit weerspiegelt. Daarna wordt een vers grondwatermonster verzameld in luchtdichte potjes. Dit wordt voor alle filterdieptes gedaan. Monsters worden gekoeld bewaard. Binnen 48 uur wordt de pH-water, EGV en anorganische koolstof (CO_2 , HCO_3) gemeten bij een gespecialiseerd laboratorium en worden deelmonsters gemaakt en ingevroren voor de overige analyses. Hierbij worden minimaal de overige genoemde parameters bepaald. Een totaalanalyse van P, S, Ca, Mg, Al, Fe, Na, K, Cl, NO_3 , NH_4 , en PO_4 zal vaak echter goedkoper zijn dan het meten van losse parameters. Het is belangrijk dat het laboratorium voldoende lage detectielimieten hanteert (Bijlage 8-7, Tabel 23).

De kans op aanvoer van basenrijk grondwater is het hoogste tijdens de periode met de hoogste grondwaterstand, vandaar dat er eenmaal per jaar, in februari-maart, een monster genomen wordt. Het is zinvol om elk jaar te meten omdat niet in ieder jaar de GHG wordt bereikt. Op basis van die metingen kan inzicht gekregen worden in de aanvoer van basen in relatie tot neerslagpatronen.

De grondwaterkwaliteit wordt met name gemeten op locaties laag in het landschap waar toestroom van basenrijk grondwater verwacht wordt om de ontwikkeling daarvan te volgen (Figuur 7). Daarnaast wordt het op enkele hoger gelegen locaties gemeten voor systeeminzicht (onder meer peilbuis 5381). Op enkele van die locaties was in 2017 een enigszins verzurende trend waargenomen ten opzichte van 2008. Nu wordt gevolgd of die verzuring opgeheven wordt door de daarna genomen maatregelen (peilbuis 5367). In het zuidwesten zijn eerder hoge sulfaatwaardes in het freatische grondwater aangetroffen. Hier wordt een vinger aan de pols gehouden hoe dit zich verder ontwikkelt (5380_1).

Een groot deel van deze locaties kent dus al een meetreeks aan grondwaterkwaliteitsdata en wordt ook nu nog bemonsterd door Waterschap Brabantse Delta. Drie locaties worden daaraan toegevoegd omdat die in stuwvakken liggen die nog niet bemonsterd worden en waar wel (potentie voor) Vochtige alluviale bossen aanwezig zijn. Daarnaast wordt van peilbuizen 5379, 5380 en 5381 ook filter 4 bemonsterd om een vinger aan de pols te houden wat betreft sulfaatrijkdom, ook al zijn er nu geen tekenen dat dit diepe grondwater omhoog komt.

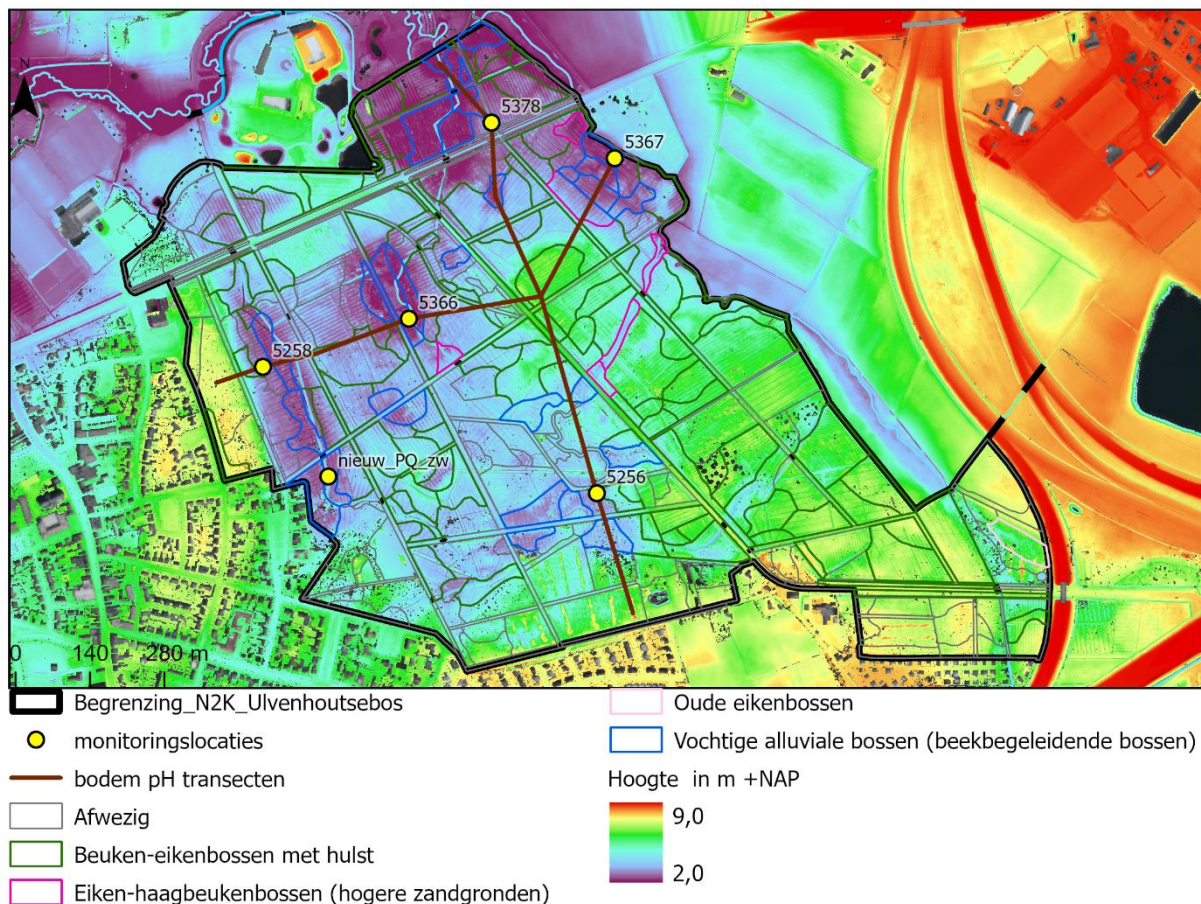
4.2.2 Porievochtkwaliteit

Porievochtmetingen in de wortelzone dragen bij aan het verkrijgen van inzicht in het systeemherstel en herstel van standplaatscondities, namelijk of basenrijk water tot in de wortelzone komt van vochtige en natte standplaatsen. Deze monsters worden genomen op 10-15 cm onder maaiveld op vaste locaties die worden aangegeven met metalen spoelen. Dit is, waar mogelijk, op maximaal 5 m afstand van peilbuizen op een locatie met een vergelijkbare maaiveldhoogte en vegetatie als de desbetreffende peilbuis. Daar waar geen peilbuis aanwezig is, wordt een alternatieve locatie permanent gemarkeerd met metalen spoelen.

Het verzamelen van de monsters vindt plaats door een poreuze cup vacuüm te zuigen met een injectiespuit. De met porievocht gevulde injectiespuit is luchtdicht en wordt gekoeld bewaard

tijdens transport. De analyse van het porievocht komt overeen met die van de grondwatermonsters (4.2.1). Porievochtmonsters worden in het voorjaar genomen, als de grondwaterstand het hoogst is. De natste standplaatsen zullen in deze periode onder water staan; er wordt dan porievocht verzameld uit de geïnundeerde bodems. In extreem natte of droge jaren wordt een tweede keer gemeten aan het eind van de zomer.

Porievochtmonsters worden genomen op locaties laag in het landschap waar chemische analyse van bodemmonsters afgeraden wordt vanwege de grote invloed van oxidatie- en reductieprocessen in de bodem daar. De locaties voor monstername van porievocht zijn over het algemeen gekoppeld aan peilbuizen waar ook grondwaterkwaliteit gemeten wordt zodat die data aan elkaar gekoppeld kan worden (Figuur 8). De meeste locaties liggen daarom op de transecten en dragen bij aan het duiden van trends in pH-profielen (zie 4.3.1). Een uitzondering daarop vormt locatie 'nieuw_PQ_zw', die is toegevoegd omdat dat een locatie is waar belangrijke doelsoorten aanwezig zijn in een wilgen- en populierenopstand, waar ook sprake is van verzuuring. Dit punt heeft in de naam '_PQ', omdat daar ook een vegetatieopname gemaakt zal worden (zie 4.5.2).



Figuur 8: Meetlocaties porievochtkwaliteit.

4.2.3 Oppervlaktewaterkwaliteit

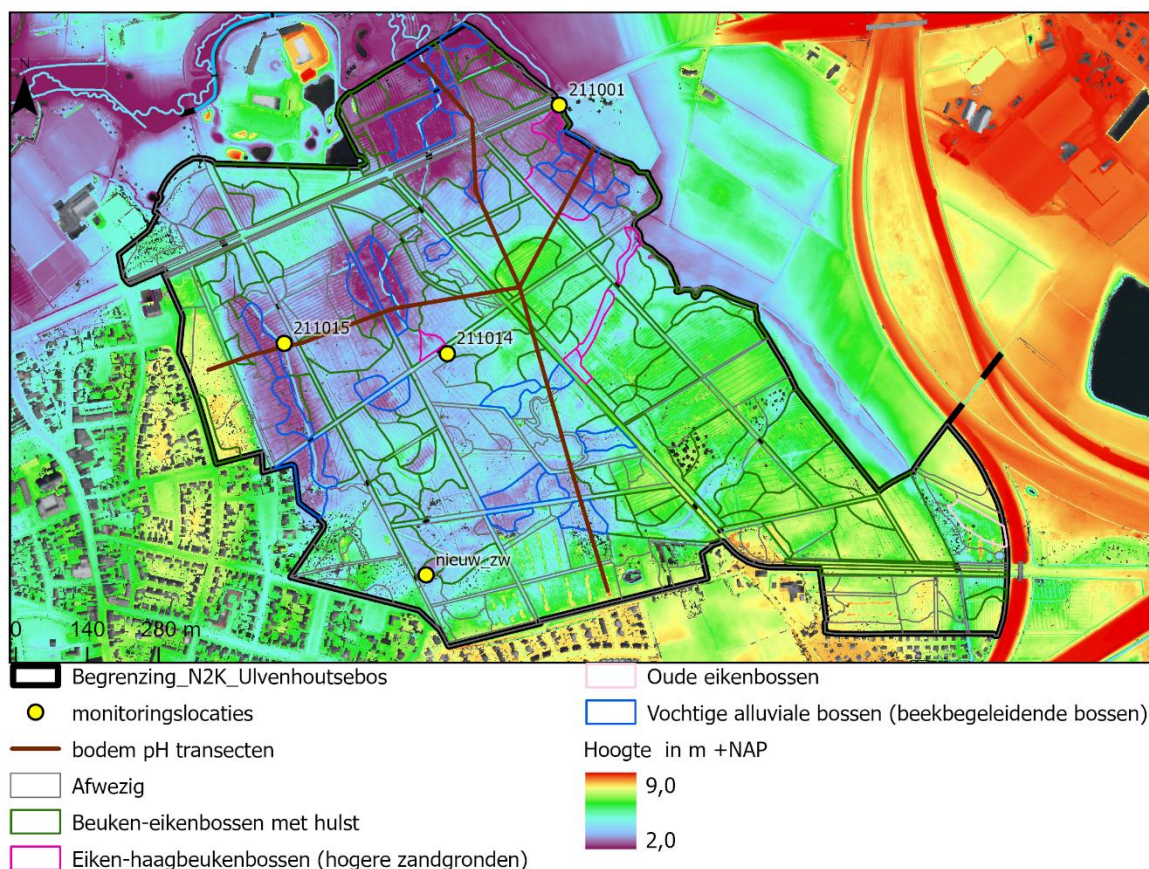
De oppervlaktewaterkwaliteit van enkele watergangen die door de laagtes stromen wordt in beeld gebracht voor de beoordeling van het systeemherstel en de standplaatscondities van

Vochtige alluviale bossen. In Vochtige alluviale bossen is namelijk vaak tijdelijk sprake van overstroming vanuit waterlopen. Daarom is het naast de aanvoer van basen ook relevant om te monitoren of deze standplaatsen beïnvloed worden door aanvoer van nutriënten.

Net als de andere watermonsters wordt het oppervlaktewater een keer per jaar bemonsterd in de natte tijd (februari/maart). Jaarlijks op hetzelfde moment meten is noodzakelijk omdat variatie in neerslag en verdamping voor het meetmoment de gemeten waterkwaliteit beïnvloedt.

Voor het bemonsteren van stilstaand oppervlaktewater is een minimale waterlaag van 10 cm nodig. Het monster wordt op een diepte van 10 cm onder het wateroppervlak genomen en luchtdicht afgesloten. Tijdens het nemen van een monster in stromend water wordt erop gelet dat er geen opgewervelde deeltjes van de waterbodem in het monster terechtkomen. Het bewaren en de analyse van de watermonsters gebeurt zoals beschreven voor grondwaterkwaliteit (4.2.1), met als toevoeging dat aan het oppervlaktewater ook de alkaliniteit wordt gemeten.

De meetlocaties van oppervlaktewaterkwaliteit liggen in de laagten waar habitattypen voorkomen en die gekenmerkt worden door periodieke overstroming (Figuur 9). Er wordt één nieuw punt aangewezen in het zuidwesten om te kunnen volgen of daar een ander type grondwater toestroomt dan benedenstrooms in het noordwesten.



Figuur 9: Meetlocaties oppervlaktewaterkwaliteit.

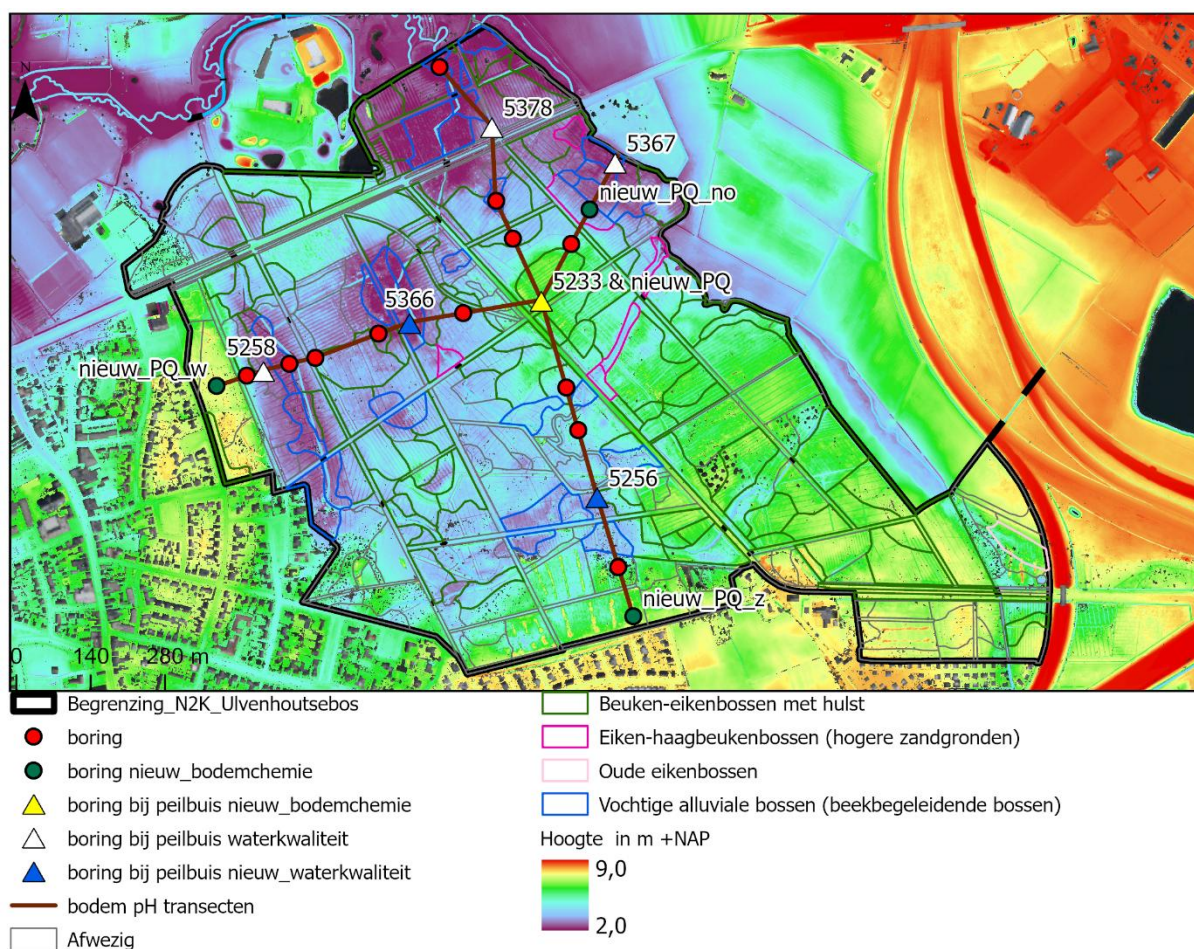
4.3 Bodem

4.3.1 pH-profielen

Het optreden van systeemherstel in de bodemchemie wordt onder andere gevolgd door pH-profielen te maken op transecten die zowel de hogere als lagere delen omvatten. Dat is een relatief eenvoudige en goedkope manier om veranderingen in de basenrijkdom van de bodem te volgen over de hele gradiënt. De verwachting is dat met de toename van grondwaterinvloed de dikte van het zure pakket ($\text{pH} < 4,5$) geleidelijk zal afnemen. Dit zal met name in de lagere meetpunten optreden omdat daar de grootste toename van de invloed van basenrijker grondwater wordt verwacht. Hogerop de gradiënt zal deze afname niet of veel minder optreden door afwezigheid van basenrijk grondwater.

