



Stresstest Biodiversiteit

Effect van klimaatverandering op Basiskwaliteit Natuur (BKN)

Ministerie van LNVN

27 maart 2026

Project **Stresstest Biodiversiteit**
Opdrachtgever **Ministerie van LVVN**

Document **Effect van klimaatverandering op Basiskwaliteit Natuur (BKN)**
Status **Definitief**
Datum **27 maart 2026**
Referentie **149058/26-004.810**
Classificatie W+B **Projectgerelateerd**

Projectcode **149058**
Projectleider **Dr. J. Vaas MSc**
Projectdirecteur **Drs. L.G. Turlings**

Auteur(s) **Drs. R. van Ek, M. van der Kamp MSc**
Gecontroleerd door **M. van der Kamp MSc**
Goedgekeurd door **Dr. J. Vaas MSc**
Paraaf



Adres **Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer**
Daalsesingel 51c
Postbus 24087
3502 MB Utrecht
+31 (0)30 765 19 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Tekst- en datamining van (delen van) dit document, evenals enige verwerking of reproductie ervan door middel van kunstmatige intelligentie technologieën is uitdrukkelijk niet toegestaan, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Dit document (of delen ervan) mag niet worden veeelvoudigd en/of anderszins worden gebruikt op enigerlei wijze voor het trainen van kunstmatige intelligentie technologieën, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	COLOFON	4
2	WAAROM DEZE HANDREIKING?	5
2.1	Aanleiding	5
2.2	Doel	7
2.3	Scope van de handreiking	7
2.4	Totstandkoming handreiking	9
2.5	Leeswijzer	10
3	STRESSTEST BIODIVERSITEIT	11
3.1	Algemeen	11
3.2	Quickscan	13
3.2.1	Methode	13
3.2.2	Stap 1 - Afbakening projectgebied	17
3.2.3	Stap 2 - Partijen betrekken	19
3.2.4	Stap 3 - Gegevens verzamelen en ordenen	20
3.2.5	Stap 4 - Het maken van een beoordeling	26
3.2.6	Stap 5 - Rapportage	37
3.2.7	Risicodialoog	37
4	AANBEVELINGEN VOOR VERVOLG	39
5	REFERENTIES	40
	Laatste pagina	42
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Achtergrondinformatie klimaat en biodiversiteit bij de stresstest biodiversiteit	13
II	Kaart hoge zandgronden	1

1

COLOFON

Deventer, maart 2026.

Uitgave

Ministerie van LNVN.

Auteurs

Drs. R. van Ek & M. van der Kamp MSc.

Klankbordgroep Stresstest Biodiversiteit BKN

M.A. Huurdeman (LNVN), P. van Eerden (LNVN), K. Boelens-Vos (Gemeente Eindhoven), C. Capendale (gemeente Haarlem), Y. van Dijk (gemeente Groningen), C. van Duijn (gemeente Bloemendaal), T. Klomp (Samen klimaatbestendig), I. Poortinga (Samen klimaatbestendig), M. Pesman (Klimaatadaptatie Nederland), K. Spaan (Waternet).

Referaat

Het klimaat verandert. Dit heeft effect op de biodiversiteit. Voor de onderwerpen wateroverlast, hitte, droogte, overstroming en waterkwaliteit zijn in het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) stresstesten ontwikkeld. Een stresstest voor de biodiversiteit ontbreekt. Voorliggend document presenteert de methode voor de uitvoering van de stresstest biodiversiteit Basiskwaliteit Natuur (BKN) voor niet-natuurgebieden. De methode bestaat in grondbeginsel uit drie werkstappen: quickscan, globale analyse en nadere analyse. In deze handreiking is de quickscan uitgewerkt, met casusvoorbeelden voor de hoge zandgronden. Door de methode krijgt de gebruiker inzicht in de kwetsbaarheden van natuur in niet-natuurgebieden voor klimaatverandering. De handreiking geeft op basis van technisch-inhoudelijke informatie aanwijzingen voor het voeren van de risicodialoog. De methode is in grondbeginsel toepasbaar voor alle natuur in Nederland.

Trefwoorden

Klimaatverandering, DPRA stresstest biodiversiteit, ecologische aangrijppunten, klimaatdrukfactoren, basiskwaliteit natuur, hoge zandgronden.

Eindredactie

M. van der Kamp MSc & Dr. J. Vaas MSc.

Fotografie

Beeldbank Witteveen+Bos.

Disclaimer Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en het ministerie kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

2

WAAROM DEZE HANDREIKING?

2.1 Aanleiding

Klimaatverandering heeft een steeds grotere impact op ons dagelijks leven. Denk hierbij aan extreme droogte en daarmee samenhangend lage waterstanden in de Rijn (eind augustus 2022), overstromingen en wateroverlast in Limburg (juli 2021) en recordtemperaturen (boven de 40 graden) in de zomermaanden. Door klimaatverandering neemt de druk op biodiversiteit toe, zowel direct (onder andere hogere temperaturen en veranderend neerslagpatroon) als indirect (onder andere via biologische processen zoals verzuring).

Met de [Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie](#) heeft Nederland in 2015 besloten dat het Rijk, de provincies, gemeenten en waterschappen samen de ambitie vastleggen dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en robuust is ingericht. Zo mogen bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen de risico's door extreem weer en overstromingen niet verder toenemen. Daarnaast moeten we de bestaande ruimte zo beheren en onderhouden dat de kans op schade en slachtoffers afneemt. De beslissing maakt onderdeel uit van het Deltaprogramma. Het programma bestaat uit drie plannen: het Deltaplan Waterveiligheid, het Deltaplan Zoetwater en het Deltaplan Ruimtelijke adaptatie (DPRA). Het DPRA richt zich op het voorkomen of beperken van schade aan mens en milieu als gevolg van klimaatverandering. Zo heeft het DPRA in samenwerking met verschillende partijen klimaatstresstesten ontwikkeld voor de onderwerpen: droogte, hitte, overstroming, wateroverlast en waterkwaliteit. Overheden (gemeenten, provincies en waterschappen) voeren deze klimaatstresstest uit (zie voor meer informatie [website Kennisportaal Klimaatadaptatie](#)). Het doel van de DPRA klimaatstresstest is het in kaart brengen van kwetsbaarheden en het vergroten van de vergelijkbaarheid van de kwetsbaarheid tussen gebieden. Hierop volgt middels een risicodialoog een beoordeling van de kwetsbaarheden, waarna een globale en meer nadere analyse noodzakelijk kan zijn. De uiteindelijke beoordeling dient vervolgens als leidraad voor het al dan niet nemen van maatregelen.

Het onderdeel biodiversiteit wordt niet expliciet als thema in de DPRA onderscheiden. Als gevolg ontbreken tot nu toe standaard uitgangspunten en een methodiek voor een stresstest biodiversiteit. Wel is reeds een stresstest waterkwaliteit beschikbaar waarmee kwetsbaarheden in beeld gebracht kunnen worden voor de aquatische natuur (zie website [Stowa.nl](#), lit. 51)

Uit verkennende onderzoeken blijkt dat klimaatverandering een negatieve invloed heeft op de biodiversiteit in Nederland. Klimaatverandering werkt sterk door in de waterhuishouding in Nederland. Als deltaland heeft dit veel consequenties voor natuur die kenmerkend is voor onze delta. Door de opwarming van het klimaat heeft Nederland nu al te maken met extremer weer zoals hittegolven, langdurige droogte, piekbuien en overstromingen. We zien verschuivingen in levensgemeenschappen waarbij warmteminnende soorten toenemen ten koste van koelteminnende soorten [lit. 1]. Op de wadden trad massale sterfte op van kokkels en andere scheldieren tijdens intense hittegolven [lit. 2]. Langdurige en intense droogte zorgde voor droogvallende waterpartijen (vennen, sloten, beken) en diep wegzakkende grondwaterstanden waardoor veel organismen stierven die afhankelijk waren van die waterpartijen. In het rivierengebied blijkt voor vlinders zowel extreme droogte als hevige (zomer)neerslag negatief te zijn voor de overleving van eieren, rupsen en/of adulten. Uiteindelijk blijkt slechts een paar soorten vlinders baat te hebben bij klimaatopwarming. Veel andere soorten zijn juist klimaatgevoelig [lit. 3].