De transecten lopen van zuid naar noord en oost naar west over laagtes en drogere zandruggen (Figuur 10). Ongeveer elke 100 m wordt er op deze transecten een meetpunt geselecteerd, zodanig dat de hele gradiënt van hoge en lagere delen wordt bepaald. De meetpunten worden met metalen spoelen en GPS-vastgesteld. Het pH-profiel wordt gemaakt door met een Edelmanboor een grondboring te zetten tot maximaal 120 cm diepte. Hierin wordt de bodem-pH om de 10 cm gemeten met behulp van pH-strips (lakmoespapiertjes met een schaal van 0,5 pH-punt). Dit resulteert in een overzicht van de bodem-pH in diepte op verschillende locaties op de gradiënten.

De pH-profielen worden elke drie jaar herhaald (twee keer per 6-jarige rapportagecyclus). Dit kan het beste gedaan worden in dezelfde periode waarin bodemonsters genomen worden (in het voorjaar, zie 4.3.2). De eerste ronde wordt er ook een boorbeschrijving gemaakt van het profiel volgens Assink et al (2024). Die ronde vormt tevens de basis om de exacte locaties te bepalen voor nieuwe meetpunten voor bodemchemie en vegetatie-opnames (PQ's).



Figuur 10: Meetlocaties boringen voor pH-profielen.

4.3.2 Bodemchemie

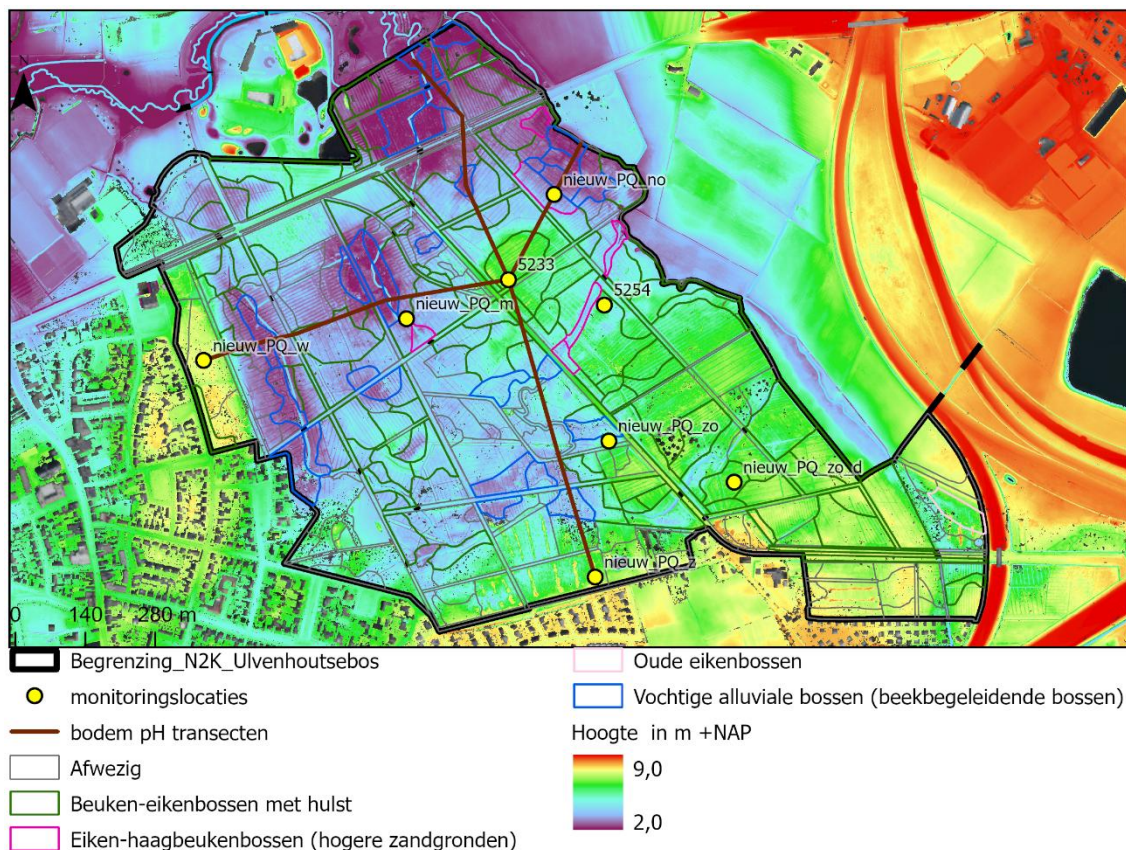
Voor het volgen van de chemische samenstelling van de bodem is het belangrijk om onderscheid te maken tussen de samenstelling van de totaal verweerbare fractie en de labiele, makkelijk beschikbare fractie. De totaal verweerbare fractie verandert slechts langzaam en is daarom geen voor de hand liggende factor om frequent te volgen. Wel is het zinvol om deze bij aanvang van de monitoring eenmalig te meten zodat bekend is wat voor bodem ter plekke aanwezig is. Deze fractie wordt bepaald middels een extractie met geconcentreerd salpeterzuur. Met name de elementen Al, Ca, Mg, K, P, Fe en S zijn van belang, alsmede het gehalte aan organisch stof.

De labiele fractie staat veel meer onder invloed van allerlei invloeden, zoals vernatting en verzuring. Deze fractie wordt bepaald middels een extractie met keukenzout (NaCl). Dit heeft als voordeel dat ook een schatting kan worden gemaakt van de basenverzadiging en dat de pH kan worden gemeten. Overige factoren die hiermee gemeten worden zijn: NO_3 , NH_4 , PO_4 , Al, Ca, Mg, K en P. Het is belangrijk om bij beide extracties (salpeterzuur en keukenzout) voldoende lage detectielimieten te hanteren, zoals genoemd in bijlage 8-7, Tabel 23. Ook wordt het soortelijk gewicht bepaald om de data te corrigeren voor de bodemdichtheid en deze in een later stadium met referentiewaardes te kunnen vergelijken.

Bodems, en zeker bosbodems, zijn notoir heterogeen. Dit maakt een goede monitoring lastig. Er wordt bemonsterd op vaste, permanent met metalen spoelen gemarkeerde locaties. Zure, vochtige tot droge bodems kennen vaak een sterke accumulatie van organisch materiaal. In dat geval wordt zowel de humuslaag als de minerale laag daar direct onder bemonstert. De grens voor afzonderlijke monsternamen ligt bij een humuslaag van 3 cm dikte of meer. Op deze locaties wordt een mengmonster gemaakt van 10 steken binnen een oppervlak van 25 m². De bovenste 20 cm van de minerale laag wordt verzameld voor bodemchemische analyse.

Bodemchemie wordt op een aantal plekken op de raaien gemonitord om de pH-profielen te duiden (Figuur 11). Het gaat dan om de locaties met (zeer) vochtige tot droge bodems; in natte bodems wordt de samenstelling van het porievocht gemonitord (zie 4.2.2). Daarnaast wordt de bodemchemie op enkele locaties buiten de raaien gemeten. Het gaat om twee locaties met (potentieel) Beuken-eikenbos op de hogere koppen bij peilbuis 5254 en in het zuidoosten. Daarnaast zijn er twee locaties toegevoegd op flanken met potentie voor Vogelkers-essenbos/Eiken-haagbeukenbos.

Veranderingen in de bodem gaan relatief traag, een meetfrequentie van 1x/3 jaar is daarom voldoende. De stikstofbeschikbaarheid is seizoensafhankelijk, het is dus belangrijk elke keer in hetzelfde seizoen monsters te verzamelen. De stikstofbeschikbaarheid is maximaal in het (vroeg) voorjaar (april-mei). Waar mogelijk worden alle monsters op dezelfde dag genomen om verschillen door verschillende weersomstandigheden uit te kunnen sluiten.



Figuur 11: Meetlocaties bodemchemie.

4.4 Paddenstoelen

Paddenstoelen zijn, als vruchtlichamen van de ondergrondse schimmelnetwerken, goede en snel reagerende indicatoren voor veranderingen in de bosbodem. Binnen dit monitoringsplan is daarom gekozen om paddenstoelen op puntlocaties te monitoren. De monitoring van op de bodem en strooisel groeiende paddenstoelen sluit aan op PQ-locaties voor flora en bodemchemie. Aansluiting bij de meetnetroute van Paddenstoelenonderzoek Nederland is niet zinvol voor de monitoring van het systeemherstel en effecten van drukfactoren omdat de route op een bospad ligt en niet in een bosvak.

De zwamvlokken van de paddenstoelen nemen ondergronds meer ruimte in dan bovengronds de kruiden. De grotere soorten komen daardoor in een grover patroon voor, waardoor een oppervlak van 5x5 of 10x10 meter wat klein is om een goede indruk te krijgen van de mycoflora. Het is daarom beter om de locaties voor de flora wat breder te trekken tot een oppervlak van 20x20 meter, mits er voldoende gelijke vegetatie en standplaatscondities aanwezig zijn aangrenzend aan de locatie. De vorm van het te monitoren vlak wordt opgemeten en vastgelegd ten opzichte van de markeringen die voor de flora-monitoring zijn aangebracht (metalen spoelen op hoekpunten, zie 4.5.2).

De monitoring van paddenstoelen is wat arbeidsintensiever en weersafhankelijker dan de monitoring van de flora. Daarom wordt er elke 3 jaar een monitoringsronde gedaan. Deze bestaat uit minstens twee veldbezoeken, tijdens voor paddenstoelen gunstige weersomstandigheden dus in een vochtige periode. In droge jaren is dat wellicht niet haalbaar en dan worden de veldbezoeken het jaar daarop ingehaald.

Per veldbezoek wordt zo veel mogelijk alle soorten op naam gebracht en wordt het aantal vruchtlichamen per 400 m² geschat middels vijf categorieën: 1 = 1-3, 2 = 4-9, 3 = 10-99, 4 = 100-999, 5 = 1000 of meer. Soortcomplexen die moeilijk in het veld herkenbaar zijn, worden samengevoegd, met name een aantal *Mycena* en *Galerina*-soorten.

4.5 Flora en vegetatie

Flora en vegetatie wordt op verschillende manieren gemonitord: een vlakdekkende kartering van indicatorsoorten en daarnaast de vegetatieontwikkeling middels PQ's (permanente kwadraten) op enkele locaties waar ook abiotische condities gemeten worden. Daarnaast worden er standaard SNL-karteringen uitgevoerd: eens in de 6 jaar voor flora (soorten) en eens in de 12 jaar voor vegetatie. Met de SNL-soortkartering worden soorten gekarteerd op een grid van 50x50 m. Deze frequentie van de karteringen en de nauwkeurigheid van de groeiplaatsen van bijzondere flora is te laag om afgeleide veranderingen (in abiotische condities) die op korte termijn optreden goed te kunnen volgen. Met de SNL-vegetatiekartering worden in het hele gebied de vegetatietypen vastgelegd en daarmee de af- of toename van de habitattypen. Voor het maken van de vegetatiekartering wordt verwezen naar het protocol vegetatiekartering versie 2.5 (BIJ12, 2017). De SNL-karteringen kunnen wel een belangrijke indicatie geven over ontwikkelingen buiten de aandachtsgebieden en aanleiding zijn om de jaarlijkse indicatorsoortenkartering uit te breiden. In een volgende SNL-karteringsronde van flora worden ook Gevlekte aronskelk en Boskortsteel gemonitord. De overige in de volgende paragraaf

genoemde soorten werden in eerdere SNL-karteringsrondes al gemonitord. Epifyten worden niet meegenomen in de flora- en vegetatiemonitoring, omdat die minder afhankelijk zijn van de bodem- en vochtcondities.

4.5.1 Vlakdekkende indicatorsoortenkartering

Momenteel vindt er al jaarlijks een vlakdekkende kartering plaats van doelsoorten van Vochtige alluviale bossen, Eiken-haagbeukenbossen en Beuken-eikenbossen met hulst en een aantal karakteristieke bossoorten (Tabel 6). Deze soorten hebben specifieke standplaatsseisen en zijn daarmee ook geschikt als indicatorsoorten voor natte tot drogere, basenrijke tot zuurdere omstandigheden. De verspreiding van deze soorten geeft daarmee een vlakdekkend beeld van (veranderingen in) standplaatscondities: vochtvoorziening, basenrijkdom en nutriëntenrijkdom. Deze meting betreft dus een voortzetting van bestaande monitoring. De soortenlijst omvat alleen 'positieve' indicatoren voor habitatkwaliteit en geen negatieve indicatoren voor b.v. vermessing zoals brandnetel of braam. Ingeschat wordt dat de positieve indicatoren voldoende zijn om een goed beeld te krijgen van de af/toename van drukfactoren.

De vlakdekkende kartering wordt uitgevoerd in de vlakken en lijnen zoals die sinds 2018 jaarlijks opgenomen worden (Figuur 12). Vlakken waar geen doelsoorten en weinig of geen bossoorten voorkomen kunnen komen te vervallen (bijvoorbeeld de bosvakken waar exoten verwijderd zijn (Beringen & Dijkhuis 2024). Vlakken waar bij de SNL-kartering daarentegen wel een of meerdere groeiplaatsen van doelsoorten zijn aangetroffen worden toegevoegd aan de kartering.

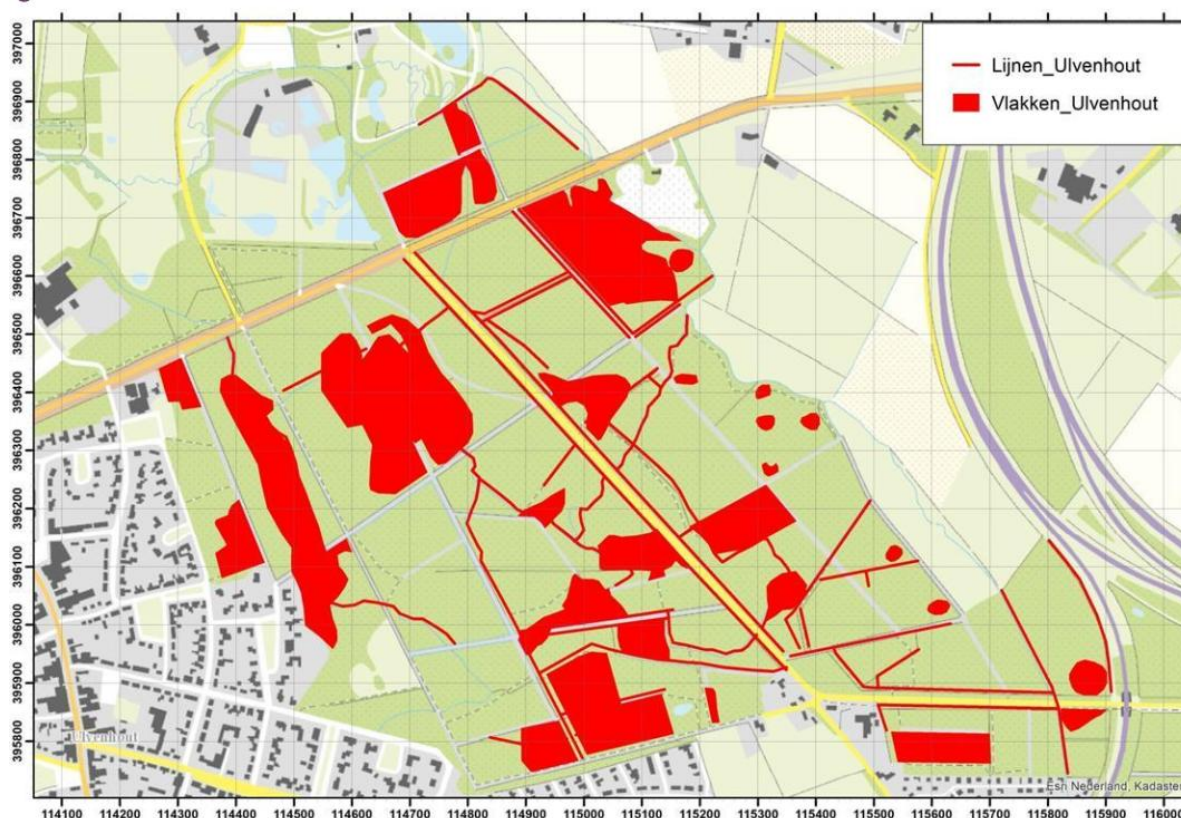
De kartering wordt jaarlijks uitgevoerd waarbij van alle groeiplaatsen van bovengenoemde soorten de locatie (Amersfoort-coördinaten) en de abundantie (Floron-schaal) genoteerd worden. Hiervoor zijn de bezochte vlakken opgedeeld in gridcellen van 25 x 25 meter. Een exacte werkwijze is vastgelegd in het rapport over de nulmonitoring (Beringen & Dijkhuis 2018).

De geselecteerde vlakken en lijnen omvatten ook nagenoeg alle transecten die voor het plantmeetnet vierjaarlijks opgenomen worden in het Ulvenhoutse bos. Die transecten liggen veelal langs waterlopen, ze worden opgenomen in de Tansleyschaal. De hiervoor verzamelde data geven voor een aantal locaties al vanaf 1995/1996 informatie over het voorkomen van de indicatorsoorten.

Tabel 6: Te monitoren plantensoorten in het Ulvenhoutse bos

	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Indicatorwaarde
Doelsoorten	Gevlekte aronskelk	<i>Arum maculatum</i>	Vochtige tot natte, relatief voedselrijke, neutrale tot kalkrijke bodems
	Boskortsteel	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Vochtige, voedselrijke, licht zure tot matig kalkhoudende bodems
	Echte guldenroede	<i>Solidago virgaurea</i>	Vochtige, matig voedselarme, licht zure bodems
	Eenbes (typische soort H9160A)	<i>Paris quadrifolia</i>	Vochtige, humus- en voedselrijke, neutraal tot licht kalkrijke bodems
	Gele dovenetel	<i>Lamiastrum galeobdolon</i> subsp. <i>galeobdolon</i>	Vochtige tot vrij natte, relatief voedselrijke, niet te zure tot neutrale bodems

	Gulden boterbloem	Ranunculus auricomus	Relatief natte, relatief voedselrijke, zwak zure tot kalkhoudende bodems
	Knikkend nagelkruid (typische soort H91EOC)	Geum rivale	Natte, voedselarme tot matig voedselrijke bodems
	Moerasstrepzaad	Crepis paludosa	Natte, matig voedselrijke, zwak zure bodems
	Muskuskruid	Adoxa moschatellina	Vochtige, voedselrijke, neutraal tot kalkrijke bodems
	Slanke sleutelbloem	Primula elatior	Vrij natte, relatief voedselrijke, zwak zure tot zwak basische bodems
	Witte klaverzuring (typische soort H9120)	Oxalis acetosella	Vochtige, zure tot neutrale bodems
	Witte rapunzel (typische soort H91EOC)	Phyteuma spicatum	Vochtige tot matig natte, matig voedselrijke, matig zure tot neutrale bodems
	Bleeksporig bosviooltje	Viola riviniana	Matig droge tot matig vochtige, matig voedselrijke, vrij zure tot neutrale bodems
Bossoorten	Bosanemoon	Anemone nemorosa	Matig droge tot natte, matig voedselrijke, licht zure tot licht kalkrijke bodems
	Dalkruid (typische soort H9120)	Maianthemum bifolium	Vrij droge tot natte, matig voedselarme tot matig voedselrijke, matig zure tot zure bodems
	Gewone salomonszegel (typische soort H9120)	Polygonatum multiflorum	Vochtige, matig voedselrijke, matig zure tot neutrale bodems
	Lelietje-van-dalen (typische soort H9120)	Convallaria majalis	Droge, relatief voedselarme en zure bodems
	Ruige veldbies	Luzula pilosa	Vochtige tot matig natte, voedselarme tot matig voedselrijke, matig zure bodems
	Dubbelloof	Struthiopteris spicant	Vochtige, voedselarme, zure bodems



Figuur 12: Vlakken en lijnen waar indicatorsoorten gekarteerd worden (Beringen & Dijkhuis 2024).

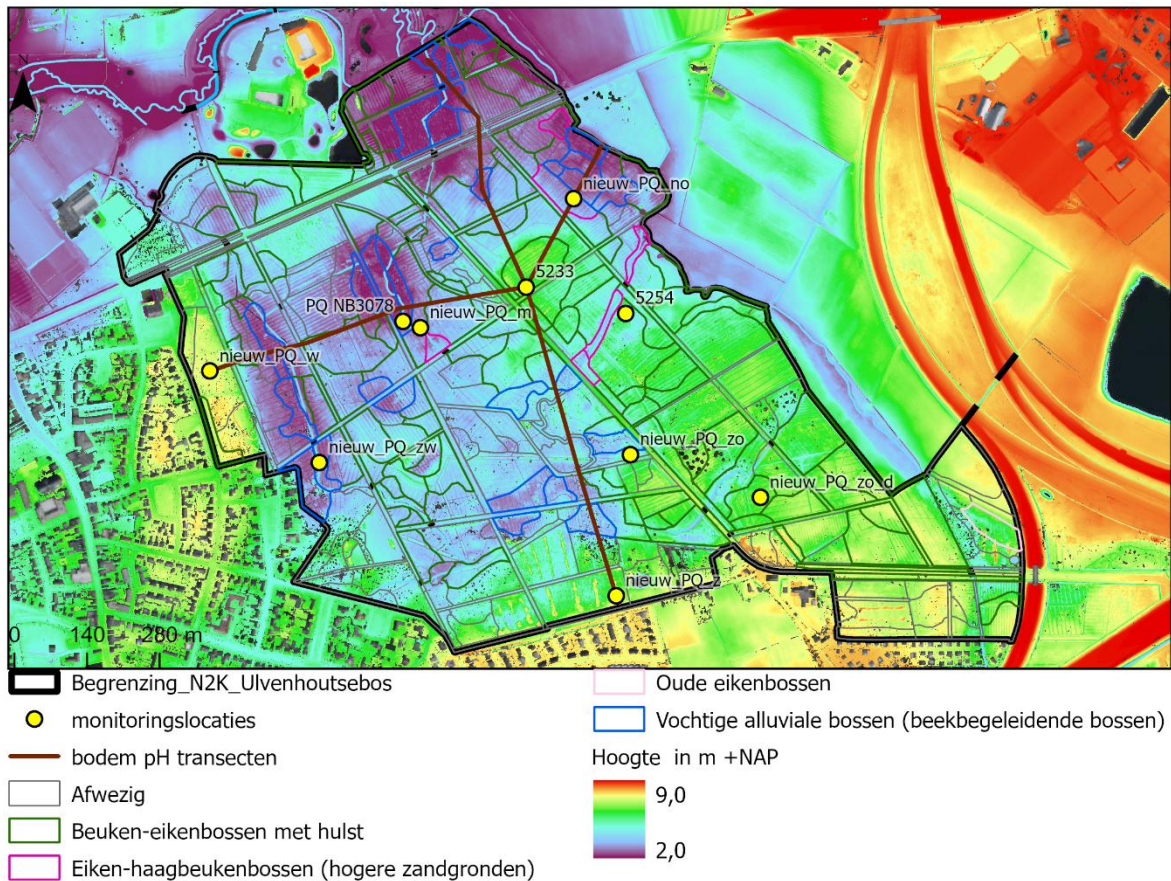
4.5.2 PQ's

In het Ulvenhoutse bos is nu één PQ aanwezig. In dit monitoringsplan is dit meetnet uitgebreid om de interpretatie en ontwikkeling van de abiotische puntlocaties te verdiepen. PQ's weerspiegelen goed de jaarrond condities en zijn daarmee een aanvulling op de momentopnamen van chemische metingen. Alle PQ's zijn dus direct gekoppeld aan een meetpunt voor abiotische omgevingscondities; er wordt geen nieuw PQ-netwerk ingericht dat losstaat van de abiotische metingen.

De nieuwe PQ's worden aangelegd op of nabij locaties waar ook bodemchemie/porievocht gemeten wordt, dus in twee raaien, respectievelijk van west naar oost en van noord naar zuid, aangevuld met enkele losse locaties buiten de raaien (Figuur 13). De ligging wordt zo gekozen dat het oppervlak van de PQ's zoveel mogelijk een homogene groeiplaats betreft: geen grote variatie in gradiënt, bodem of verstoring. Wel mag er variatie zijn in boomsoort, lichtinval e.d., omdat dat tevens factoren zijn die met de maatregelen beïnvloed worden en juist zinvol zijn om te monitoren. Vooral in lage delen en op de flanken valt er niet aan te ontkomen dat locaties gerabatteerd zijn. Hier worden de opnamen alleen op de rabatten gemaakt en niet in de greppels. De minimale grootte van een PQ voor opnamen in bossen bedraagt 100 tot 400 m² en is bij voorkeur vierkant (10x10 m of 20x20m), maar kan ook een andere vorm hebben, bijvoorbeeld bij smalle langgerekte gradiënten waar geen homogeen vierkant PQ te realiseren is. De ligging van de PQ's wordt nauwkeurig beschreven aan de hand van GPS-coördinaten

(zuidwesthoek), lengte en breedte en de oriëntatie ten opzichte van het noorden. In het veld worden de PQ's vastgelegd met metalen spoelen op de hoekpunten.

Het bestaande PQ is ook opgenomen in dit monitoringsplan. De overige, negen nieuwe PQ's worden volgens hetzelfde (LMF) protocol opgenomen. De vegetatie (hogere planten en mossen) wordt opgenomen met de Londo schaal. De PQ's worden elke 3 jaar (gelijk met bodemchemie) opgenomen in het voorjaar, in de periode half april tot eind mei.



Figuur 13: Meetlocaties PQ's gekoppeld aan abiotische meetpunten. De meeste locaties betreffen nieuwe PQ's.

5 Evaluatie monitoring

Het uiteindelijke doel van deze monitoring is een beoordeling van de resultaten om antwoord te geven op de eerste twee hoofdvragen (treedt er systeemherstel op en treedt herstel op van abiotische omgevingscondities in alle habitattypen?). De uitwerking van uniforme beoordelingskaders en bijbehorende maatlatten is nog gaande. Vandaar dat deze beoordeling bewust niet is opgenomen in dit monitoringsplan. Dit hoofdstuk betreft de evaluatie van het monitoringplan om te bepalen of de verzamelde gegevens later geschikt zijn om een beoordeling uit te kunnen voeren. Om houvast te hebben voor evaluatie van de meetgegevens worden in dit hoofdstuk bestaande maatlatten aangehaald. Als houvast voor latere beoordeling is in bijlage 8-2 een opzet gegeven hoe de beoordeling van indicatoren per meetlocatie plaats kan vinden en in bijlage 8-3, bijlage 8-4 en bijlage 8-5 hoe op basis daarvan de hoofdvragen beantwoord kunnen worden.

5.1 Evaluatiestrategie meetgegevens

Voor een evaluatie van meetgegevens wordt in eerste instantie gekeken naar de toestand en trend van de verschillende indicatoren op hoofdlijnen. Dit wordt gedaan door de verzamelde meetgegevens naast bestaande relevante maatlatten te leggen. Op deze manier kan geëvalueerd worden of de juiste gegevens verzameld worden met de juiste methodes. De gebruikte maatlatten staan niet vast, maar worden waar nodig geüpdatet om ze aan te laten sluiten bij een veranderend klimaat en/of om nieuwe wetenschappelijke kennis mee te nemen.

De data worden op de juiste manier verzameld op het moment dat de gegevens zo verzameld zijn dat de verzamelde waarden vergeleken kunnen worden met maatlatten in tabellen. Wanneer er sprake is van sterke afwijkingen ten opzichte van de maatlatten wordt achterhaald of de oorzaak van deze afwijking een bemonsterings-, meet- of invoerfout is of dat er sprake is van een sterke drukfactor.

5.1.1 Grondwaterregime

De beoordeling van de toestand van het grondwaterregime wordt in een later stadium gedaan op basis van maatlatten per habitatype. Voor Vochtige alluviale bossen en Eiken-haagbeuken bossen wordt de GLG beoordeeld om te kijken of die binnen doelbereik komt. Ook wordt de GVG van die habitattypen gevolgd om te kijken of die niet te veel stijgt. Wat betreft de hogere delen met Beuken-eikenbossen met hult wordt een toename van de GVG verwacht (grotere opbolling) die gemonitord dient te worden. Deze maatlatten zijn gebaseerd op de ecologische vereisten en informatie van de provincie Noord-Brabant.

De evaluatie van de data die van het grondwaterregime wordt verzameld wordt gedaan door de GVG's en GLG's te berekenen op basis van het 8-jarige voortschrijdende gemiddelde tot en met het gemeten eindjaar. Deze worden vergeleken met de randvoorwaarden van Tabel 7.

De juiste gegevens worden verzameld op het moment dat de GLG en GVG berekend kunnen worden, eventueel met behulp van verlengde meetreeksen op basis van neerslag en

verdampingsgegevens. Grote afwijkingen ten opzichte van de tabel kunnen een aanwijzing zijn dat er iets mis gaat in het meten van het grondwaterregime (b.v. diver kapot, onjuiste filterstelling).

Tabel 7: Knikpunten van referentiegrondwaterstanden in cm boven maaiveld per habitatype (Waterwijzer Natuur en provincie Noord-Brabant, 2024). Negatieve waardes duiden dus water onder maaiveld aan.

Habitatype	GVG_a1	GVG_b1	GVG_B2	GVG_a2	GLG_a1	GLG_b1	GLG_b2	GLG_a2
H91E0C Elzenbroekbos	30	15	-12	-25	0	-25	-50	-70
H91E0C Vogelkers-essenbos	5	-25	-60	-80	-50	-70	-135	-165
H9160A Eiken-haagbeukenbos	-10	-25	-90	-95	-50	-70	-135*	-165*
H9120 Beuken-eikenbos met hulst	-25	-40						

* aangehouden voor lemig fijn zand.

Naast GxG's geven ook duurlijnen waardevolle informatie over het grondwaterregime van deze habitattypen. Duurlijnen geven weer hoeveel % van de tijd een bepaalde (grond)waterstand bereikt wordt in een jaar. Deze worden in principe gemaakt op basis van de zes jaar aan data die bij een analyseperiode horen. Extreem droge en natte jaren kunnen echter onderbouwd uitgesloten worden van de duurlijnen. Uit de evaluatie van de meetgegevens moet blijken dat er voldoende betrouwbare metingen zijn gedaan om duurlijnen te kunnen maken.

5.1.2 Waterkwaliteit

De kwaliteit van het grondwater, porievocht en oppervlaktewater wordt in een later stadium op eenzelfde manier beoordeeld. De toestandsbeoordeling wordt gedaan op basis van maatlatten per habitatype. De waterkwaliteitsparameters die voor de aanwezige habitattypen van belang zijn en waarop beoordeeld wordt zijn: pH, Ca, HCO₃, SO₄, NO₃ en totaal-P (Tabel 8). Deze maatlatten zijn gebaseerd op de ecologische vereisten en informatie van de provincie Noord-Brabant wat betreft grondwaterkwaliteit. Voor een deel moeten dergelijke randvoorwaarden nog worden verfijnd en meer specifiek gemaakt worden voor de situaties waaronder de habitattypen in het Ulvenhoutse bos in relatief goede omstandigheden voorkomen.

De juiste gegevens worden verzameld op het moment dat er geen onrealistische afwijkingen van waarden gemeten worden ten opzichte van de range van waarden in de tabel. Bij sterke afwijkingen moet achterhaald worden of de oorzaak een technische bemonsteringsfout is (b.v. niet luchtdicht afsluiten van watermonsters, niet op de juiste manier bewaren van monsters tot moment van analyse).

Tabel 8: Referentiewaarden van waterkwaliteitsparameters in $\mu\text{mol/l}$ (boven) en mg/l (onder) (provincie Noord-Brabant, 2024). In rood referentiewaarden die gebaseerd zijn op expert judgement.

Habitattype	pH water	Ca ($\mu\text{mol/l}$)		HCO ₃ ($\mu\text{mol/l}$)		SO ₄ ($\mu\text{mol/l}$)	NO ₃ ($\mu\text{mol/l}$)		Totaal-P ($\mu\text{mol/l}$)	
		min	max	min	max	max	min	max	min	max
H91E0C Elzenbroekbos	5,0-7,5	1372		508		200		71		5
H91E0C Vogelkers essenbos	5,5-7,0	499		508	4098	200		71		5
H9160A Eiken-haagbeukenbos	4,5-7,0	499		508		200		29		5
H9120 Beuken-eikenbos met hulst	<5,0									

Habitattype	pH water	Ca (mg/l)		HCO ₃ (mg/l)		SO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)		Totaal-P (mg/l)	
		min	max	min	max	max	min	max	min	max
H91E0C Elzenbroekbos	5,0-7,5	55		31		19,2		1,0		0,15
H91E0C Vogelkers essenbos	5,5-7,0	20		31	250	19,2		1,0		0,15
H9160A Eiken-haagbeukenbos	4,5-7,0	20		31		19,2		0,4		0,15
H9120 Beuken-eikenbos met hulst	<5,0									

5.1.3 Bodem

pH-profielen

De toestandsbeoordeling van de pH-profielen wordt in een later stadium gedaan op een aantal niveaus: 1) niveau van de wortelzone per meetlocatie, 2) volledige pH-profiel per meetlocatie en 3) ruimtelijk op het transect.

De beoordeling van de wortelzone is op basis van maatlatten per habitattype (Tabel 9). De maatlatten voor de wortelzone (wisselend 0-10, 0-15, of 0-20 cm) zijn gebaseerd op de GRIP database in termen van pH-zout (Brouwer et al., 2024). De bijbehorende pH-veld metingen met indicatorpapier zijn daar aan gekoppeld met behulp van de formule $\text{pH-veld} = (\text{pH-zout NaCl} + 0,9374) / 1,1933$ (van Delft et al., 2024). Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de genoemde waarden zijn verkregen uit recente metingen in een waarschijnlijk al wat verzuurde situatie. Een verfijning op basis van data uit gebieden zonder verzuring kan leiden tot verruiming van de bovengrenzen.

Als de gemeten pH-waarde sterk afwijkt van de weergegeven range moet de oorzaak van die afwijking achterhaald worden om te beoordelen of de pH-profielen op de juiste manier gemaakt worden (b.v. onvoldoende vochtig maken van de indicatorstroken met demiwater).

Tabel 9: Referentiewaarden van pH-zout en pH-veld metingen met indicatorpapiertjes (Brouwer et al., 2024 & van Delft et al., 2024).