Droogval in afgesloten meanders en poelen leidt tot massale vissterfte. Analyse van de vegetatie en grondwaterstand voor de droge jaren 2018 en 2019 laat zien dat de natuurwaarde van de vegetatie significant afneemt [lit. 4]. Juist de meer zeldzame en meer kritische soorten verdwijnen. Daarnaast is er sprake van een verhoogd risico op natuurbranden [lit. 5].

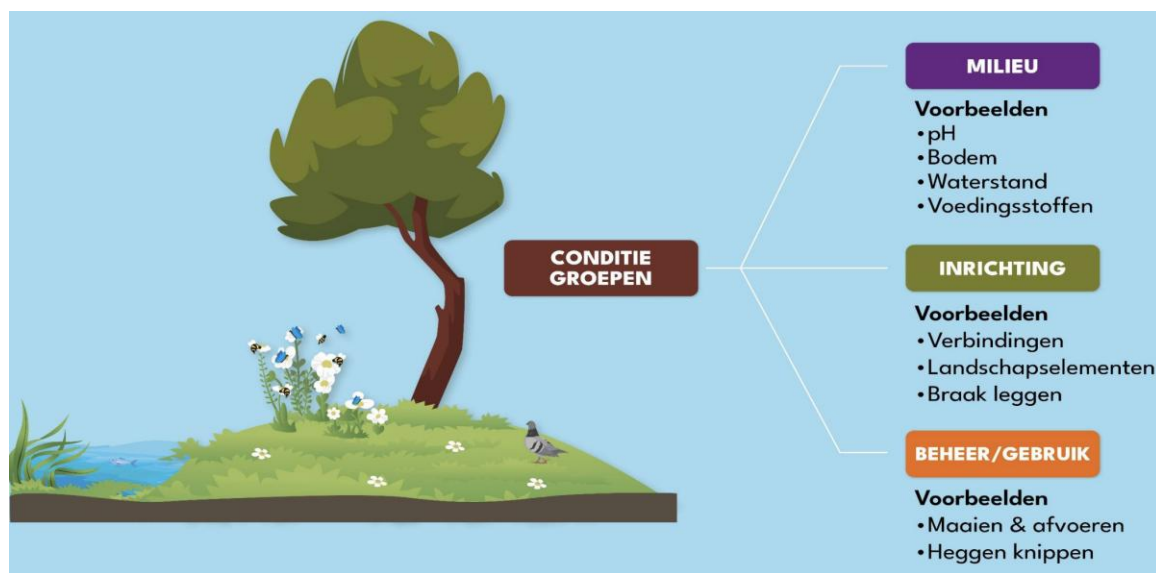
Op de korte termijn is de impact van klimaatverandering nog relatief beperkt, maar op langere termijn zullen de effecten waarschijnlijk aanzienlijk zwaarder doorwerken. Zo vormt de verwachte gemiddelde temperatuurstijging een (groot) risico voor circa 46 % van de huidige VHR-doelen [lit. 6]. Het IPBES (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) stelt in een recent rapport dat naast andere milieudrukfactoren klimaatverandering nu al een significante drukfactor is voor biodiversiteit, maar dat dit na 2050 waarschijnlijk de meest dominante drukfactor wordt voor biodiversiteit [lit. 7].

LNVN heeft in het klimaatadaptatieprogramma natuur 2025 - 2030 (KAN) initiatief genomen voor de ontwikkeling van de Stresstest Biodiversiteit, in eerste instantie voor niet-natuurgebieden, geënt op de concepten van basiskwaliteit natuur (BKN) om de effecten van klimaatverandering in beeld te brengen. In het KAN hebben ze het volgende opgenomen: *'Inzicht in de effecten van klimaatverandering en in de kwetsbaarheid van de natuur maakt de noodzaak van klimaatadaptatie in een gebied duidelijk. De kwetsbaarheid van natuur wordt bepaald door de invloed van externe drukfactoren (onder andere effecten van klimaatverandering en hydrologische condities in een gebied) en de veerkracht van de natuur (die onder meer afhankelijk is van de opbouw van het ecosysteem en de grootte van het natuurgebied) [lit.49]'*

Kader 2.1: Wat is Basiskwaliteit Natuur?

Basiskwaliteit Natuur (BKN) gaat over het zorgen dat algemene soorten algemeen blijven en worden. In tegenstelling tot veel andere initiatieven richt BKN zich juist op natuur buiten de beschermde natuurgebieden. BKN gaat daarbij uit van een set van basisvereisten – condities – die nodig zijn voor het behoud en terugkeer van algemeen voorkomende planten en dieren. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende typen condities (conditiegroepen). De condities kunnen betrekking hebben op abiotische condities, inrichting en beheer. De condities tezamen worden beschouwd als de basisvereisten voor basiskwaliteit natuur [lit. 9].

Afbeelding 2.1 Overzicht Basiskwaliteit Natuur



In deze handreiking beschrijven we de werkstappen voor het uitvoeren van een Stresstest Biodiversiteit. De Stresstest Biodiversiteit dient daarbij als aanvulling op de reeds bestaande klimaatstresstesten van het DPRA. Voor het natte deel van natuur wordt verwezen naar de Stresstest Waterkwaliteit.

2.2 Doel

Het doel van deze handreiking is het geven van aanwijzingen voor de uitvoering van:

- 1 een gestandaardiseerde methode voor een Stresstest Biodiversiteit, waarmee de kwetsbaarheid van de biodiversiteit buiten beschermde natuurgebieden (BKN) door de drukfactor klimaat in kaart wordt gebracht. De stresstest bestaat uit drie niveaus: quickscan, globale analyse en nadere analyse. In deze handreiking is alleen het onderdeel quickscan uitgewerkt;
- 2 de risicodialoog op basis van de uitkomsten van de stresstest.

De handreiking berust zoveel als mogelijk op dezelfde uitgangspunten als de reeds bestaande handreikingen voor de stresstesten droogte, hitte, overstromingen, wateroverlast en waterkwaliteit, waarin de mogelijke kwetsbaarheden per klimaatthema worden geïdentificeerd. Daarnaast is de handreiking praktisch toepasbaar en goed leesbaar, óók zonder diepgaande ecologische kennis en vaardigheden.

2.3 Scope van de handreiking

De handreiking 'Stresstest Biodiversiteit' richt zich primair op natuur buiten natuurgebieden. De handreiking is opgezet aan de hand van een illustrerend voorbeeld, namelijk de landschapstypes op de hoge zandgronden. Voor de effecten van klimaatverandering gaan we uit van de KNMI'23 scenario's 2050 [lit. 32] waarbij het Hd scenario als worst case wordt beschouwd (kader 2.2). Voor de hoge zandgronden treden richting 2050 vooral negatieve effecten op als gevolg van klimaatverandering door extremere droogte en hitte. Ook wateroverlast kan voor natuurschade zorgen, hoewel dit voor natte natuur ook kansen biedt. Dat klimaatverandering momenteel vooral tot nadelige effecten leidt op de hogere zandgronden blijkt uit een studie waarbij de ingeschatte effecten op Natura 2000-gebieden ruimtelijk zijn gevisualiseerd [lit. 6, lit. 8].