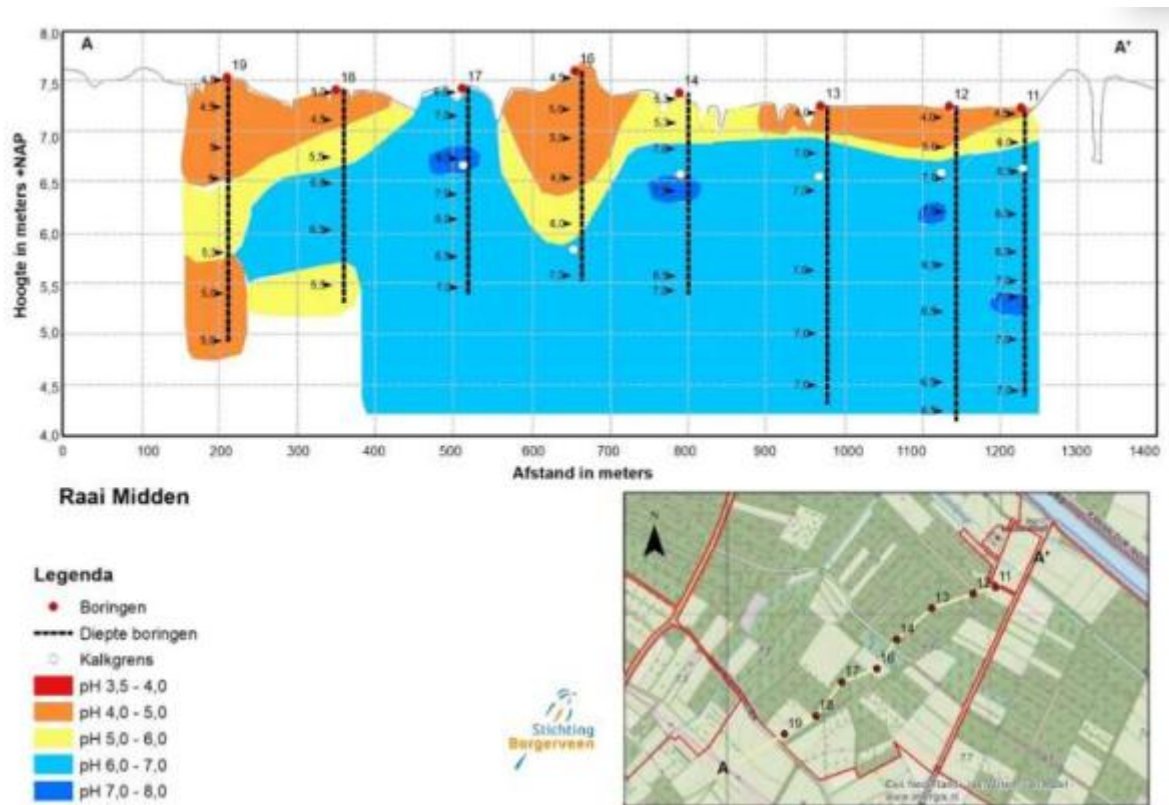
Habitattype	pH-z optimaal	pH-veld optimaal
H91E0C elzenbroekbos	4,1 – 5,7	4,2 – 5,6
H91E0C vogelkers essenbos	4,1 – 5,5	4,2 – 5,4
H9160A	3,5 – 5,0	3,7 – 5,0
H9120	2,8 – 3,1	3,1 – 3,4

Daarnaast wordt de toestand van een pH-profiel over diepte op een locatie beoordeeld op basis van indeling in pH-profieltypen. De indeling in pH-profieltypen vindt plaats op basis van de pH-waardes op verschillende dieptes, de GLG en de kritieke Z-afstand. De kritieke Z-afstand is de afstand waarover grondwater nog via capillaire opstijging met minimaal 2 mm/dag kan stijgen. De kritieke Z-afstand kan berekend worden op basis van Staringreeksen per bodemhorizont met een hydrologisch model, zoals het Arcadis model. Als de afstand tussen de GLG en de wortelzone kleiner is dan de kritieke Z-afstand is er potentieel sprake van kwel in de wortelzone. Deze kan, zoals te zien in Tabel 10, deels worden verdrongen door een neerslaglens. De data van pH-profielen worden op een juiste manier verzameld op het moment dat de pH-profieltypen bepaald kunnen worden.

Tabel 10: Sleutel om tot een indeling van pH-profielen in profieltypen te komen op basis van pH-veld in verschillende dieptetrajecten en mogelijke grondwaterinvloed in de wortelzone (GLG-Zk<20) (van Delft et al., 2024).

GLG-Zk<20	pH-veld in diepte traject			pH-profieltype	
Ja	>20 cm (max)	20 cm – GLG (gem)	0 – 20 cm (max)	Code	Omschrijving
	≥5,3	≥4,8	≥4,8	Kw	Kwelinvoed in wortelzone
			<4,8	Ro	Kwelinvoed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
		<4,8		Rd	Kwelinvoed aanwezig, diepe regenwaterlens
	<5,3	≥4,8		Lo	Mogelijk lokaal kwelwater of lateraal toegestroomd, zwak gebufferd
			≥4,3	InAa	Basenarm infiltratieprofiel
		<4,3	<4,3	InAo	Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
			≥3,8	InZ	Zuur infiltratie profiel
			<3,8	InZz	Zeet zuur infiltratieprofiel
				InBa	Basenrijk infiltratieprofiel
Nee	≥5,8		<4,8	InBo	Ondiep verzuurd basenrijk infiltratieprofiel
	4,3 – 5,8		≥4,3	InAa	Basenarm infiltratieprofiel
			<4,3	InAo	Ondiep verzuurd basenarm infiltratieprofiel
	<4,3		≥3,8	InZ	Zuur infiltratie profiel
			<3,8	InZz	Zeet zuur infiltratieprofiel

De ruimtelijke verspreiding van pH-profielen over diepte wordt weergegeven in een dwarsdoorsnede zoals in Figuur 14 voor een transect in het Wijboschbroek. Op basis daarvan wordt weergegeven waar de zones met hogere pH liggen in het landschap en wordt in één beeld het verloop van de pH-profielen duidelijk op de gradiënt van hoog naar laag in het landschap. Op deze manier kunnen ook veranderingen in de tijd inzichtelijk worden gemaakt. De data van pH-profielen worden op een juiste manier verzameld op het moment dat er een dwarsdoorsnede van gemaakt kan worden.



Figuur 14: Voorbeeld van een dwarsdoorsnede van pH-profielen in het Wijboschbroek. Rechtsonder de positie van de raai (Franssen et al., 2022).

Bodemchemie

In een later stadium van beoordeling wordt de toestand van de eerste meting beschreven op basis van de analyses van zowel de totaal verweerbare fractie als de zout-extraheerbare, labiele fractie. Hierbij wordt als maatlat de waarde gehanteerd zoals vermeld in Brouwer et al. (2024) (Tabel 11). Indien er updates van deze waarden verschijnen, worden die gebruikt. In de rapportages wordt vermeld welke versie van maatlatten gebruikt is.

Een algemene typering wordt gemaakt aan de hand van het gehalte organisch stof en het totaal aluminiumgehalte (als maat voor de lutumfractie). De basenrijkdom wordt vastgesteld aan de hand van het totaal gehalte calcium en magnesium. Het totaal fosforgehalte en het gehalte organisch stof geven aan hoe voedselrijk de bodem in potentie is. De capaciteit om fosfaat te binden aan de hand van de totale gehalten calcium, magnesium (geen maatlat van beschikbaar) en aluminium.

De resultaten van de zoutextracten worden gebruikt om trends te bepalen. Hierbij moet rekening worden gehouden met extreem natte en droge omstandigheden, die een grote tijdelijke invloed kunnen hebben op veel van de gemeten parameters. De verwachting is dat in de nabije toekomst meer inzicht gaat ontstaan in deze temporele invloeden, zodat daar ook beter rekening mee wordt gehouden bij de interpretatie van de resultaten.

Verzuring wordt gevolgd aan de hand van pH, gehalten zout extraheerbaar aluminium, calcium en magnesium, Al/Ca ratio en de schatting van de basenverzadiging. Voor sommige van deze indicatoren zijn echter nog geen maatlatten aanwezig. De voedselrijkdom wordt gevolgd aan de hand van de gehalten nitraat, ammonium, kalium, orthofosfaat en fosfor in het zoutextract.

Een verfijning die nog doorgevoerd moet worden is het onderscheid tussen de humuslaag en de toplaag van de minerale ondergrond. In Elzenbroekbos en Vogelkers-essenbos is een dergelijke gelaagdheid doorgaans niet aanwezig, maar in Eiken-haagbeukenbos en zeker in de drogere bostypen doorgaans wel. Voor Beuken-eikenbos zijn de waarden in Tabel 9 en Tabel 11 gebaseerd op de toplaag van de minerale bodem.

Wat betreft bodemchemie worden de juiste gegevens verzameld op het moment dat er geen onrealistische afwijkingen van waarden gemeten worden ten opzichte van de range van waarden in de tabel. Bij sterke afwijkingen wordt achterhaald of de oorzaak een technische bemonsteringsfout is (b.v. het meenemen van strooisel in een mineraalmonster, niet op de juiste manier bewaren van monsters tot moment van analyse).

Tabel 11: Referentiewaarden voor een aantal bodemchemische parameters (Brouwer et al., 2024). Voor overige parameters dienen deze waarden nog nader ingevuld te worden.

Vegetatietype	OS (%)	pH-z	P-t (mm/l)	Al-t (mm/l)	Ca-t (mm/l)	Ca-z (mm/l)	NO ₃ -z (µm/l)	NH ₄ (µm/l)	Olsen-P (mm/l)	P-z (µm/l)
Elzenzegge-elzenbroek	38-75	4,1-5,7	4-19	9-60	29-99	2,9-19	2-267	88-344	0,17-0,71	1-2
Elzenbroek verruigd	8-69	3,7-5,5	4-16	18-151	12-60	5,1-17	173-425	56-183	0,55-1,33	2-8
Vogelkers-essenbos	8-12	4,1-5,5	6-12	99-211	21-56	9,9-15	128-311	81-201	0,52-1,09	1-3
Eiken-haagbeukenbos	11-21	3,5-5,0	5-13	117-345	17-65	5,1-14	87-477	92-185	0,48-1,27	1-5
Beuken-zomereikenbos	6-13	2,8-3,1	3-5	47-94	3-5	1,3-2,2	115-334	86-204	0,57-0,99	6-31

5.1.4 Paddenstoelen, flora en vegetatie

Data over paddenstoelen, flora en vegetatie zijn op de juiste manier verzameld als alle relevante en geplande soortgroepen zijn meegenomen en er met de juiste opnameschaal is gewerkt (zie hoofdstuk 4).

6 Praktische uitvoering, planning en organisatie

6.1 Monitoringsplanning

De monitoringsplanning is aangepast op de beheerplanperiodes, waardoor er voor elke nieuwe periode een monitoringsevaluatie uitgevoerd wordt. Halverwege, dus na drie jaar, geeft een tussenrapportage al inzicht in patronen om niet na zes jaar voor verrassingen te staan. Daarvoor worden bijzonderheden meteen gemeld aan provincie Noord-Brabant (eindverantwoordelijke). Daarnaast wordt de eerste zes-jaarscyclus jaarlijks geëvalueerd of de monitoring volgens planning verloopt, of de data op de juiste wijze binnenkomt en of de data van voldoende kwaliteit is om te gebruiken voor een evaluatie.

Tabel 12 geeft weer welke indicatoren wanneer gemonitord worden binnen een 6-jaars cyclus en Tabel 13 de periode in het jaar. Eens in de onderstaande periode vindt ook een vlakdekkende SNL-monitoring plaats, in de eerste cyclus zal dat in 2029-2030 zijn.

Tabel 12: Monitoringsfrequentie en planning per indicator. Na de zwart omlijnde jaren dient een (tussen) rapportage opgeleverd te worden op basis van de data tot en met dat jaar.

Jaar	Grondwater-regime	Waterkwaliteit	Bodem pH-profielen & bodemchemie	Flora PQ's & paddenstoelen	Flora vlakdekkend	Flora SNL
2025	1	1	1	1	1	
2026	1	1			1	
2027	1	1			1	
2028	1	1	1	1	1	
2029	1	1			1	1
2030	1	1			1	1
2031	1	1	1	1	1	

Tabel 13: Periode binnen een jaar waarin de monitoring plaats moet vinden.

Maand	Grondwater-regime	Waterkwaliteit	Bodem pH-profielen en bodemchemie	Paddenstoelen	Flora/vegetatie
Januari	X				
Februari	X	X			
Maart	X	X			
April	X				X
Mei	X		X		X
Juni	X		X		
Juli	X				
Augustus	X				
September	X				
Oktober	X			X	
November	X				
December	X				

Op het moment dat het gewenste systeemherstel is bereikt, kan de monitoring van bodemchemie, flora, fauna en paddenstoelen afgeschaald worden in frequentie naar eens per zes jaar.

6.2 Herziening monitoringsplan

Afhankelijk van de resultaten kan ervoor gekozen worden om meetvragen te herschrijven en het meetnet anders in te richten. Hiervoor zijn ten minste twee momenten wenselijk om dit te doen in de beheerplancycclus:

1. Gedurende de uitvoering van de monitoring kan door inzichten op basis van gemeten waarden meetpunten/meetnetten worden toegevoegd, verlegd, aangepast of weggehaald als je meetmethode niet afdoende blijkt. Dit kan dan zonder een herziening van het doel van de meetvragen.
2. Het evalueren van het monitoringsplan. Hulpvragen hierbij zijn:
 - Zijn de metingen conform protocol uitgevoerd en opgeleverd in de juiste databases met vereiste metadata?
 - Zijn de metingen betrouwbaar en volledig?

Het actualiseren van het monitoringsplan en herijken van meetvragen vindt plaats tijdens de ecologische evaluatie / uitwerking van de NDA van het gebied

6.3 Uitvoerende partijen

Aansturing

Provincie Noord-Brabant is verantwoordelijk voor de uitvoering van de in dit monitoringsplan beschreven monitoring en de evaluatie van de gegevens. In de praktijk worden verschillende partijen ingeschakeld om de verschillende aspecten van de monitoring uit te voeren. Provincie Noord-Brabant 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 provincie Noord-Brabant verantwoordelijk voor het bijhouden van de uitvoering van herstelmaatregelen in en rondom het Natura 2000-gebied. Onderstaande tabel geeft de uitvoerende verantwoordelijke partijen weer per indicator (Tabel 14).

Tabel 14: Overzicht van de verantwoordelijke partijen per indicator.

Indicator	Verantwoordelijke partij	Verantwoordelijkheid
(grond)water	Waterschap Brabantse Delta	Uitlezen en vervangen van divers en nemen van grond- en oppervlaktewatermonsters
Porievochtqualiteit	Provincie Noord-Brabant	Nemen of uitbesteden van het nemen van porievochtmonsters aan een deskundig bureau
Bodemchemie	Provincie Noord-Brabant	Nemen of uitbesteden van het nemen van bodemonsters aan een deskundig bureau
Paddenstoelen	Provincie Noord-Brabant	Karteren of uitbesteden van de kartering van paddenstoelen op PQ's aan een deskundig bureau
Flora en vegetatie - SNL	Provincie Noord-Brabant	Uitvoering van de kartering van soorten, vegetatie en habitattypen via SNL in samenspraak met Staatsbosbeheer (terreinbeheerder), eventueel door een deskundig bureau
Flora en vegetatie – vlakdekkende kartering en PQ's	Provincie Noord-Brabant	Uitvoering van de kartering van soorten in samenspraak met Staatsbosbeheer (terreinbeheerder), eventueel door een deskundig bureau

Evaluatie

Provincie Noord-Brabant is verantwoordelijk voor de evaluatie van de meetgegevens. De evaluatie van de indicatoren (waterregime, waterkwaliteit, bodemchemie, paddenstoelen, flora) vindt integraal plaats. Idealiter wordt de evaluatie van al deze gegevens dus integraal door één deskundig bureau of expertteam uitgevoerd. Staatsbosbeheer wordt hier ook bij betrokken, omdat zij als terreinbeherende organisatie waardevolle aanvullingen kan geven op basis van hun gebiedskennis.

De provincie Noord-Brabant is ook verantwoordelijk voor de uiteindelijke beoordeling en om de conclusies uit monitoringsrapportages te verwerken in nieuwe beheerplannen.

6.4 Kosten

Onderstaande Tabel 15 geeft een schatting weer van de te verwachte kosten voor een hele monitoringscyclus met een eindrapportage na zes jaar en een tussenrapportage na drie jaar. Een deel van de kosten zijn al gedekt. Dit is het geval voor de kosten van het beheer van peilbuizen en de monitoring van het grondwaterregime. De vlakdekkende florakartering is tot en met 2025 door middel van een SPUK-subsidie gedekt. Ook de biotische SNL-kartering en de voor Natura 2000 vereiste vegetatie- en habitatypekarteringen zijn gedekt. Deze laatste zijn

niet opgenomen in de begroting aangezien daar geen verandering in dekking van de kosten verwacht wordt.

Tabel 15: Overzicht van globale kosten per jaar dat een indicator gemeten wordt en voor de evaluatieperiode van zes jaar.

Post	Aantal	Prijs per (data)analyse	Prijs veldwerk voor het gebied	Totaal prijs per jaar	Totaal prijs per cyclus
Grondwaterregime	11	€ 250		€ 2.750	€ 16.500
Waterkwaliteit	24	€ 70	€ 1.840	€ 3.520	€ 21.120
pH-profielen	2	€ 920	€ 3.680	€ 3.680	€ 7.360
Bodemchemie	8	€ 150	€ 1.840	€ 3.040	€ 6.080
Paddenstoelen	8	€ 2.240	€ 2.240	€ 4.480	€ 8.960
Flora PQ's	8	€ 1.840	€ 1.840	€ 2.760	€ 5.520
Flora vlakdekkend	1	€ 1.840	€ 9.200	€ 11.040	€ 66.240
Rapportage en data-analyse per cyclus					€ 31.360
Totaalprijs per cyclus					€163.140

6.5 Opslag meetgegevens

Provincie Noord-Brabant is hoofdverantwoordelijke voor de uitvoering van dit monitoringsplan en de bijbehorende rapportages. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de locaties waar de verzamelde data opgeslagen wordt (Tabel 16).

Tabel 16: Overzicht van de locaties waar de verzamelde data voor de monitoring van omgevingscondities in het Ulvenhoutse bos opgeslagen wordt.

Indicator	Verantwoordelijke partij	Database / locatie van opslag
(grond)water	Waterschap Brabantse Delta	BRO, zie voor toelichting tekst hieronder.
Porievochtqualiteit	Provincie Noord-Brabant	Geen landelijke databank beschikbaar, opslag bij provincie Noord-Brabant
Bodemchemie	Provincie Noord-Brabant	Geen landelijke databank beschikbaar, opslag bij provincie Noord-Brabant
Paddenstoelen	Provincie Noord-Brabant	NDFF
Flora	Provincie Noord-Brabant	NDFF Voor vegetatieopnames van PQ's ook Turboveg en Landelijke Vegetatie Databank (LVD). Voor vegetatiekarteringen ook Nationale Databank Vegetatie- en habitatkaarten (NDVH) als die gereed is.

(Grond)water data worden volgens het meetnet verdroging beheerd door het waterschap Brabantse Delta. Het waterschap Brabantse Delta is conform het meetnet verdroging verantwoordelijk om de actuele meetgegevens (grondwaterkwantiteits- en kwaliteitsgegevens) binnen een wettelijke termijn van 20 werkdagen als voorlopig beoordeelde data aan te leveren aan de landelijke voorziening (BRO) conform de richtlijnen van de BRO. Aangezien het grootste deel van de kwantiteitsmetingen real-time (online) zijn, wordt het gros van de leveringen dagelijks aan de BRO doorgeleverd. De leveringen voldoen aan de gestelde eisen zoals beschreven in de grondwater registratie objecten (GMW, GLD, GAR) in de wet BRO. Na het

valideren van de kwantiteitsmeetreeksen worden de gevalideerde meetreeksen separaat (met een definitief oordeel) aan de BRO geleverd.

7 Bronnenlijst

Aerts, R., van Diggelen, R., Everts, H., Mommaas, H., Torenbeek, R. & van Velthuijsen, O. (2023). Advies over de Natuurdoelanalyse Ulvenhoutse Bos, provincie Noord-Brabant. Ecologische Autoriteit, Utrecht.

[https://pas.ecologischeautoriteit.nl/files/ea/5038/5038_advies_natuurdoelanalyse.pdf]

Anteagroup. (2023). Natuurdoelanalyse Ulvenhoutse Bos [129].

[<https://pas.ecologischeautoriteit.nl/files/ea/5038/012587-5038-natuurdoelanalyse-ulvenhoutse-bos-129-2023.pdf>]

Backx, H., Peerdeman, K., Franken, F. & Braam, A. (2024). Kennis-en monitoringsprogramma Natura 2000 Ulvenhoutse Bos concept 20240912.

Beringen, R. & Dijkhuis, J.E. (2018). Resultaten nulmonitoring zeldzame plantensoorten in het ulvenhoutse voorbos. Floron. Nijmegen.

Beringen, R. & Dijkhuis, J.E. (2024). Resultaten monitoring kwetsbare typische soorten ulvenhoutse voorbos in 2023. Floron. Nijmegen.

BIJ12. (2017). Protocol Vegetatiekartering 2.5.

Bijlsma, R.J. & Janssen, J.A.M. (2021). Ecologisch beoordelingskader voor doelbereik in Natura 2000-gebieden. Wageningen Environmental Research, Wageningen.

Bouma, J., Maasbommel, M. & Schuurman, I. (2012). Handboek meten van grondwaterstanden in peilbuizen. STOWA, Amersfoort.

Brouwer, E., van der Burg, R.F., Fransen, M.L., van Duinen, G.A., Jansen, A.J.M., van Diggelen, J. & Emsens, W.J. (2022). De nutriëntenkringloop tijdens herstel van basenrijke, vochtige bossen.

Rapportnummer OBN-2018-100-NZ, Driebergen.

[https://oud.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/obn-2018-100-nz-nutriëntenkringloop-vochtig-bos.pdf]

Brouwer, E. Koks, A.H.W., van Doorn, J. & van Mullekom, M. (2024). GRIP: 'levende' database koppelt vegetatie en bodemsamenstelling. Landschap 41(2), 97-107.

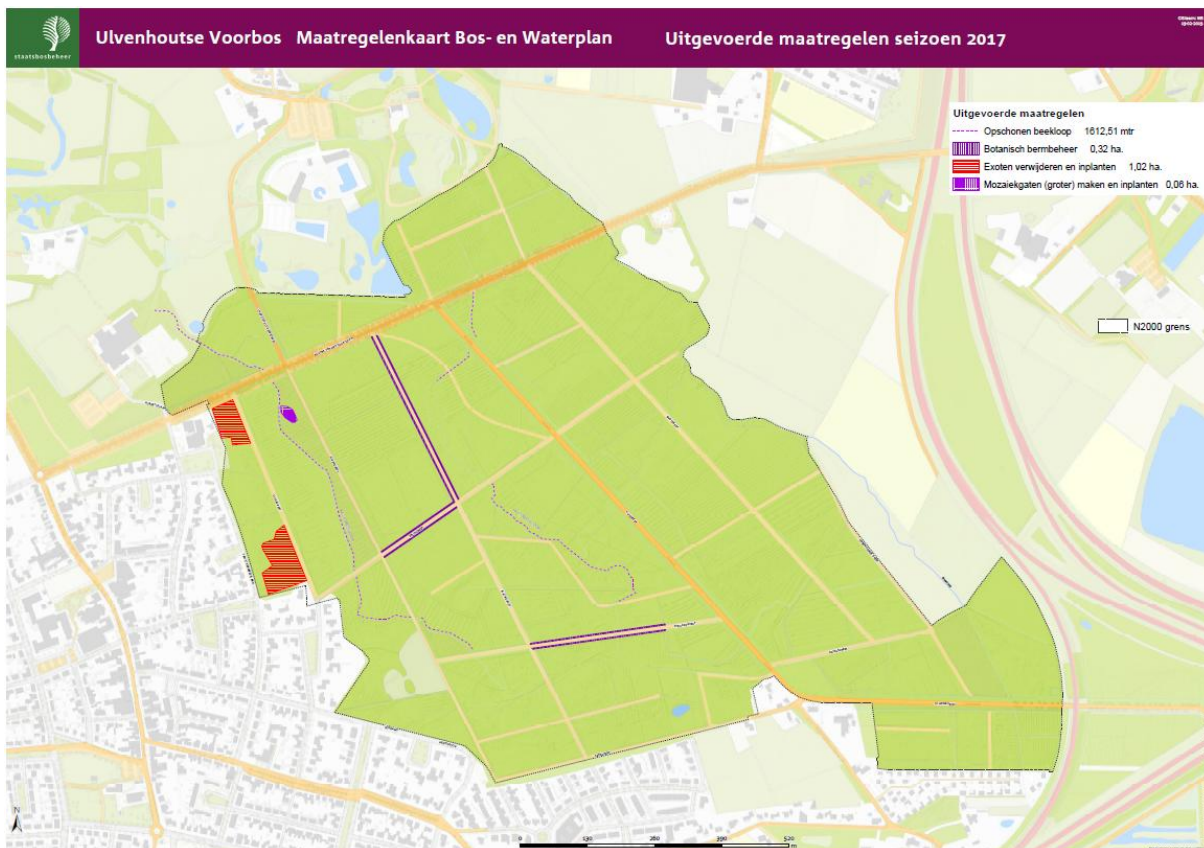
Burg, R.F. van der, Brouwer, E., Bijlsma, R.J., van den Burg, A.B., van Duinen, G.A., Hommel, P.W.F.M., Jansen, A.J.M., Lucassen, E.C.H.E.T. & de Waal, R.W. (2014). Preadvies voor herstel en ontwikkeling van vochtige bossen op de pleistocene zandgronden. Rapport nr. 2014/OBN192-NZ. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen.

[https://oud.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/obn192-nz-preadvies-vochtige-bossen.a18d6d.pdf]

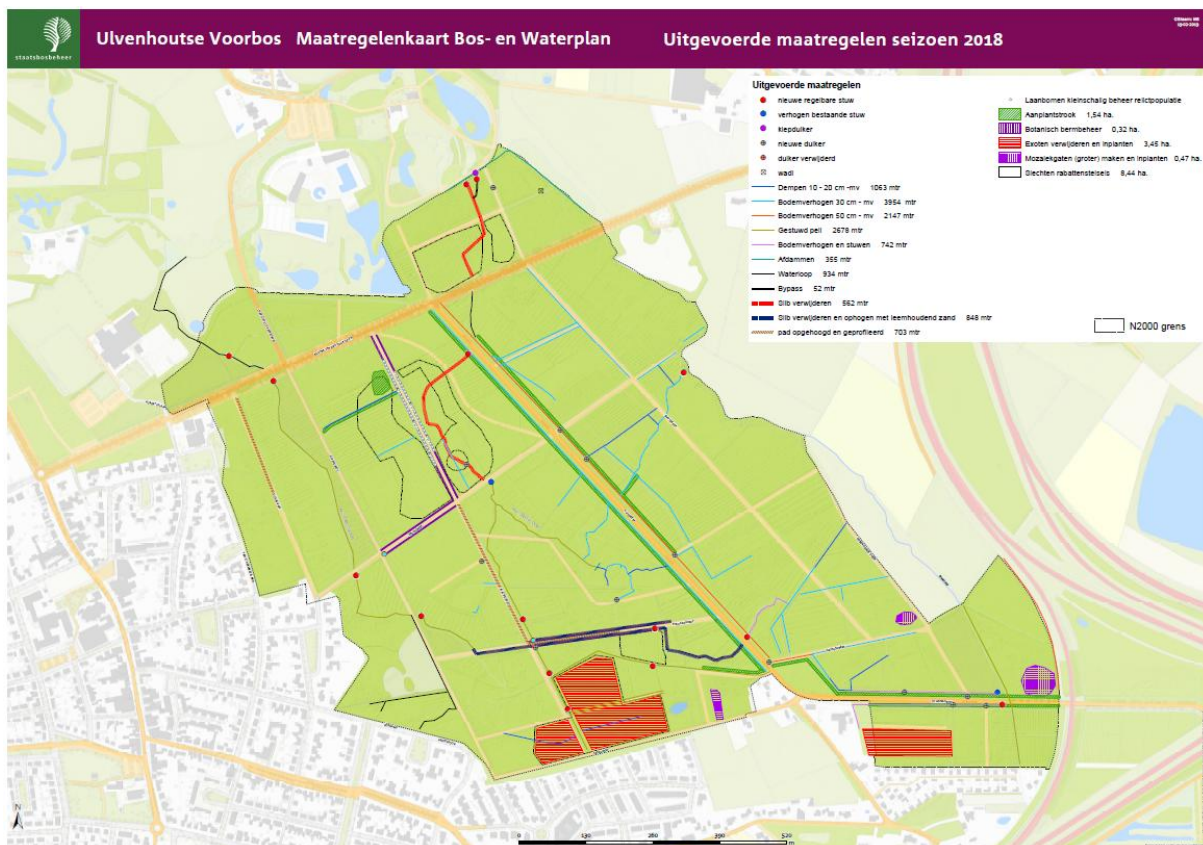
Coenen, D. (2023). Beknopte evaluatie grondwaterstanden Ulvenhoutse Bos 1990-2023

Coenen, D. & Backx, H. (2023). Ideeën voor vervolgonderzoek in het Ulvenhoutse Bos

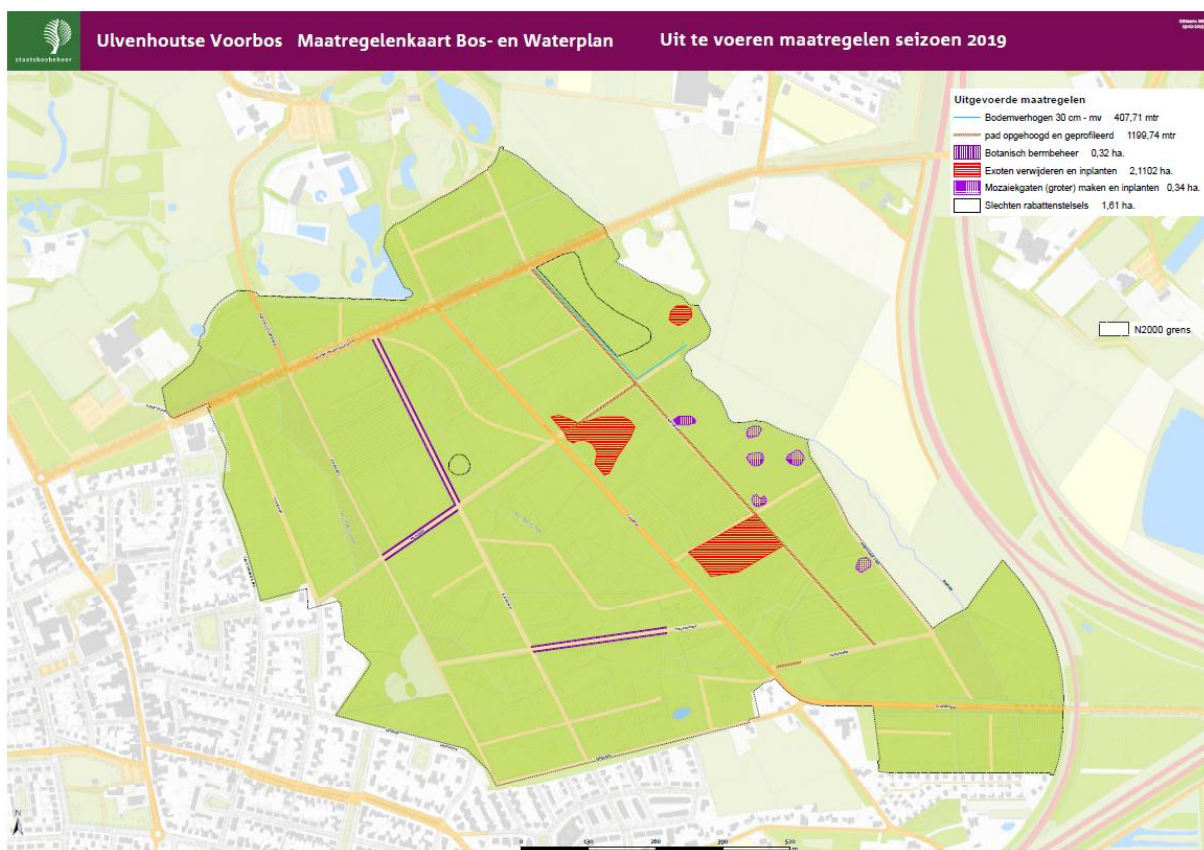
- Delft, B. van, Cruijsen, J., Harkema, T., Knotters, M., & Dijk, P. (2024). pH-profielen als indicator voor zuurbuffering in de bodem. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3336). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/640483>
- Dienst Landelijk Gebied. (2016). Natura 2000-beheerplan Ulvenhoutse Bos (129). [https://www.brabant.nl/publish/pages/9824/beheerplan_ulvenhoutse_bos.pdf]
- Dorland, E., & S. Clevers. 2020. Evaluatie monitoring procesindicatoren Empese en Tondese-heide. KWR, Nieuwegein.
- Franssen, M.L., Jansen, A.J.M. & van der Burg, R.F. 2022. Herstel van de leembossen in Wijboschbroek. Aanvullend landschapsecologisch onderzoek voor lokale- en mitigerende maatregelen bij grootschalig herstel. Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Goes, D.J. van der (2023). Habitatkaart T1 Ulvenhoutse Bos 2018. www.ndvh.nl
- Jalink, M. (2018). Evaluatie gegevens waterkwaliteit en kalkrijkdom in het Ulvenhoutse Bos (2017). KWR, Nieuwegein.
- Kusters, J. & Jorissen, J. (2024). Handreiking monitoring omgevingscondities Natura 2000. Gebaseerd op voorbeelden uit Gelderland. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Mathijssen, P.J.H. & Jongbloed, R.H. (2024). Standaardlijsten drukfactoren en maatregelen. Wageningen University & Research (Rapport nummer 256). <https://edepot.wur.nl/657588>
- MER. Milieueffectrapport voor het project Kwelherstel in het Ulvenhoutse Bos. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.
- Moller Pilot, H. (2024). Onderzoek naar de factoren die van invloed zijn op de bodemfauna van het Ulvenhoutse bos met speciale aandacht voor ruimtelijke verschillen.
- Schaminée, J.H.J. Haverman, R. Hommel, P.W.F.M. Janssen, J.A.M. De Ronde, I. Schipper, P.C. Weeda, E.J. Van Dort, K.W. & Bal, D. (2017). Revisie vegetatie van nederland. Lichtenvoorde, Uitgeverij Westerlaan Publisher.
- Stortelder, A.H.F. Schaminée, J.H.J. & Hommel, P.W.F.M. (1999). De vegetatie van nedeland deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Uppsala, Leiden, Opulus press.
- Visser, R. (2023). Grondwater meetnetbeoordeling Ulvenhoutse Bos.
- Visser, R. (2024). Hydrologisch modelonderzoek aanvullende maatregelen Ulvenhoutse Bos.