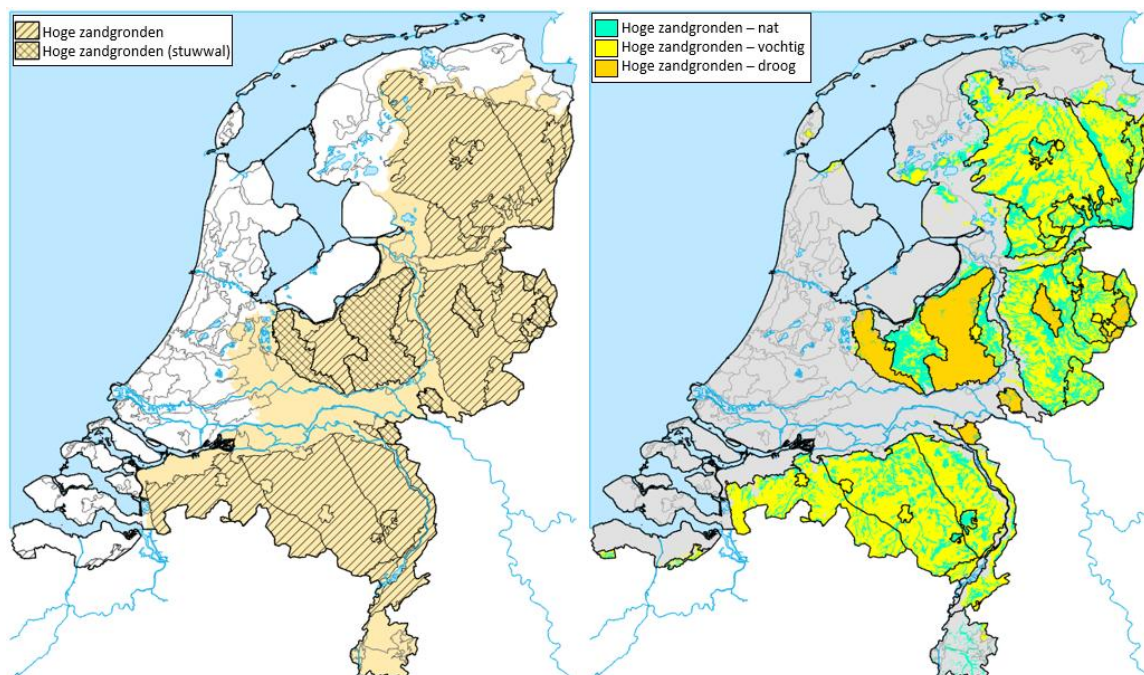
Kader 2.2: KNMI scenario's

In deze stresstest gaan we qua klimaatverandering uit van de KNMI'23 scenario's 2050 waarbij met name het Hd scenario als worst case wordt beschouwd. De ontwikkeling van het klimaat na 2050 is uiterst onzeker door de aanwezigheid van kantelpunten in het klimaatsysteem. Zo komen er in toenemende mate signalen vanuit de wetenschap dat de Atlantische oceaanstroming AMOC in de tweede helft van de 21^e eeuw stil komt te vallen met desastreuze gevolgen voor ons klimaat [lit. 20]. Als dat scenario uitkomt dan verwacht men strengere winters, droge zomers en meer stormen vanwege de grote drukverschillen tussen de zee en het land. Verder is het van belang te beseffen dat er nog geen besluit ligt voor een nationale strategie over hoe Nederland met de zeespiegelstijging om wil gaan. Niet alleen de zeespiegelstijging zelf, maar ook hoe we daar mee om willen gaan is zeer bepalend voor de ruimtelijke ontwikkeling in laag Nederland, en daarmee ook voor de natuur casu quo natuurpotenties [lit. 21].

Ondanks dat de uitwerking van deze handreiking zich richt op de hoge zandgronden, is de gepresenteerde methode generiek toepasbaar en hiermee ook bruikbaar voor laag-Nederland. De onderliggende kennisregels dienen echter voor de niet beschouwde landschapstypes nader uitgewerkt te worden. In deze handreiking is dit nog niet gedaan, waardoor voorliggende versie dus alleen voor hoog Nederland toepasbaar is.

Klimaatverandering grijpt sterk in op de hydrologische condities op de hogere zandgronden. Doordat de hydrologische condities op de hogere zandgronden sterk kunnen verschillen, is er onderscheid gemaakt in natte, vochtige en droge gebieden (afbeelding 2.2 en bijlage II).

Afbeelding 2.2 De linker kaart toont de ligging van hoge zandgronden in Nederland, inclusief stuwwallen. De rechter kaart maakt daarbinnen onderscheid in natte, vochtige en droge gebieden. De linker kaart is afgeleid van de ecoserie-kaart [lit. 29] en de rechterkaart is gebaseerd op de fysisch geografische regio's [lit. 30] en de natuurwaardenkaart 1988 [lit. 31]



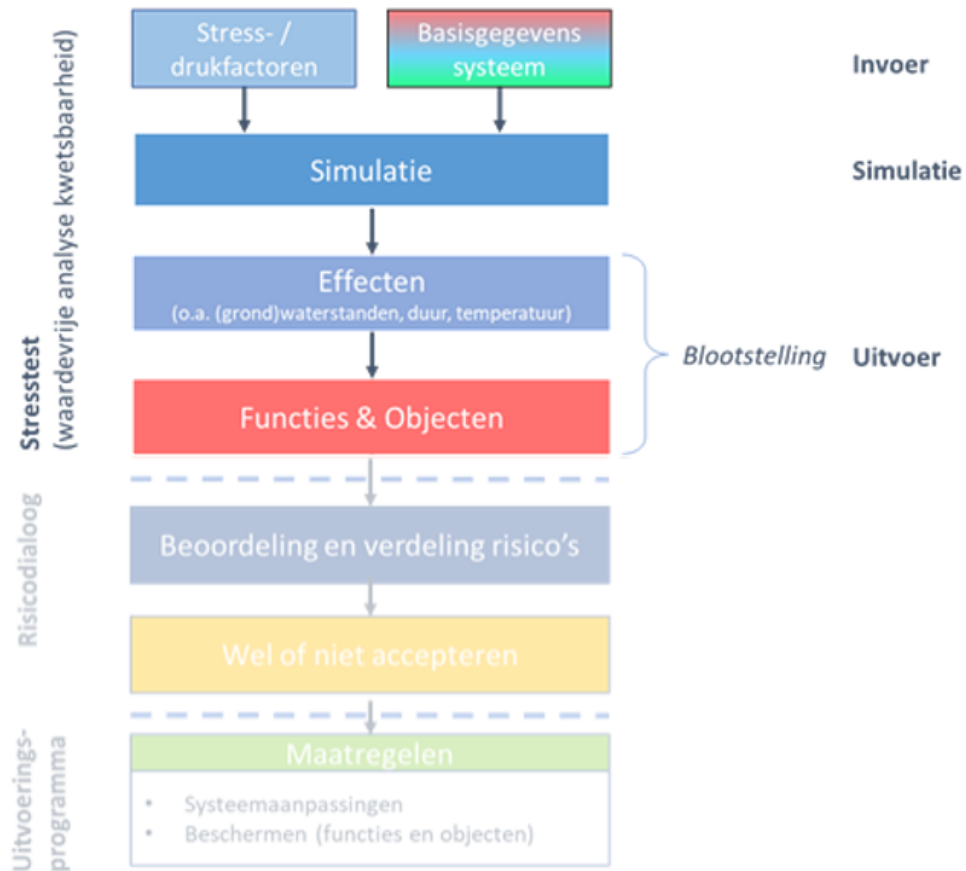
De gestandaardiseerde stresstest is bedoeld om maatwerk en gezond verstand te ondersteunen en biedt daarom geen afvinklijst, maar aanknopingspunten. Verder stelt de stresstest geen normen voor adaptatiemaatregelen en volgen er geen dimensies en/of kosten van mogelijk te nemen maatregelen. De stresstest betreft het maken van een waarde vrij oordeel, wat aanleiding kan geven voor het voeren van een risicodialoog en opstelling van een uitvoeringsprogramma.

Afbeelding 2.3 toont de standaard voor DPRA stresstesten, afkomstig uit het onderdeel wateroverlast. Deze chronologie (stresstest, risicodialoog, uitvoeringsprogramma) wordt ook gevolgd voor het onderdeel biodiversiteit. Deze handreiking gaat over de *stresstest*, en daarbinnen het eerste niveau, namelijk een quickscan. In paragraaf 3.1 worden die drie niveaus nader toegelicht. De methode van de quickscan is in deze handreiking volledig uitgewerkt, met een voorbeeld voor de hoge zandgronden.

De stresstest biodiversiteit leidt tot een waarde vrije analyse of, waar en waardoor de biodiversiteit kwetsbaar is. Op basis van deze analyse kan de *risicodialoog* vormgegeven worden.

De stap naar een *uitvoeringsprogramma* valt buiten deze handreiking. Hiervoor verwijzen we naar aanpalende media zoals de actielijnen klimaatadaptatie natuur [lit. 18] en het rapport over klimaatdruk op Natura 2000 gebieden [lit. 8].

Afbeelding 2.3 De standaard voor DPRA stresstesten voor het onderdeel wateroverlast. In deze standaard leidt het onderdeel 'stresstest' tot een waarde vrij oordeel van de kwetsbaarheid van het systeem op het gebied van wateroverlast. De waarde vrije informatie ondersteunt de risicodialoog en beslissingen over een mogelijk uitvoeringsprogramma. Deze handreiking geeft handvatten voor het opzetten en uitvoeren van het onderdeel 'stresstest' [lit. 51]



2.4 Totstandkoming handreiking

De handreiking is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met LVVN en de klankbordgroep (zie colofon) en komt voort uit het actieprogramma natuur (KAN). Eindgebruikers en kennisdragers zijn geconsulteerd in een viertal bijeenkomsten. In het proces is expliciet aandacht geweest voor de verbinding met het Kennisconsortium BKN waarbinnen onderzoek over de condities voor BKN plaatsvindt.

Daarnaast is vanuit LVVN contact geweest met lenW en het DPRA. Insteek is om de Stresstest Biodiversiteit op te nemen als bijsluiter voor de DPRA stresstesten.

2.5 Leeswijzer

De handreiking stresstest biodiversiteit BKN is als volgt opgebouwd:

- 1 hoofdstuk 2 schetst de aanleiding, het doel en de afbakening van de handreiking stresstest biodiversiteit;
- 2 hoofdstuk 3 geeft de werkstappen voor de uitvoering van een stresstest. De werkwijze is geïllustreerd aan de hand van de casus hoge zandgronden;
- 3 in hoofdstuk 4 zijn aanbevelingen voor vervolg gegeven;
- 4 in hoofdstuk 5 is een literatuurlijst opgenomen;
- 5 bijlage I bevat achtergrond informatie over de effecten van klimaatverandering en de doorwerking op biodiversiteit. Het biedt inkadering en onderbouwing van de gepresenteerde methode, maar is niet noodzakelijk om te lezen om de stresstest uit te kunnen voeren;
- 6 bijlage II bevat een kaart van de hoge zandgronden in Nederland.

3

STRESSTEST BIODIVERSITEIT

3.1 Algemeen

Een aanpak bestaande uit drie niveaus

De stresstest biodiversiteit bestaat, coherent met de stresstest waterkwaliteit [lit 51], uit **drie niveaus**, waarin er van grof naar fijn gewerkt wordt om in beeld te brengen in hoeverre de biodiversiteit in richtjaar 2050, *kwetsbaar* is voor de gevolgen van klimaatverandering (in kader 3.1 is dat toegelicht):

1 **quickscan:**

de quickscan brengt de kwetsbaarheid van biodiversiteit voor klimaatverandering in beeld op basis van beschikbare informatie omtrent condities en toestandsvariabelen van de huidige situatie. Het resultaat van de quickscan is een eerste inschatting of een gebied kwetsbaar (hoog, midden, laag) is voor de gevolgen van klimaatverandering, zonder dat daarvoor specifieke metingen moeten worden verricht of modelsimulaties met klimaatprognoses moeten worden gemaakt. De beoordeling vindt plaats door klimaat-effectrelaties te koppelen aan grenswaarden voor condities voor robuuste natuur (zie hoofdstuk 3.2.) De quickscan betreft uitdrukkelijk een eerste inschatting. Stappen 2 en 3 uit de stresstest zijn nodig om een volledig beeld te verkrijgen en ook zicht te krijgen op de orde grootte van klimaateffecten;

2 **globale analyse:**

de globale analyse gaat een stap verder dan de quickscan en betreft een eerste rekenkundige analyse waarbij klimaatdruk en het effect op de biodiversiteit modelmatig gesimuleerd wordt. Bij deze analyse wordt gebruik gemaakt van klimaatprognoses om voorspellingen te maken hoe de condities zich in richtjaar 2050 zullen ontwikkelen. Gedacht kan worden aan het gebruik van hydrologische modellen om de hydrologische condities te modelleren. Om deze stap werkbaar te maken stellen we voor om eenvoudige rekenregels en standaardscenario's voor weersituaties te ontwikkelen. Het resultaat van deze stap is een aanvullend beeld of, en wat een gebied kwetsbaar maakt voor klimaatverandering. Voor de globale analyse zijn meer meetgegevens nodig;

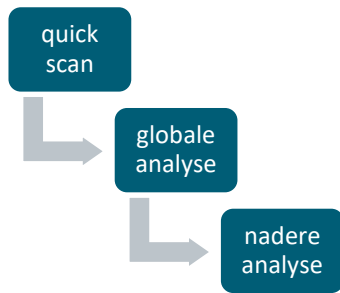
3 **nadere analyse:**

de nadere analyse vormt het sluitstuk van de biodiversiteit stresstest en is bedoeld om een gedetailleerd beeld te krijgen van de toekomstige situatie onder verschillende klimaatscenario's in de context van een Landschaps-Ecologische Systeemanalyse (LESA) [lit. 38, 39, 40, 41, 42, 43]. In een LESA wordt er breder stilgestaan bij de werking van een gebied. Deze laatste stap is noodzakelijk bij de uitwerking van uitvoeringsmaatregelen.

De quickscan en de globale analyse zijn zeer aanvullend op elkaar, aangezien de quickscan de vraagstelling vanuit de huidige toestand beschouwt, en de globale analyse klimaatscenario's incorporeert. Voor een goed indicatief beeld is daarom zowel het uitvoeren van de quickscan als de nadere analyse noodzakelijk. In deze handreiking is het eerste niveau van de stresstest biodiversiteit, de quickscan, uitgewerkt.