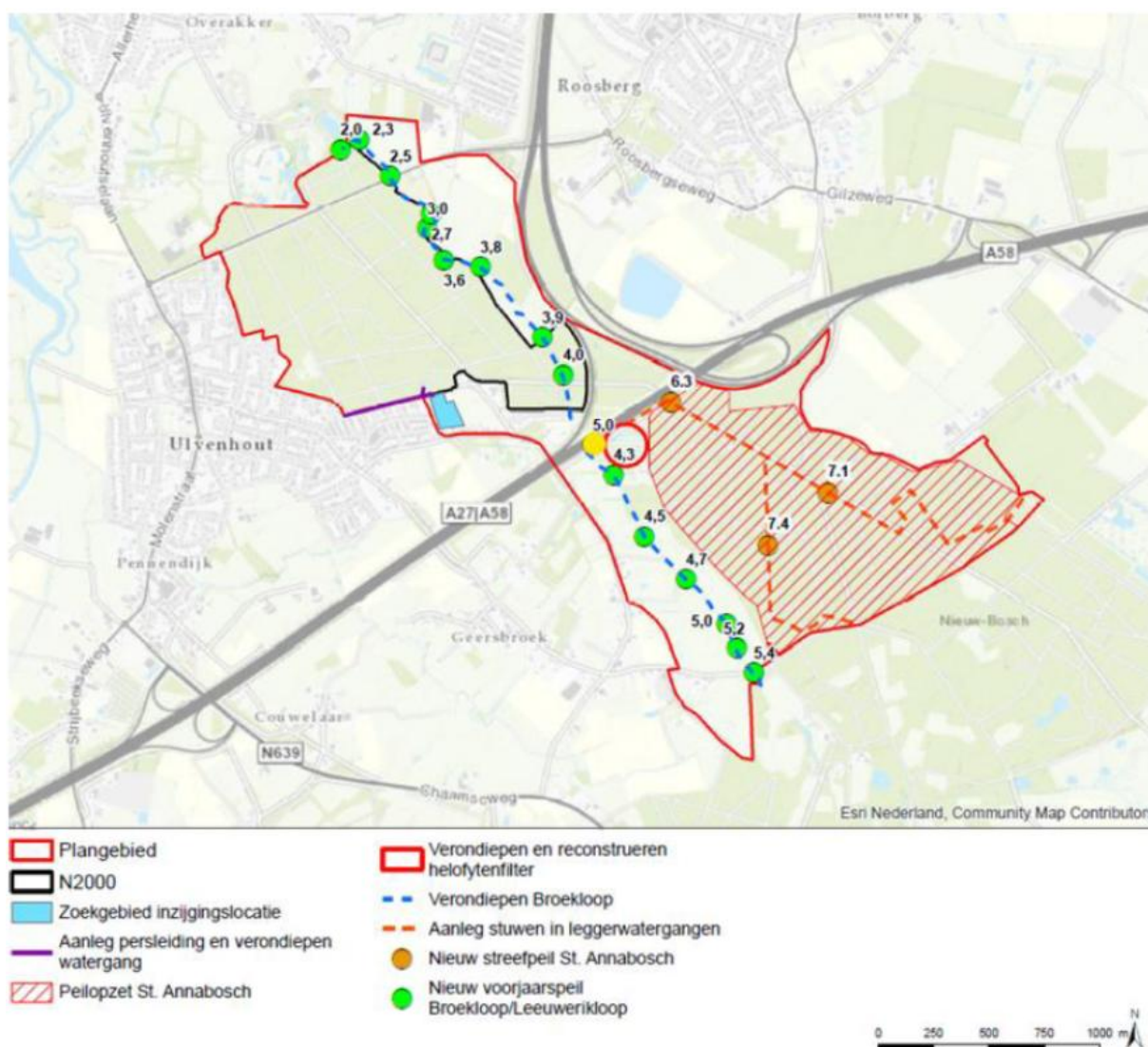
Figuur 16: Uitgevoerde maatregelen in 2017 conform het Bos- en Waterplan Ulvenhoutse Voorbos: de Kerkdreefloop is opgeschoond om de te forse overstrooming van het beekdal in de winter te verminderen (Coenen, 2023).



Figuur 17: Uitgevoerde maatregelen in 2018 conform het Bos- en Waterplan Ulvenhoutse Voorbos (Coenen, 2023).



Figuur 18: Uitgevoerde maatregelen in 2019 conform het Bos- en Waterplan Ulvenhoutse Voorbos (Coenen, 2023).



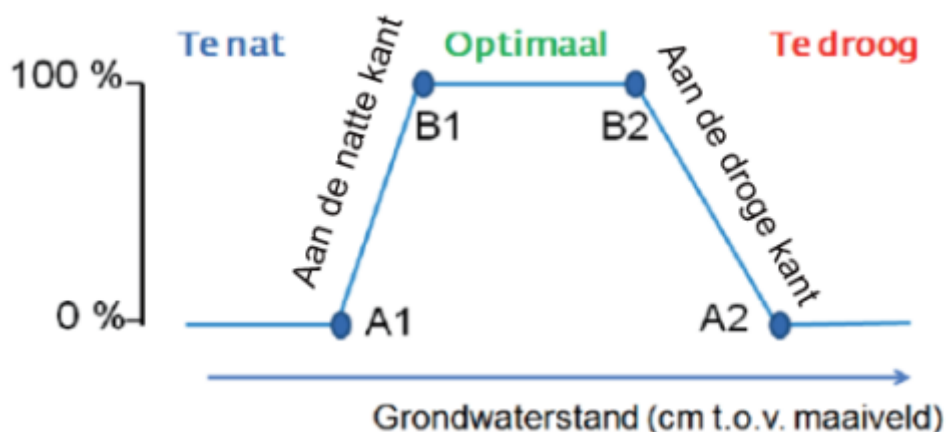
Figuur 19: Schets van de genomen en te nemen maatregelen buiten het gebied (2019-2024) (MER).

8.2 Beoordeling indicatoren per meetlocatie

Over het algemeen geldt dat een toestand goed (+) is als het binnen bereik valt en slecht (-) als het buiten bereik valt en dat een trend goed is als de waarde dicht bij de gewenste waarde komt en negatief als de waarde verder afwijkt van de gewenste waarde. Een trend is neutraal als er geen verandering in standplaatscondities is ten opzichte van het gewenste bereik.

8.2.1 Grondwaterregime

De huidige grondwaterstand op de meetlocaties is goed als de GVG én de GLG binnen de desbetreffende _b1 en _b2 waardes vallen (kernbereik), matig als de GVG en/of de GLG binnen _a1 en _b1 (te natte aanvullende bereik) en/of binnen _a2 en _b2 vallen (te droge aanvullende bereik) en slecht als de GVG en/of de GLG hoger is dan _a1 of lager dan _a2 (buiten het aanvullende bereik, Figuur 20, Tabel 7). Er wordt aangeraden elke 12 jaar bij de habitattypen-kartering te evalueren of de ABBA-cijfers voor dit gebied overeenkomen met die voor goed ontwikkelde vegetaties elders.



Figuur 20: Schematische weergave van de knikpunten van GxG-waardes.

Voor de beoordeling van de trend in GxG geldt dat wat een positieve of negatieve trend is afhangt van het meetpunt en de GxG. Zo zal een stijging van de GLG nagenoeg altijd positief zijn, terwijl een stijging van de GVG ook als negatieve trend beoordeeld kan worden als de GVG natter wordt dan het optimale bereik.

Eventueel kan deze beoordeling in de rapportage nader toegelicht worden door ook tijdstijghoogtediagrammen te bespreken.

Daarnaast wordt de vorm van de duurlijnen per analyseperiode (vergelijkbaar aan een beheerplanperiode) kwalitatief beoordeeld om te kijken hoe verschillen in kweldruk binnen het gebied veranderen over de tijd. Op basis van duurlijnen wordt ook bepaald hoeveel % van de tijd water op maaiveld staat. In vochtige bossen laten duurlijnen 0 – 40 % van de tijd zien dat er water op maaiveld staat (Brouwer et al., 2022). Op basis van de (aangevulde) LESA kan deze brede range aangepast worden naar voor dit gebied relevantere toetsingswaarden.

Niet alleen de duur, maar ook het oppervlak en de locaties die onderwater staan, zijn van belang voor overleving van soorten. Het areaal en de tijdsduur waarmee delen van het bosgebied onder water staan, kan desgewenst in beeld worden gebracht door gebruik te maken van een hydrologische modellering met het meest recente model van Arcadis (Visser, 2024). Dit model moet dan wel opnieuw gekalibreerd worden op basis van de meest recente meetgegevens. De gemodelleerde GxG's die daaruit komen, kunnen dan vergeleken worden met de gemodelleerde GxG's van de vorige kalibratieperiode.

8.2.2 Waterkwaliteit

Per meetlocatie wordt bepaald of de situatie voldoet aan de randvoorwaarden van het doelhabitattype zoals vastgesteld voor die locatie (bijlage 8-6, Tabel 21).

8.2.3 Bodem

pH-profielen

De trend in pH-profiel per locatie wordt kwalitatief geanalyseerd door te kijken of er verschuivingen plaatsvinden in pH-profieltype (richting meer kwelinvloed in de wortelzone). De

trend in de ruimtelijke verspreiding van pH-profielen wordt kwalitatief geanalyseerd door te kijken naar ruimtelijke verschuivingen van pH-gradiënten (bijv. toename in pH ondieper in het profiel in laagtes). Ook wordt de trend kwantitatief beoordeeld door te kijken of de gemiddelde pH in de profielen afneemt (-), gelijk blijft (o), of toeneemt (+) op de raaien.

8.2.4 Paddenstoelen, flora en vegetatie

Voor vegetatie zijn indicatorsoorten benoemd (zie Tabel 6). Voor paddenstoelen is er geen duidelijk referentiekader en al helemaal niet van een intacte situatie; vrijwel alle recente waarnemingen komen uit verdroogde en vermeste situaties. Wel weten we van veel soorten of ze indicatief zijn voor bijvoorbeeld een hogere buffercapaciteit of lage nutriëntengehaltes in de bodem. Voor een deel van de soorten zijn ook Ellenberg-indicatiewaarden voorhanden. Het voorkomen van kensoorten kan bepaald worden op basis van Bijlsma & Janssen (2021). Alle soorten kunnen daarnaast worden opgedeeld in ecologische groepen. De soorten die ectomycorrhiza vormen, worden ingedeeld in weinig stikstofgevoelige of stikstofgevoelige soorten. Daarnaast is er een ecologisch interessante groep soorten met een nog onbekende vorm van samenwerking (wasplaten, satijnzwammen, knotszwammen, aardtongen e.d.), die gevoelig is voor zowel fosfaat- als nitraatgehaltes in de bodem. Strooiselafbrekers worden ingedeeld in specialisten en generalisten (bulk-afbrekers), waarbij de generalisten de overhand krijgen bij versterkte strooiselafbraak.

Door te werken met losse indicatorsoorten en/of ecologische groepen voor planten en paddenstoelen wordt een evaluatiesysteem opgesteld. Vervolgens kan per groep worden beoordeeld of er verschuivingen plaatsvinden in de indicaties voor met name zuurgraad, buffering en vocht. Deze groepen worden opgesteld aan de hand van de gevonden soorten.

De vlakdekkende indicatorsoortenkartering wordt ook ruimtelijk beoordeeld door de verspreiding en de abundantie van de soorten weer te geven op kaart. Over tijd kan er bekeken worden of de soorten van basenrijke omstandigheden zich uitbreiden vanuit de laagtes en slootranden.

8.3 Beoordeling toestand en trend van systeemherstel

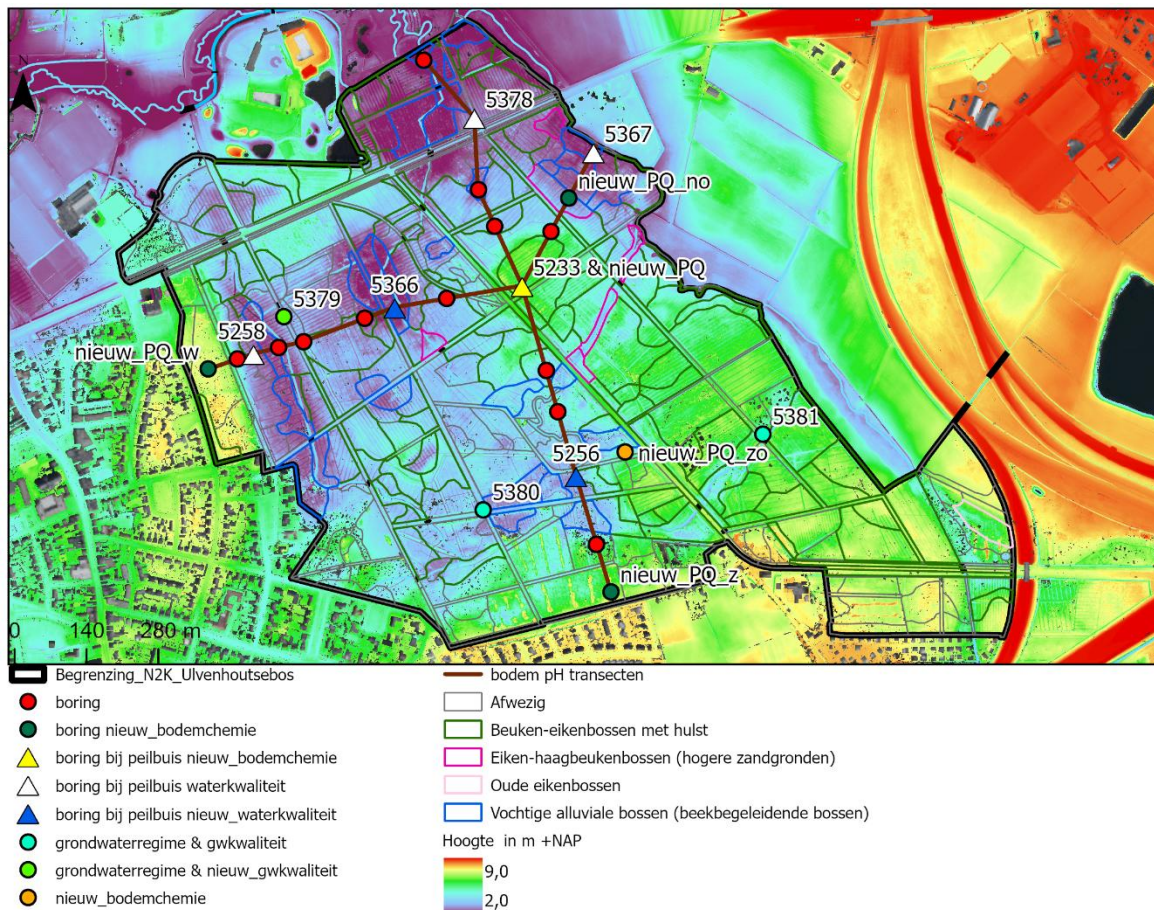
Er zijn nog geen uniforme 'maatlaten voor systeemherstel'. Dit vraagt om maatwerk en expertkennis. Hieronder volgt een opzet hoe de beoordeling van systeemherstel in het Ulvenhoutse bos plaats kan vinden.

De opzet van het netwerk van meetpunten die worden gebruikt voor de beoordeling van het systeemherstel is weergegeven in Figuur 21. Wat betreft grondwaterkwaliteit wordt vooral de kwaliteit in het meest ondiepe filter beoordeeld, aangezien de standplaatseisen te maken hebben met de basenrijkdom van de wortelzone. De relevante inzichten in het functioneren van het systeem die de gegevensanalyse van de diepere filters verstrekken moeten wel in de tekst van de monitoringsrapportage verwerkt worden.

De informatie die per meetpunt en indicator wordt verzameld en beoordeeld zoals omschreven in de voorgaande paragraaf, wordt voor de beoordeling van de toestand en de trend waarin

systeemherstel optreedt zoveel mogelijk ruimtelijk in beeld gebracht. De indicatoren zijn hierin gelinkt aan de concrete meetvragen die in H3 zijn opgesteld in relatie tot systeemherstel.

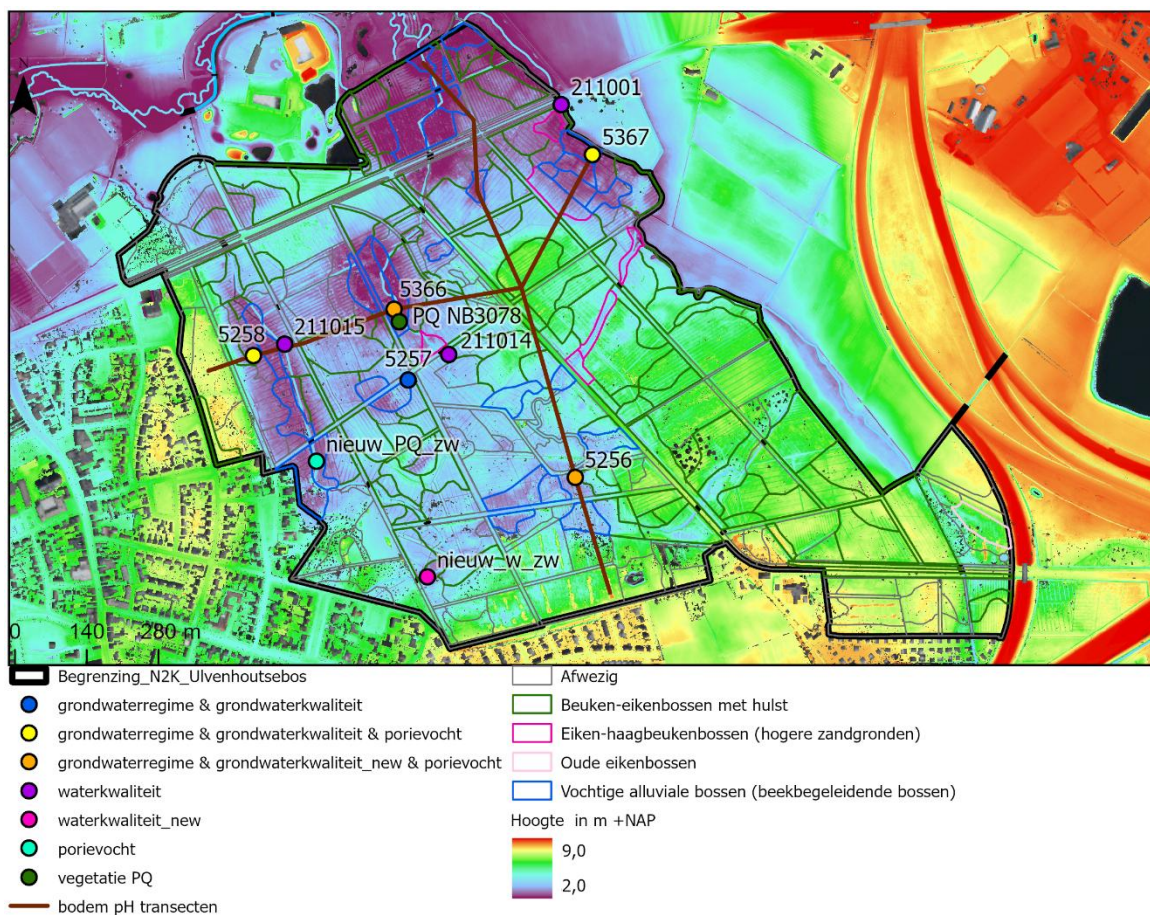
Zo zouden de scores (goed/matig/slecht) per meetvraag en per meetpunt in een kaart weergegeven kunnen worden als stoplichtsysteem. In een tekst kan het ruimtelijke beeld worden beschreven en kan vervolgens een analyse worden gegeven waar in het gebied welke indicatoren, factoren en processen een positieve of juist negatieve trend vertonen en de mate waarin het systeem herstelt. Ook wordt de (versimpelde) beoordeling op basis van de maatlatten in de tekst op basis van expert judgement toegelicht.