De werklast van de quickscan is relatief beperkt en hangt af van de reikwijdte en het gewenste detailniveau van het projectgebied. Hoe groter het gebied, des te efficiënter de stresstest kan worden uitgevoerd en des te kleiner de relatieve tijdinvestering per deelgebied. De grootste tijdsinvestering betreft het verzamelen van de gegevens. Indien deze beschikbaar zijn, dan is de stresstest zelf binnen 2 uur gedetailleerd uit te voeren. Om het verzamelen van gegevens te versnellen, is in bijlage II bij deze handreiking een globale kaart voor hoge zandgronden toegevoegd.

Afbeelding 3.1 Stresstest waterkwaliteit bestaande uit drie niveaus



Kader 3.1: Definitie van het begrip ‘kwetsbaarheid voor klimaat’

Een ecosysteem – en specifiek de biodiversiteit daarin – wordt kwetsbaar voor klimaatverandering wanneer veranderingen in klimaat (temperatuur, neerslag, extremen, zeespiegel etc.) de structuur, functies of veerkracht van het ecosysteem aantasten, zodanig dat soorten, populaties of hele processen niet meer kunnen herstellen of zich onvoldoende kunnen aanpassen (natuur-armoede). Kwetsbaarheid is hier de mate waarin een systeem gevoelig is voor, en niet in staat is zich aan te passen aan, de negatieve effecten van klimaatverandering.

Kwetsbaarheid hangt samen met drie componenten. Blootstelling: in hoeverre wordt het ecosysteem blootgesteld aan klimaatverandering? Gevoeligheid: hoe sterk reageert het systeem als het wordt blootgesteld (bijv. een zeer temperatuurgevoelige soort)? En aanpassingsvermogen: de mogelijkheid om negatieve effecten te bufferen, herstellen of te vermijden (bijv. migratie, genetische diversiteit, ecosysteemcomplexiteit). Kort gezegd, er is sprake van een hoge kwetsbaarheid wanneer sprake is van een hoge blootstelling, een hoge gevoeligheid en een laag aanpassingsvermogen. Als gevolg hiervan vindt er een afname van natuurkwaliteit plaats.

Vijf werkstappen

Ieder niveau van de stresstest (zowel de quickscan, globale analyse als nadere analyse) bestaat uit vijf werkstappen. De stappen zijn weergegeven in afbeelding 3.2. In paragraaf 3.2 (quickscan), zijn de stappen voor de quickscan nader toegelicht. Na het uitvoeren van de stresstest (waardevrije analyse) kan er overgegaan worden tot de risicodialoog. De stresstest biodiversiteit leidt tot een waardevrije analyse of, waar en waardoor de biodiversiteit kwetsbaar is. Op basis van deze analyse kan de risicodialoog vormgegeven worden. De diepte en de reikwijdte van de risicodialoog hangt af van de uitgevoerde stresstest. Bij de quickscan vooral gaat over de vraag of het onderwerp van klimaatverandering relevant is in het gebied (vinden er negatieve effecten plaats als gevolg van de drukfactor klimaat?), en of een diepgaandere analyse (globale analyse of nadere analyse) noodzakelijk is. De globale analyse en nadere analyse geven ook handvatten voor maatregelen. In 3.2.7. zijn handvatten gegeven voor het uitvoeren van een risicodialoog na de quickscan.

Afbeelding 3.2 Stapplan voor het uitvoeren van de klimaatstresstest waterkwaliteit



3.2 Quickscan

3.2.1 Methode

Algemeen principe

De quickscan is de eerste stap van de stresstest biodiversiteit.

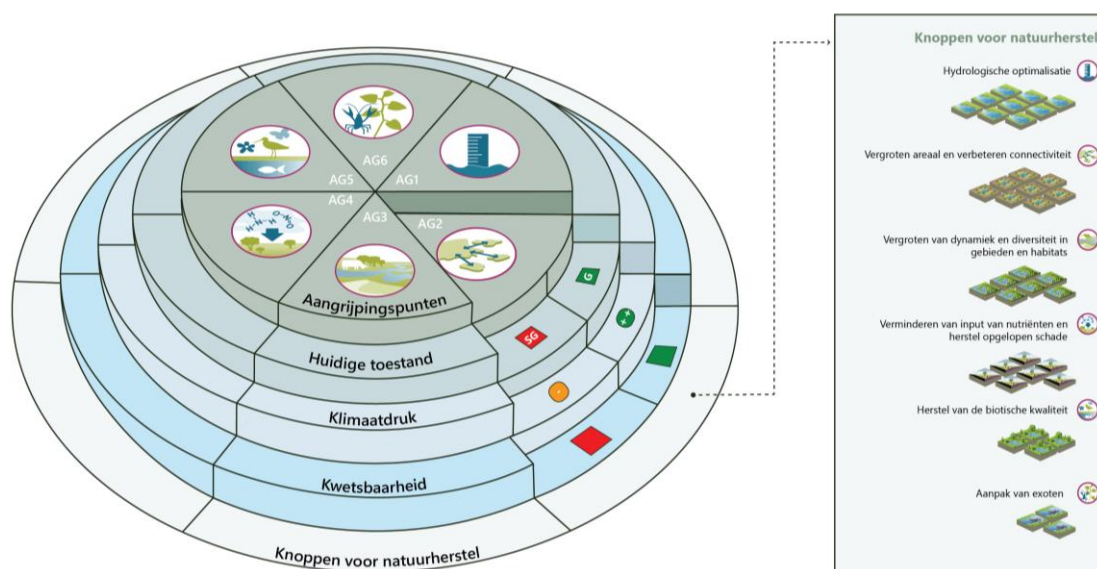
Het **doel** van de quickscan is om op een eenvoudige manier op basis van beschikbare informatie en gebiedskennis een eerste indicatie te verkrijgen of natuur kwetsbaar is voor klimaatverandering. En zo ja, waar dit aan ligt. Daarbij richten we ons op het inzichtelijk maken van de condities die relevant zijn voor biodiversiteit, op basis van zgn. aangrijpingspunten (zie toelichting onderstaande paragraaf).

In de stresstest biodiversiteit beoordelen we per **aangrijpingspunt** (afbeelding 3.3):

- 1 wat de huidige staat is van de condities (**huidige toestand**). Daartoe beantwoorden we de vraag: wijzen de condities momenteel op een goede toestand van dit aangrijpingspunt? Het antwoord op deze vraag kan 'ja' zijn, de toestand is goed (G). Maar het kan ook leiden tot een beoordeling van een licht of sterk gedegradeerde toestand (LG, SG);
- 2 hoe dit aangrijpingspunt beïnvloed wordt door klimaatverandering (**klimaatdruk**). Deze beoordeling wordt gemaakt per klimaatdrukfactor (hitte, droogte, wateroverlast) op basis van een vijfpuntschaal: -- zeer negatief (voor ecologie) tot ++ zeer positief (voor ecologie).

Het **resultaat** van de klimaatstresstest biodiversiteit is een inschatting of een gebied kwetsbaar (**hoog, midden, laag**) is voor de gevolgen van klimaatverandering. Het resultaat van de stresstest geeft inzicht in de knoppen waar je aan kan **draaien voor natuurherstel**, wat een vertrekpunt is voor het voeren van de risicodialoog.

Afbeelding 3.3 Stresstest biodiversiteit. Per aangrijpingspunt wordt een beoordeling gemaakt van de kwetsbaarheid op basis van informatie over de huidige staat en de verwachte klimaatdruk



OBN aangrijpingspunten als kapstok

Als kapstok voor het maken van een beoordeling maken we gebruik van de OBN aangrijpingspunten. De OBN aangrijpingspunten zijn ontwikkeld voor natuurherstel [lit. 10] en geven inzicht in de benodigde condities voor een basiskwaliteit. Onderstaand volgt een korte toelichting op de OBN aangrijpingspunten en hoe deze gebruikt worden in de stresstest.

Let wel: In bijlage I is een nadere toelichting gegeven inclusief een bredere inkadering hoe we tegen de effecten van klimaatverandering in de context van natuurherstel aankijken. Voor het uitvoeren van de stresstest is deze bredere inkadering niet noodzakelijk. Wel helpt het om de informatie beter te kunnen interpreteren, en derhalve om een doorkijk te maken richting de risicodialoog.

Er zijn zes aangrijpingspunten voor natuurherstel uitgewerkt (afbeelding 3.4):

- optimalisatie van hydrologische systemen (AG1);
- vergroten areaal en connectiviteit (AG2);
- vergroten dynamiek en diversiteit (AG3);
- verminderen input nutriënten en chemische stoffen en herstel van schade (AG4);
- herstel van biotische kwaliteit (AG5);
- aanpak exoten (AG6).

Alle zes aangrijpingspunten zijn van groot belang voor een goede kwaliteit van de natuur. De aangrijpingspunten hangen nauw met elkaar samen. De biotische kwaliteit is bijvoorbeeld alleen op orde als ook aspecten als hydrologie en areaalgrootte op orde zijn. Daarnaast is de schaal van natuur van groot belang. Herstel en behoud van onze natuur is alleen mogelijk als ons landschap als geheel een zekere ecologische basiskwaliteit heeft. De natuurgebieden zelf zijn te klein en staan te veel onder invloed van externe factoren om daarin eigenstandig de natuurkwaliteit en het behoud van biodiversiteit te kunnen garanderen. Daarom werken we in Nederland aan Basiskwaliteit Natuur (BKN).

Afbeelding 3.4 De zes aangrijpingspunten voor ecologisch herstel en de meerwaarde die die ons bieden. Dit laatste wordt vaak aangeduid als ecosysteemdiensten [lit. 10]



Elk aangrijpingspunt kent meerdere parameters die van belang zijn voor een goede Basiskwaliteit Natuur. Het verschilt per aangrijpingspunt hoeveel parameters erbij horen. In kader 3.2 is een overzicht gegeven van alle parameters per aangrijpingspunt.

De relevantie van een parameter hangt af van het type gebied. In het stappenplan van de stresstest is aangegeven per aangrijpingspunt en per parameter welke informatie moet worden verzameld, waarom en waar (stap 3 gegevens verzamelen).

Concrete werkwijze

De uitvoering van de quickscan is eenvoudig. Het betreft dan ook een simpel stappenplan dat zonder veel expertise en detailgegevens gevolgd kan worden. Hieronder volgt het stappenplan dat de gebruiker doorloopt om de quickscan uit te voeren. Bij de stappen wordt casuïstiek toegepast om de stappen concreter te maken.

Kader 3.2 Parameters per aangrijpingspunt

In dit kader geven we voor ieder van de zes aangrijpingspunten een overzicht van de parameters. We beginnen met herstel van hydrologische systemen. Het merendeel van de als prioritair benoemde ecosysteem-diensten is water-gerelateerd. Zonder water geen natuur, en zonder natuur geen zuiver water. Klimaatverandering heeft echter een groot effect op neerslag en verdamping en derhalve de waterbalans.

Tabel 3.1 Parameters voor het aangrijpingspunt 'Hydrologische optimalisatie (AG1)' en een toelichting op de relevantie van de parameter

Parameter	Eenheid	Toelichting
gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG)	m - mv	van belang voor buffering standplaats. zuurstofvoorziening/vochtvoorziening
gemiddeld voorjaarsgrondwaterstand (GVG)	m - mv	bepaald kiemingsomstandigheden in het voorjaar. zuurstofvoorziening/vochtvoorziening
gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)	m - mv	droogtestress/vochtvoorziening in droge perioden. zuurstofvoorziening/vochtvoorziening
verticale flux (kwel/infiltratie)	mm/d	bepalend voor waterkwaliteit (zuurgraad) wortelzone. tegendruk uitzakken grondwaterstanden
duur droogtestress	d	aantal dagen dat het bodemvochtgehalte op het verwelkingspunt ligt. Vooral relevant voor droge ecosystemen
duur overstroming	d	in de winter van belang voor buffering standplaats maar in de zomer een bedreiging vanwege zuurstofstress

Voor de basiskwaliteit van natuur is de aanwezigheid van voldoende groen-blauwe verbindingen van wezenlijk belang. Dit is zowel voor de flora als voor de fauna erg belangrijk. Hoewel groen-blauwe verbindingen vooral kunnen worden gerealiseerd met inrichtingsmaatregelen, heeft klimaatverandering wel een effect op de kwaliteit van die verbindingen.

Tabel 3.2 Parameters voor het aangrijpingspunt 'Vergroten areaal en verbeteren connectiviteit (AG2)' en een toelichting op de relevantie van de parameter

Parameter	Eenheid	Toelichting
groene verbindingen	km/km ²	houtwallen, singels en heggen. Van belang voor bepaalde planten en voor veel dieren (migratie door landschap)
blauwe verbindingen	km/km ²	zachte land-waterovergangen (natuurvriendelijke oevers) langs beken, slootjes en andere watergangen. Belangrijk voor connectiviteit van flora en fauna kenmerkend voor natte gebieden

Doordat klimaatverandering voor sterkere weersextremen zorgt, is de aanwezigheid van voldoende gradiënten in het landschap van belang. Veel van die gradiënten zijn verdwenen ten behoeve van landbouw (terreinen zijn vaak afgevlakt). De waterpeilen in de watergangen zijn vaak tegennatuurlijk, met hoge peilen in de zomer en lagere peilen in de winter. Ook dit is ongunstig voor biodiversiteit.

Tabel 3.3 Parameters voor het aangrijpingspunt 'Vergroten dynamiek en diversiteit in gebieden en habitats (AG3)' en een toelichting op de relevantie van de parameter

Parameter	Eenheid	Toelichting
natuurlijk peilregime	cm	hoge winterpeilen en lagere zomerpeilen zijn gunstig voor ecologische processen in de oeverzone

Er is sprake van vermessing in het landelijk gebied. Veel gebieden zijn voedselrijk tot zeer voedselrijk wat ten koste gaat van de biodiversiteit. Juist meer voedselarme vegetaties herbergen een groter aandeel aan verschillende soorten. Het terugdringen van de vermessing is van belang voor het verhogen van de biodiversiteit en daarmee robuustheid van ecosystemen. Klimaatverandering kan tot eutrofiëring (toename voedselrijkdom) leiden door verhoogde mineralisatie van organisch materiaal in de bodem en een verhoogde bacteriologische activiteit (temperatuur-effect).