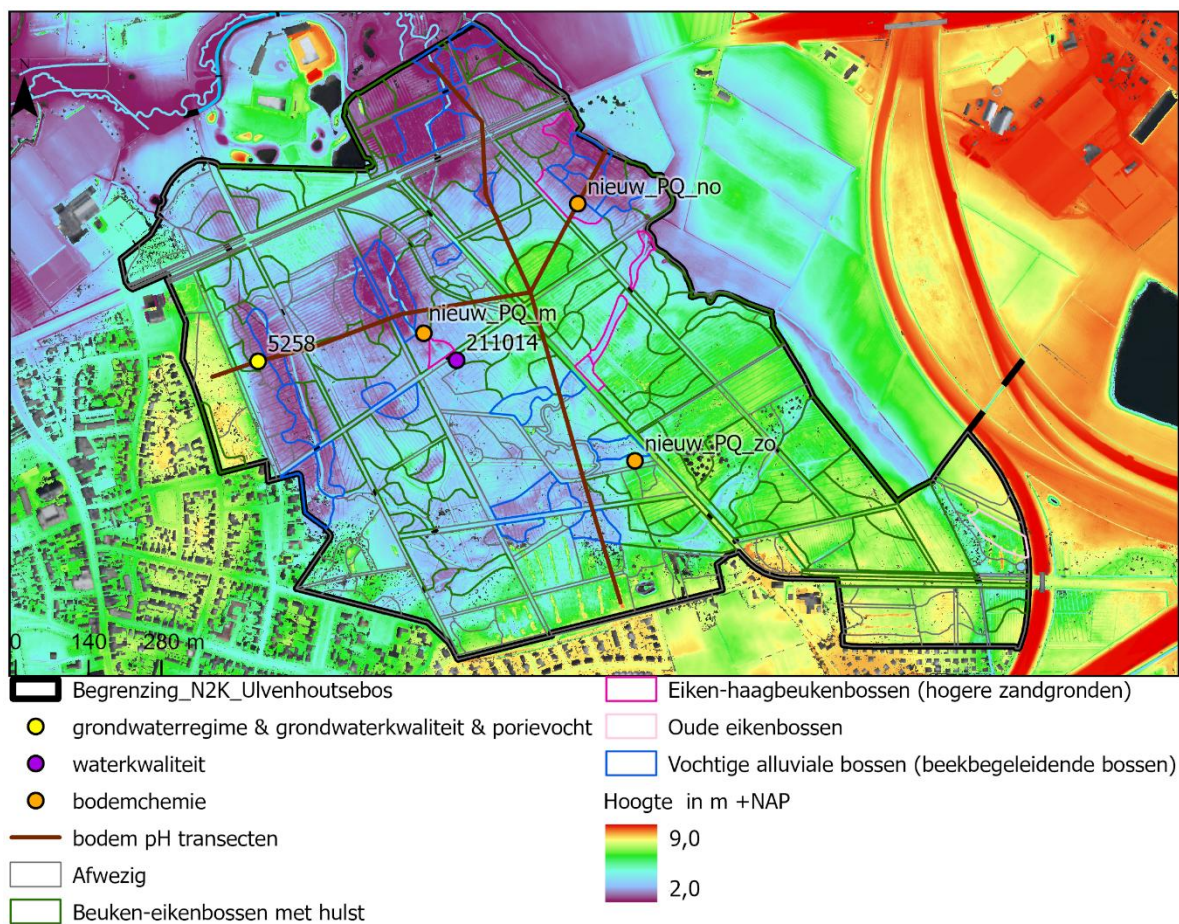
Figuur 21: Opzet monitoringsplan vraag 1 – systeemherstel.

8.4 Beoordeling toestand en trend van standplaatscondities

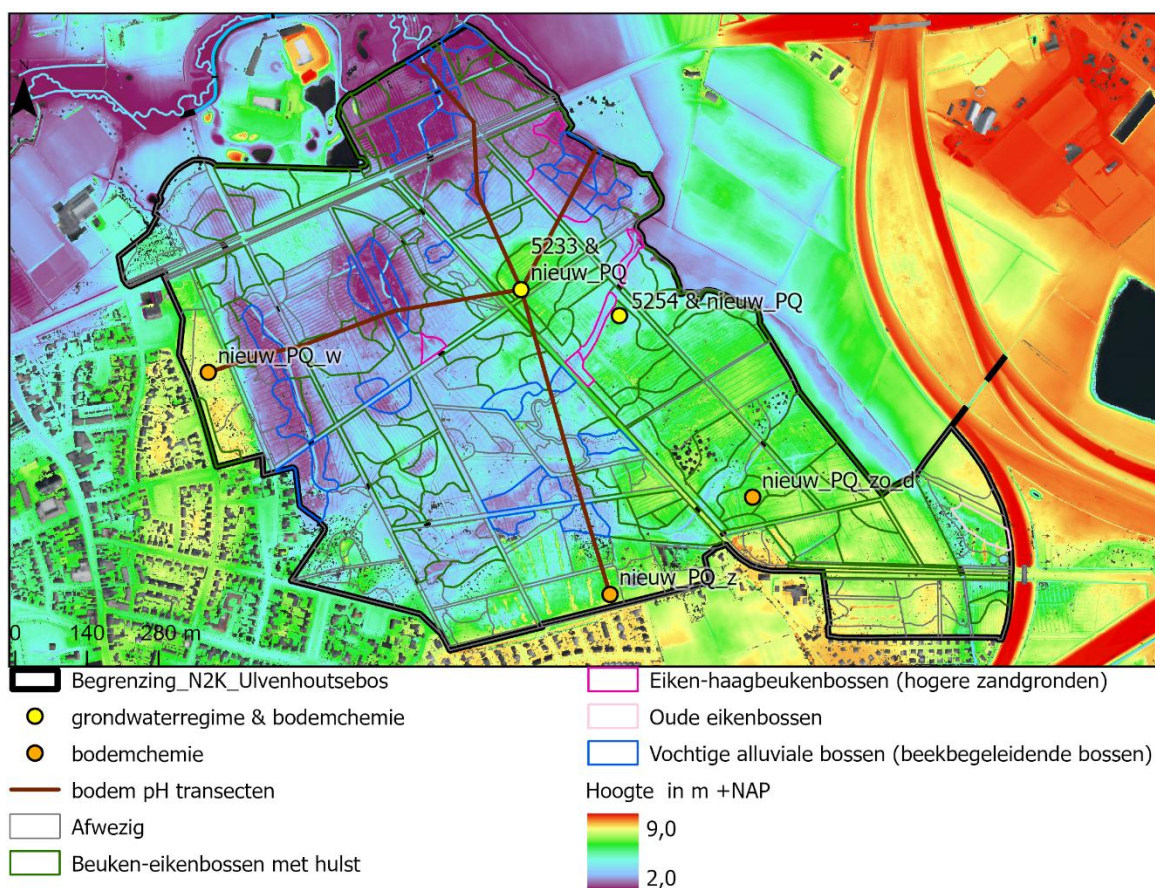
De beoordeling van de toestand en de trend van standplaatscondities volgt een standaardmethode waarbij de eerder gepresenteerde tabellen met referentiewaarden de basis vormen. In de toekomst wordt het product 'Uniforme beoordelingskaders' opgeleverd binnen de programmalijs Doelbereik van het Verbeterprogramma VHR-monitoring. Dit product zal helpen om tot een beoordeling van de habitattypen op basis van standplaatscondities te komen. Nu vraagt deze vertaalslag nog om maatwerk. Figuur 22, Figuur 23 & Figuur 24 laten per habitattypen de monitoringslocaties zien waar de standplaatscondities gemeten worden.



Figuur 22: Opzet monitoringsplan vraag 2 – standplaatscondities Vochtige alluviale bossen.



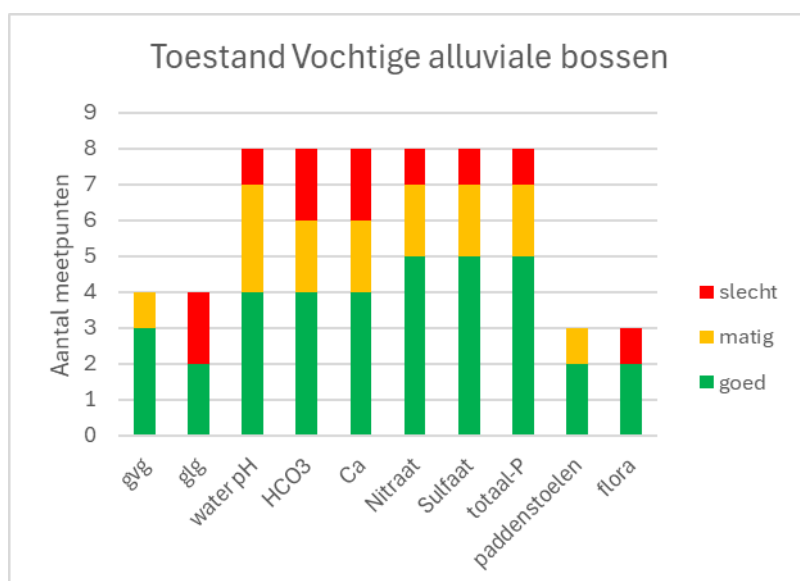
Figuur 23: Opzet monitoringsplan vraag 2 – standplaatscondities Eiken-haagbeukenbos.



Figuur 24: Opzet monitoringsplan vraag 2 – standplaatscondities Eiken-beukenbossen met hulst.

8.4.1 Toestand beoordeling standplaatscondities

De actuele gegevens voor de indicatoren grondwaterregime, waterkwaliteit, bodemchemie, paddenstoelen en flora worden beoordeeld aan de hand van de referentiewaarden uit de maatlatten zoals beschreven in paragraaf 5.1. Deze analyse levert per meetpunt een beoordeling op van de standplaatscondities voor de verschillende relevante parameters binnen het betreffende habitattype. Deze beoordeling is, waar relevant, gebaseerd op de gemiddelde waarde van de periode waarover de analyse plaatsvindt. Bijvoorbeeld voor waterchemie worden voor de driejaarlijkse tussenrapportages de gemiddelde waarden gebruikt over die periode. De scores worden per parameter samengevoegd en visueel weergegeven in een staafdiagram zoals in Figuur 25. Wat betreft waterkwaliteit worden daarin pH, HCO_3 , Ca, NO_3 , SO_4 en totaal-P meegenomen en wat betreft bodemchemie pH, basenverzadiging, olsen-P, NO_3 en NH_4 . Voor paddenstoelen en flora is er één parameter die meegenomen wordt die gebaseerd is op het aantal wenselijke kensoorten en indicatorsoorten. Voor grondwaterkwaliteit worden, net als bij de beoordeling van het systeemherstel, alleen de data van het ondiepe filter beoordeeld. Het staafdiagram biedt een duidelijk overzicht van de toestand van de relevante parameters voor een habitattype en laat daarmee zien met welke parameters het niet goed gaat binnen het onderzochte gebied. In de begeleidende tekst worden nuances beschreven, die in het diagram niet weergegeven kunnen worden.



Figuur 25: Voorbeeld van de toestandsscores die voor verschillende abiotische parameters zijn gehaald voor alle meetpunten die getoetst worden aan het habitatype Vochtige alluviale bossen. Hier is voor waterchemie één type weergegeven, maar in de werkelijkheid zal er voor Vochtige alluviale bossen beoordeeld worden op grondwater, porievocht én oppervlaktewater.

De scores per parameter worden per analyseperiode vertaald naar een eindscore per habitatype. Daarvoor wordt eerst een totaalscore per meetpunt bepaald op basis van de parameters die op dat meetpunt zijn gemeten (Tabel 17). Deze beoordeling gaat uit van het *one-out, all-out* principe. Waar dit in de praktijk van de monitoring en evaluatie nodig blijkt, kan deze tabel nog aangepast worden, zodat de beoordeling op basis van een liefst landelijke tabel en expert judgement overeenkomen. Ook is aanpassing belangrijk wanneer er op basis van onderzoek en de praktijk nieuwe inzichten komen wat betreft de beoordeling/weging en relevantie van de gemeten procesindicatoren.

Tabel 17: Vertaaltabel van scores per parameter naar een totaalscore per meetpunt. De totaalscore goed, matig of slecht is afhankelijk van het aantal gemeten parameters per meetlocatie.

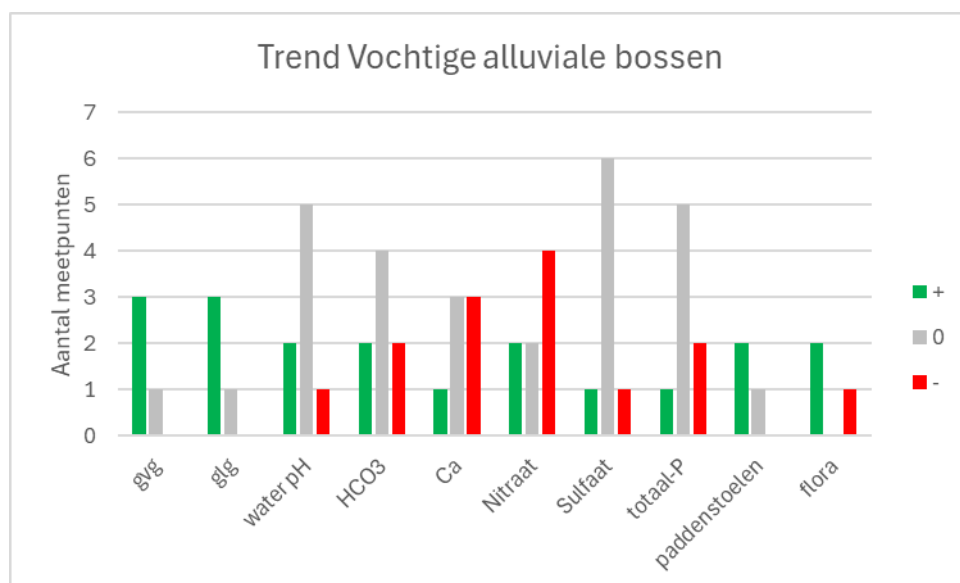
Totaalscore	14-18 parameters	8-13 parameters	5-8 parameters
Goed	Max 3 matig en 0 slecht	Max 2 matig en 0 slecht	Max 1 matig en 0 slecht
Matig	>3 matig en 0 slecht	>2 matig en 0 slecht	>0 matig en 0 slecht
Slecht	1 of meer slecht	1 of meer slecht	1 of meer slecht

De eindscore van een habitatype wordt bepaald door het samenvoegen van alle totaalscores per meetpunt die in dat habitatype vallen. Deze eindscore wordt weergegeven in een staafdiagram met het aantal locaties goed – matig – slecht, aangevuld met een beschrijving waarin de ruimtelijke verdeling van de totaalscores en parameters besproken wordt.

8.4.2 Trend beoordeling standplaatscondities

De trends in grondwaterregime, waterkwaliteit, bodemchemie, paddenstoelen en flora zijn beoordeeld zoals beschreven in paragraaf 5.1. Deze analyse levert per meetpunt een beoordeling op van de trend voor de verschillende relevante parameters binnen het

betreffende habitattype. De scores worden per parameter samengevoegd en visueel weergegeven in een staafdiagram zoals het voorbeeld in Figuur 26.



Figuur 26: Voorbeeld van de trendscores die voor verschillende abiotische parameters zijn gehaald voor alle meetpunten die getoetst worden aan het habitattype Vochtige alluviale bossen, hier is voor waterchemie één type weergegeven, maar in de werkelijkheid zal er voor Vochtige alluviale bossen beoordeeld worden op grondwater, porievocht én oppervlaktewater.

Dit diagram biedt een duidelijk overzicht van de trend van de relevante parameters voor een habitattype en laat daarmee zien met welke parameters het niet goed gaat binnen het onderzochte gebied. Dit beeld wordt in de tekst nader beschreven, waarbij ook gebruik gemaakt dient te worden van de overige gemeten parameters. Per meetpunt wordt er vervolgens beoordeeld hoe de trend van alle gemeten parameters op die locatie zich ontwikkelen aan de hand van Tabel 18.

Tabel 18: Vertaaltabel van de scores per parameter naar een totaalscore per meetpunt.

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

De eindscore van een habitattype wordt bepaald door het samenvoegen van alle totaalscores per meetpunt die in dat habitattype vallen. Deze eindscore wordt weergegeven in een staafdiagram met het aantal locaties positief – neutraal – negatief, aangevuld met een beschrijving waarin de ruimtelijke verdeling van de totaalscores en parameters besproken wordt.