Tabel 3.4 Parameters voor het aangrijpingspunt 'Verminderen van input van nutriënten waaronder stikstof, en chemische stoffen en herstel opgelopen schade (AG4)' en een toelichting op de relevantie van de parameter

Parameter	Eenheid	Toelichting
voedselrijkdom (N _{min})	kg N/ha/j	hogere bemesting zorgt voor meer kg N per hectare. Toename voedselrijkdom treedt ook op bij veenafbraak (ontwatering organisch rijke gronden)
voedselrijkdom (productie)	ton ds/ha/j	hogere bemesting zorgt voor hogere productie. Toename voedselrijkdom treedt ook op bij veenafbraak (ontwatering organisch rijke gronden)
zuurgraad (pH)	-	neemt af bij vernatting (reductie) en neemt toe bij verdroging (oxidatie). Afname van bemesting leidt vaak tot verzuring omdat men ook bekalkt
gehalte aan organische stof	%	relevant voor vochtvasthoudend vermogen bodem en voedselrijkdom. voedselrijkdom: flux/gehalte in bodem en grondwater. Vooral in droge systemen
NO ₃	mg/l	flux/gehalte in bodem en grondwater. Vooral in natte systemen
P _{tot}	mg/l	gehalte in bodem en grondwater. Totale voorraad P. Vastgelegde P kan onder bepaalde condities vrijkomen
beschikbaar P	mg/l	gehalte in bodem en grondwater. Verschillende vormen (P-Olsen, P-AL, PO ₄ , P _{ox} , P _w)
SO ₄	mg/l	gehalte in bodem en grondwater. Vooral van belang in veensystemen (anaerobe afbraak), in relatie tot sulfide vorming en zuurbom

In Nederland worden in het landelijk gebied relatief veel pesticiden toegepast (insecticiden, fungiciden en onkruidbestrijders zoals glyfosaat). Er zijn veel wetenschappelijk studies die aangeven dat de intensivering in de landbouw (incl. het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen) bijdragen aan de afname van insecten. Er is sprake van een 75 % afname aan insectenbiomassa in minder dan 30 jaar. Dit is zeer verontrustend aangezien de insecten weer een voedselbron vormen voor veel andere organismen (o.a. vogels) en een cruciale rol vervullen bij de bestuiving van bloemen (m.n. zweefvliegen, bijen). Het gaat om sterke aanwijzingen en veelal is er niet sprake van één simpele oorzaak-gevolgrelatie. Het is complex doordat er steeds weer nieuwe stoffen worden geïntroduceerd, ter vervanging van oude - reeds verboden - pesticiden. Daarnaast worden de pesticiden deels afgebroken wat leidt tot een cocktail van afbraakproducten waarvan de exacte toxiciteit vaak niet bekend is. Onderzoek geeft wel aan dat de cocktail van afbraakproducten in een opwarmende wereld in aquatische systemen een hogere toxiciteit heeft [lit. 50]. Of dit ook geldt voor landecosystemen is onbekend.

Tabel 3.5 Parameters voor het aangrijpingspunt 'Herstel van de biotische kwaliteit (AG5)' en een toelichting op de relevantie van de parameter

Parameter	Eenheid	Toelichting
hoeveelheid pesticiden (som)	µg/l	veel pesticiden betekent minder insecten (bestuivers). Bekend is dat de giftigheid van de afbraakproducten van pesticiden in watersystemen toeneemt bij stijgende temperaturen. Of dit ook het geval is in landecosystemen is onbekend

Klimaatverandering versterkt het risico op invasieve exoten. Veel (sub)tropische soorten konden voorheen niet overwinteren in Nederland. Door de hogere wintertemperaturen overleven ze nu wél. Een voorbeeld is watercrassula. Langere droge perioden en piekbuien creëren omstandigheden waarin sommige exoten beter presteren dan inheemse soorten. Andere voorbeelden zijn reuzenberenklauw en Japanse duizendknoop. Door droogte, hittestress en verzilting worden inheemse soorten verzwakt, waardoor invasieve soorten makkelijker terrein winnen.

Tabel 3.6 Parameters voor het aangrijpingspunt 'Aanpak van exoten (AG6)' en een toelichting op de relevantie van de parameter

Parameter	Eenheid	Toelichting
aanwezigheid exoten	aantal/ha	woekering door invasieve exoten leidt tot verlies inheemse (meestal voedselarme) soorten

3.2.2 Stap 1 - Afbakening projectgebied

In de eerste stap van de quickscan wordt bepaald voor welk projectgebied een stresstest voor de biodiversiteit nodig is. Dit kan variëren van een woonwijk, tot een natuurgebied of landelijk gebied binnen gemeente-, waterschap- en/of provinciegrenzen. Het schaalniveau hangt sterk af van de betreffende initiatiefnemer en het doel dat de initiatiefnemer heeft. De methode is in de basis ontwikkeld zodat vlakdekkend voor heel Nederland een stresstest biodiversiteit uitgevoerd kan worden. Praktisch gezien is het handig aan te sluiten bij beheergebiedgrenzen van verantwoordelijke overheden, zodat te nemen maatregelen binnen het mandaat vallen.

De voorbeelden en bijbehorende parameters zijn momenteel echter alleen nog voor natuur buiten natuurgebieden ontwikkeld, met een focus op de hoge zandgronden. Ontwikkeling van overige parametersets is uiteraard mogelijk, maar viel buiten de scope van deze handreiking.

Bij uitvoering van de stresstest is het van belang om goed naar het landschap te kijken en te bezien welke variatie er in het landschap (landschapstype) en in de condities (aangrijpingspunten OBN) aanwezig is. Voor het uitvoeren van een eerste stresstest is het raadzaam om het zo simpel mogelijk te maken en een gebied te kiezen dat homogeen is qua landschapstype en qua condities. Je kan het gebied op deze manier als één eenheid beschouwen. Het resultaat van deze stap is 1-dimensionaal, en ziet eruit zoals in afbeelding 3.5.

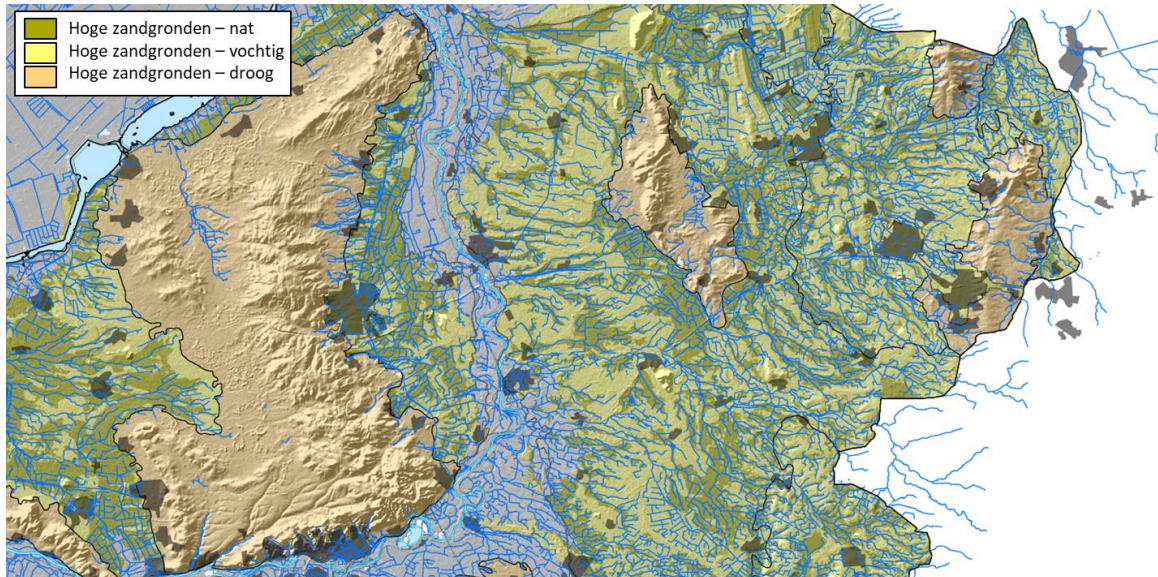
Echter, het is ook mogelijk om voor een meer heterogeen gebied een stresstest biodiversiteit uit te voeren. De analyse zal dan plaats moeten vinden in GIS, waarbij je per landschapstype aparte parametersets voor grenswaarden hanteert, en zo vlakdekkende beoordelingen voor verschillende landschapstypen met verschillende condities maakt.