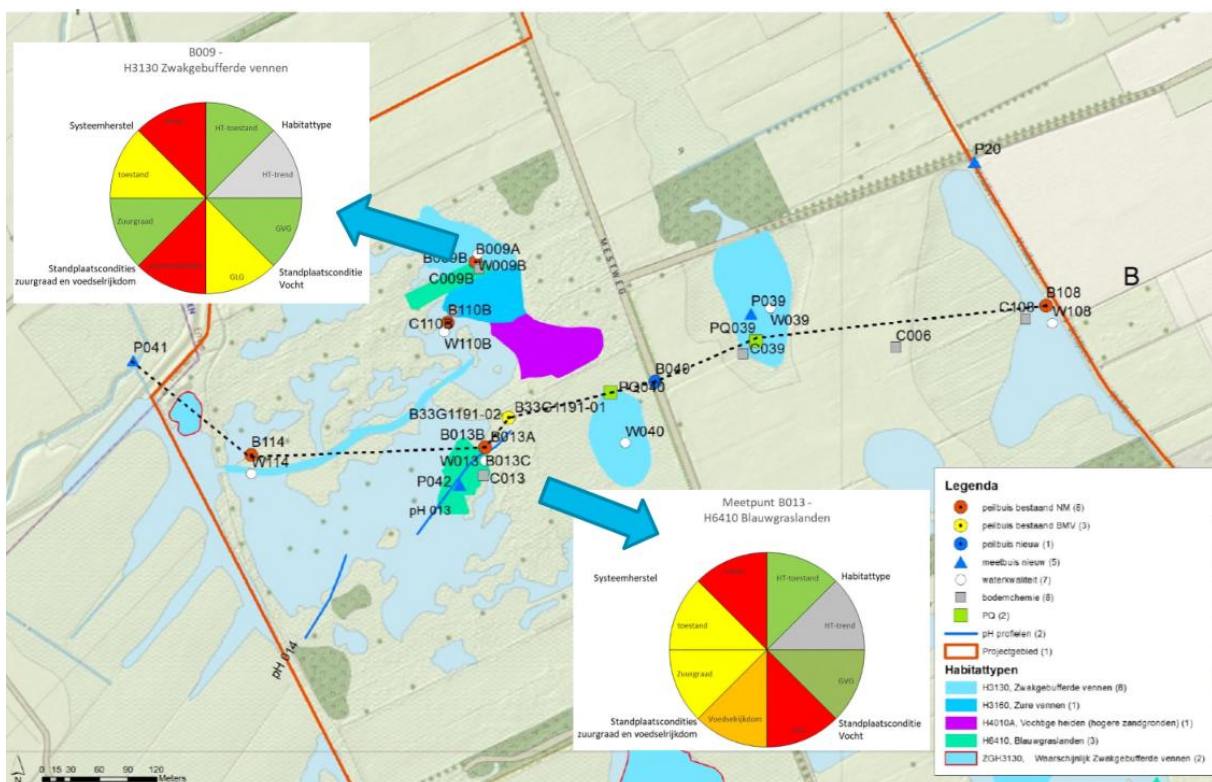
8.4.3 Ruimtelijke beoordeling standplaatscondities

Gezien de verwachte verschuivingen van habitattypen op de gradiënt van laag en nat naar hoog en droog is het ook relevant om de toestand en trend van standplaatscondities ruimtelijk

te beoordelen. Deze ruimtelijke beoordeling voor toestand en trend per meetlocatie gebeurt op basis van een stoplichten systematiek die weergegeven wordt op een kaart (Tabel 19 en Figuur 27). Dit kan alleen gebeuren op locaties met voldoende monitoringsgegevens. Er dient een selectie gemaakt te worden van de meest relevante procesindicatoren. Dit zijn: GLG, pH-grondwater, pH-porievocht, pH-wortelzone bodem, basenrijkdom van de bodem, voedselrijkdom van de bodem, en de aan-/afwezigheid en frequentie/abundantie van indicatorsoorten binnen de paddenstoelen, flora en bodemfauna. Ook de beoordeling van de pH-transecten en de vlakdekkende planten indicatorsoortenkartering wordt in dit deel van het rapport beschreven.

Tabel 19: Stoplichten systematiek voor totaalbeoordeling van de toestand en trend voor een bepaald meetpunt (Dorland & Clevers, 2020).

Kleurcode	Toestand	Trend
	Voldoet aan kernbereik	Positieve trend
	Voldoet aan aanvullende bereik	
	Voldoet niet aan vereisten	Negatieve trend
		Trend niet te duiden of geen trend
	Geen data beschikbaar	Geen data beschikbaar



Figuur 27: Voorbeeld van een ruimtelijke weergave van de totaalbeoordeling voor twee meetlocaties op de Empese en Tondense heide (Dorland & Clevers, 2020). De subcategorieën systeemherstel en habitattype zijn voor dit monitoringsplan niet relevant.

8.5 Beoordeling systeemgerelateerde drukfactoren

In paragraaf 3.1.3 is aangegeven dat de beoordeling van de systeemgerelateerde drukfactoren via de hoofdvragen 1 (systeemherstel) en 2 (toestand en trend van standplaatscondities) gedaan

wordt. Tabel 20 geeft weer uit welke eerdere analyses de beoordeling van deze drukfactoren volgt.

Tabel 20: Beoordeling van systeemgerelateerde drukfactoren.

Systeemgerelateerde drukfactor	Beoordeling invloed
Onvoldoende aanvoer basenrijk grondwater	Volgt uit het oordeel over meetvraag 1 systeemherstel – beoordeling pH, Ca, HCO ₃ in grondwater, porievocht, en pH-profiel
Slechte waterkwaliteit	Volgt uit de beoordeling van nutriëntenrijkdom van grondwaterkwaliteit en oppervlaktewaterkwaliteit van alle gemeten locaties
Verdroging	Volgt uit het oordeel over meetvraag 1 systeemherstel – beoordeling GLG ondiepe filters binnen doelbereik Vochtige alluviale bossen. Dit kan ook uitgedrukt worden in % t.o.v. de maximaal wenselijke GLG
Verzuring en vermesting (stikstofdepositie)	Volgt uit de beoordeling van vegetatiekarteringen (indicatoren verzuring en verzuiging) en aanvullend uit onderdelen van meetvraag 2 toestand en trend van de standplaatscondities die betrekking hebben op vermesting en verzuring (pH-profiel, bodemchemie, porievocht)

8.6 Overzichtstabellen meetpunten

Tabel 21: Overzicht meetlocaties.

Code	X	Y	Meetdoel	Meetinstrument	Diepte	Opmerking	Toetsing	Bodemtype	Habitatype_t1
5367	115091	396680	grondwaterregime & gwkwaliteit	peilbuis	2 filters	filter boven en onder leem, beregeningsbeleid	systeem, H91E0C	Wz	Vochtige alluviale bossen - Elzenbos met Moeraszegge /Vogelkers-beuken-eikenbos met Moeraszegge
5367	115091	396680	nieuw_pwkwaliteit	cup/rhizon	10 - 15 cm-mv		systeem, H91E0C	Wz	Vochtige alluviale bossen - Elzenbos met Moeraszegge /Vogelkers-beuken-eikenbos met Moeraszegge
5233	114952	396420	grondwaterregime	peilbuis	1 filter	in leem?	systeem, H9120	cHn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos, gewone salomonszegel, dalkuid en hulst
5233	114952	396420	bodemchemie	bodemmonster			systeem, H9120	cHn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos, gewone salomonszegel, dalkuid en hulst
5233	114952	396420	PQ & paddenstoelen	opname			systeem, H9120	cHn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos, gewone salomonszegel, dalkuid en hulst
5256	115057	396050	grondwaterregime & nieuw_gwkwaliteit	peilbuis	1 filter	freatisch	systeem, H91E0C	Wz	nvt - Struweel van grauwe wilg
5256	115057	396050	nieuw_pwkwaliteit	cup/rhizon	10 - 15 cm-mv		systeem, H91E0C	Wz	nvt - Struweel van grauwe wilg
5366	114704	396378	grondwaterregime & nieuw_gwkwaliteit	peilbuis	1 filter	filter onder leem, beregeningsbeleid	systeem, H91E0C	V	Vochtige alluviale bossen - Elzenbos met Moeraszegge /Vogelkers-beuken-eikenbos met Moeraszegge / ernaast vogelkers essenbos
5366	114704	396378	nieuw_pwkwaliteit	cup/rhizon	10 - 15 cm-mv		systeem, H91E0C	V	Vochtige alluviale bossen - Elzenbos met Moeraszegge /Vogelkers-beuken-eikenbos met

									Moeraszegge / ernaast vogelkers essenbos
5258	114429	396288	grondwaterregime & gwkwaliteit	peilbuis	1 filter	freatisch?	systeem, H91E0C, H9160A	Wz	nvt - Beuken-eikenbos, vorm met Gewone braam, ernaast vogelkersessenbos
5258	114429	396288	nieuw_pwkwaliteit	cup/rhizon	10 - 15 cm-mv		systeem, H91E0C, H9160A	Wz	nvt - Beuken-eikenbos, vorm met Gewone braam, ernaast vogelkersessenbos
5379	114488	396360	grondwaterregime & nieuw_gwkwaliteit	peilbuis	4 filters, freatisch tm diep		systeem	cZn34	nvt - beuken eiken bos
5380	114876	395984	grondwaterregime & gwkwaliteit	peilbuis	4 filters, freatisch tm diep	4 filters, waterkwaliteit landbouwinvloed	systeem	Wz	nvt - berken eiken bos met brede stekelvaren, andere kant pad wel vochtige alluviale bossen - Elzenbos met Moeraszegge /Vogelkers-beuken-eikenbos met Moeraszegge
nieuw_PQ_m	114747	396342	bodemchemie	bodemmonster		flank veranderingen	H9160A	tZg36	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos, gewone salomonszegel, dalkuid en hulst, mogelijk vernatten
nieuw_PQ_m	114747	396342	PQ & paddenstoelen	opname		flank veranderingen	H9160A	tZg36	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos, gewone salomonszegel, dalkuid en hulst, mogelijk vernatten
5254	115144	396369	grondwaterregime & bodemchemie	peilbuis	1 filter	freatisch	H9120	cZn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met adelaarsvaren
5254	115144	396369	bodemchemie	bodemmonster			H9120	cZn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met adelaarsvaren
5254	115144	396369	PQ & paddenstoelen	opname			H9120	cZn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met adelaarsvaren

5257	114731	396240	grondwaterregime & gwkwaliteit	peilbuis	1 filter	onder leem?	H91E0C	tZg36	Vochtige alluviale bossen - Elzenbos met Moeraszegge /Vogelkers-beuken-eikenbos met Moeraszegge
211001	115029	396778	owkwaliteit	watermonster		invloed overstroming broekloop	H91E0C		
211015	114490	396310	owkwaliteit	watermonster			H91E0C	Zn34	nvt - Berken eikenbos met braam maar gaat mogelijk vernatten
211014	114810	396290	owkwaliteit	watermonster			H91E0C, H9160A	tZg36	Beuken eikenbos met hulst - vorm met hulst en dalkruid, mogelijk vernatten
nieuw_w_zw	114769	395856	nieuw_owkwaliteit	watermonster		flank met doelsoorten, lokaler systeem dan stroomafwaards?	H91E0C	cZn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos, gewone salomonszegel, dalkruid en hulst, vernatten
nieuw_PQ_no	115043	396590	bodemchemie	bodemmonster		nu Eiken-haagbeukenbos	systeem, H9160A	tZg36	Eiken-haagbeukenbos - soortenarme vorm
nieuw_PQ_no	115043	396590	PQ & paddenstoelen	opname		nu Eiken-haagbeukenbos	systeem, H9160A	tZg36	Eiken-haagbeukenbos - soortenarme vorm
nieuw_PQ_zo	115153	396097	bodemchemie	bodemmonster		potentie Eiken-haagbeukenbos	systeem, H9160A	Wz/cZn34	nvt - beuken-eikenbos met gewone braam
nieuw_PQ_zo	115153	396097	PQ & paddenstoelen	opname		potentie Eiken-haagbeukenbos	systeem, H9160A	Wz/cZn34	nvt - beuken-eikenbos met gewone braam
nieuw_PQ_w	114341	396258	bodemchemie	bodemmonster		compensatiepotentie Eiken-beukenbos met hulst	systeem, H9120	EZ	nvt - naaldbos met adelaarsvaren
nieuw_PQ_w	114341	396258	PQ & paddenstoelen	opname		compensatiepotentie Eiken-beukenbos met hulst	systeem, H9120	EZ	nvt - naaldbos met adelaarsvaren
5378	114859	396747	grondwaterregime & gwkwaliteit	peilbuis	3 filters ondiep tm diep		systeem	tZg36	nvt - Beuken-eikenbos, vorm met Gewone braam
5378	114859	396747	nieuw_pwkwaliteit	cup/rhizon	10 - 15 cm-mv		systeem	tZg36	nvt - Beuken-eikenbos, vorm met Gewone braam
nieuw_PQ_z	115125	395824	bodemchemie	bodemmonster		compensatiepotentie Eiken-beukenbos met hulst	systeem, H9120	cZn34	nvt - dennenbos met bramen

nieuw_PQ_z	115125	395824	PQ & paddenstoelen	opname		compensatiepotentie Eiken-beukenbos met hulst	systeem, H9120	cZn34	nvt - dennenbos met bramen
nieuw_PQ_zo_d	115403	396014	bodemchemie	bodemmonster		goede plek met Eiken-beukenbos met hulst	H9120	cZn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos
nieuw_PQ_zo_d	115403	396014	PQ & paddenstoelen	opname		goede plek met Eiken-beukenbos met hulst	H9120	cZn34	Beuken-eikenbossen met hulst - beukenbos vorm met kussentjesmos
nieuw_PQ_zw	114552	396081	nieuw_pwkwaliteit	cup/rhizon	10 - 15 cm-mv	wilgen/populieren opstand met doelsoorten vochtige bossen	H91E0C	Wz	Vochtige alluviale bossen - Vogelkers-essenbos
nieuw_PQ_zw	114552	396081	PQ & paddenstoelen	opname		wilgen/populieren opstand met doelsoorten vochtige bossen	H91E0C	Wz	Vochtige alluviale bossen - Vogelkers-essenbos
5381	115421	396131	grondwaterregime & gwkwaliteit	peilbuis	4 filters, freatisch tm diep		systeem	tZg36	nvt - dennenbos met adelaarsvaren
PQ NB3078	114714	396354	vegetatie PQ	opname			H91E0C	tZg36	Vochtige alluviale bossen - Elzenbos met Moeraszegge /Vogelkers-beuken-eikenbos met Moeraszegge

Tabel 22: Filterdieptes en start data metingen grondwaterregime en grondwaterkwaliteit.

code	filter	start regime	start kwaliteit	mv (m +NAP)	top f 1 (m+NAP)	onder f 1 (m+NAP)	top f 2 (m+NAP)	onder f 2 (m+NAP)2	top f 3 (m+NAP)	onder f 3 (m+NAP)	top f 4 (m+NAP)	onder f 4 (m+NAP)	opmerking
5233_PBF	1	11/03/2008		4.49	2.65	1.65							boringen in de buurt zitten rond deze nap diepte in de leem
5254_PBF	1	12/03/2008		4.53	3.7	2.7							filter in zand boven leem
5256_PBF	1	12/03/2008		3.59	2.44	1.44							geen boring, in de buurt zand
5257_PBF	1	12/03/2008	14/04/2023	3.72	1.53	0.53							geen boring, in de buurt, suggereert dat filter onder eerste 0,5 m dikke leemlaag in zand zit
5258_PBF_2	1	12/03/2008	14/05/2020	3.16	2.59	1.59							geen boring, boring in de buurt suggereert dat filter goed staat, waterkwaliteit op 3 filterdieptes gemeten?
5366_PBF	1	12/01/2015		2.65	1.37	0.37							geen boring in de buurt, arcadis rapport: filter onder 70 cm dikke leemlaag dus geen freatisch water gemeten
5367_PBF	2	12/03/2008	f1: 14-05-2020; f2: 05-12-2022	2.79	2.81	1.81	1.45	0.45					geen boring, f1 lijkt boven en f2 in leem/klei
5378_PBF	3	01/08/2018	f1&f2: 14-05-2020; f3: 05-12-2022	3.48	0.2	-0.8	-5.03	-6.03	-21.66	-22.66			eerste filter onder eerste leemlaag in zand, tweede onder tweede leemlaag, derde in zand ver onder derde leemlaag
5379_PBF	4	01/08/2018		3.52	1.62	0.62	-0.49	-1.49	-4.31	-5.31	-21.52	-22.52	eerste filter in eerste leem en zand, tweede top leem in zand, derde top in leem in zand, vierde in zand geen leem meer tussen 3 en 4
5380_PBF	4	01/08/2018	f1&f2: 14-05-2020; f3: 05-12-2022	3.69	2.59	1.59	0.29	-0.71	-3.88	-4.88	-21.22	-22.22	eerste top in leem en zand, tweede in zand dat ook in 1e filter zit, derde in zand onder tweede leemlaag, vierde ver onder derde leemlaag
5381_PBF	4	01/08/2018	f1&f2: 14-05-2020	4.65	2.12	1.12	0.68	-0.32	-9.48	-10.48	-19.56	-20.56	eerste deels in leem en zand, tweede onder leem, derde in zand onder volgede leemlaag, vierde in zand geen leemlagen met drie wel dun veenlaagje

8.7 Detectielimieten bodem- en waterchemie

Tabel 23: Detectielimieten waaraan laboratoria moeten voldoen die de bodem- en waterchemische monsters analyseren voor het monitoringsplan omgevingscondities Ulvenhoutse bos.

Type monster	Stof	Detectielimiet	Eenheid
Destructie (salpeterzuur) bodem	Aluminium	3	mmol/liter verse bodem
	Ijzer	3	mmol/liter verse bodem
	Calcium	1	mmol/liter verse bodem
	Magnesium	1	mmol/liter verse bodem
	Kalium	1	mmol/liter verse bodem
	Fosfor	0,5	mmol/liter verse bodem
	Zwavel	1	mmol/liter verse bodem
Zout extract bodem	Aluminium	3	micromol/liter verse bodem
	Calcium	3	micromol/liter verse bodem
	Magnesium	3	micromol/liter verse bodem
	Kalium	3	micromol/liter verse bodem
	Fosfor	0,5	micromol/liter verse bodem
	Ammonium	1	micromol/liter verse bodem
	Nitraat	1	micromol/liter verse bodem
Oppervlaktewater/porievocht/grond water	Alkaliniteit	0,01	milli-equivalent/liter
	Bicarbonaat	5	micromol/liter
	Kooldioxide	5	micromol/liter
	Aluminium	1	micromol/liter
	Ijzer	1	micromol/liter
	Calcium	3	micromol/liter
	Magnesium	3	micromol/liter
	Kalium	3	micromol/liter
	Natrium	5	micromol/liter
	Chloride	5	micromol/liter
	Fosfor	0,05	micromol/liter
	Zwavel	5	micromol/liter
	Orthofosfaat	0,02	micromol/liter
	Nitraat	2	micromol/liter
	Ammonium	2	micromol/liter