Voor de hoge zandgronden hebben we vanwege de diversiteit aan ecosystemen en condities een gebiedsindeling met bijbehorende parameterset gemaakt. We maken hierbij onderscheid in **hoge zandgronden - nat**, **hoge zandgronden - vochtig** en **hoge zandgronden - droog**. Onder de categorie natte ecosystemen vallen vooral gronden in de beekdalen. Bij de droge ecosystemen passen de stuwwallen en hogere dekzandruggen waar de grondwaterstand dieper ligt dan 1,5 m beneden maaiveld, en de vochtige ecosystemen zijn alle gebieden tussen de droge en natte ecosystemen in. Onderstaande kaart illustreert een heterogeen gebied dat uit alle drie de landschapstypes bestaat. In bijlage II is een grotere kaart met hoge resolutie opgenomen.

Voor ligging natte en droge gebieden zie themasites.pbl.nl/atlas-regio/kaarten (zoek op natte en droge bodems). De overige bodems kun je als vochtig aanmerken.

Voor afbakening gemeentegrenzen: Zie daarvoor eventueel <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten> (Algemene kaarten/Bestuurlijke grenzen) of klimaat-effectatlas.nl/nl/kaartviewer (zoek op gemeentegrenzen).

Afbeelding 3.5 Indeling in een drietal landschapstypes

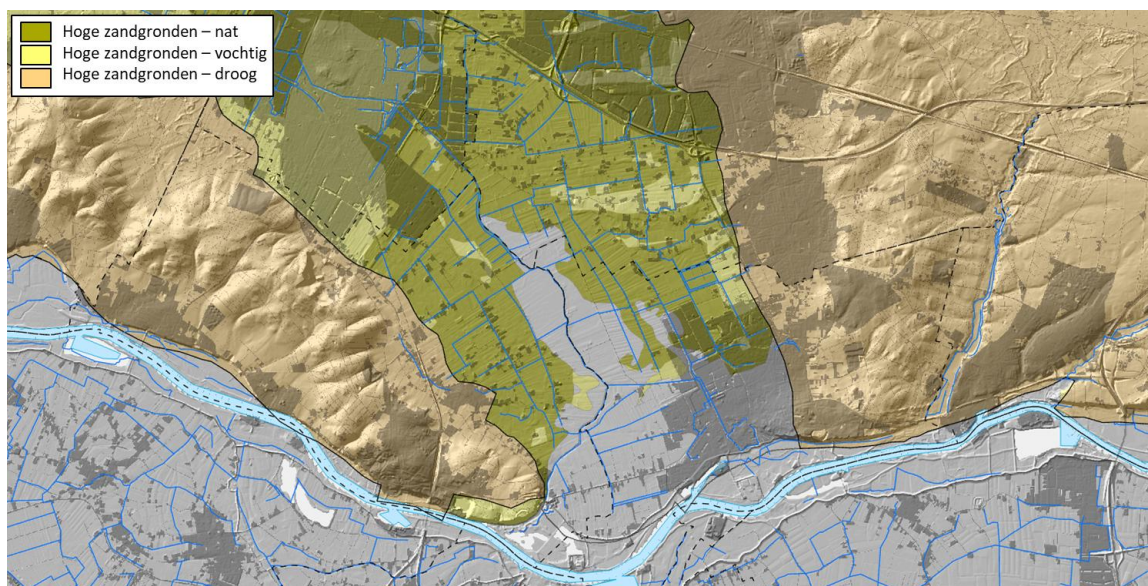


In kader 3.3 is een suggestie gegeven voor het afbakenen van deelgebieden voor het voorbeeld hoge zandgronden.

Kader 3.3: Casus hoge zandgronden - afbakening projectgebied

Als illustratie van de casus is gekozen voor het zuidelijk deel van de Gelderse vallei. Dit hele gebied is een samenhangend hydrologisch systeem waarbij grondwater vanuit de stuwwallen naar het lager gelegen dal stromen. In het westen ligt de Utrechtse Heuvelrug en in het oosten de Veluwe (Edese Heuvelrug). In het dal ligt Natura 2000-gebied Binnenveld en het NNN gebied Binnenveld. In het verleden (tot 1938) was dit gebied zeer nat en kwamen grootschalige overstromingen jaarlijks voor. Doordat de waterhuishouding is geoptimaliseerd voor agrarische productie is die situatie sterk veranderd. Daarnaast is er veel druk op de ruimte vanwege uitbreiding in bebouwing. Er is veel meer verkeer gekomen en samen met de landbouw vormt dat een grote milieudruk. Ook zijn er drinkwaterwinningen aanwezig in het gebied die de hydrologie beïnvloeden. In dit deel van de Gelderse vallei liggen diverse gemeenten: Ede, Rhenen, Veenendaal en Wageningen.

Afbeelding 3.6 Zuidelijk deel Gelderse vallei waarbij ook bebouwd gebied en watergangen zij weergegeven. De stippellijnen geven de gemeentegrenzen aan. Het areaal natte gronden in de vallei is onderschat op de kaart



3.2.3 Stap 2 - Partijen betrekken

Als tweede stap worden de juiste partijen en personen met gebiedskennis betrokken in een projectteam. Dit is nodig om (1) de juiste informatie boven tafel te halen en (2) om de juiste mensen aan tafel te hebben voor het voeren van de risicodialoog. Je wilt een groep formeren van mensen die eigenaarschap toont op het onderwerp en het gebied ook kent, of weet waar je informatie kan verzamelen. Denk aan beheerders, beleidsmedewerkers, onderzoekers en andere belanghebbenden in het gebied.

Aangezien we in deze analyse kijken naar de condities voor een goede biodiversiteit is het van belang om niet alleen een ecoloog aan tafel te hebben, maar ook mensen met kennis van zaken omtrent de bodemgesteldheid en het hydrologische regime. Aangezien deze kennis bij vooral kleine gemeentes schaars is, raden we aan om indien het projectgebied het landelijk gebied betreft ten minste collega's/inhoudelijke experts van het waterschap en/of de provincie te betrekken. Daarnaast wil je een beleidsmedewerker aanhaken die zich heeft belast met klimaatadaptatie en mogelijk betrokken is in de plaatselijke werkregio van het DPRA.

Kader 3.4: Casus hoge zandgronden - betrekken partijen

De gemeenten Ede, Rheden, Veenendaal en Wageningen hebben een gebiedsaanpak Binnenveld met als doel:

- de landbouw duurzamer te maken;
- huizen te bouwen;
- duurzame energie op te wekken;
- de stikstofuitstoot te verminderen.

De gemeenten werken al samen in het samenwerkingsverband [Regio Foodvalley](#) waarin gebiedsprocessen worden georganiseerd. In dat verband loopt de actie 1001ha van LTO en Urgenda waarin samen met boeren zo veel mogelijk kruidenrijkgrasland wordt ingezaaid. Ook is er een plan uitgewerkt om de stikstofuitstoot, die momenteel hoog is, terug te brengen zodat het gebied van het stikstofsloot kan. Dit is van cruciaal belang omdat het effect van inzaaien weinig nut zal hebben als de milieuocondities niet op termijn verbeteren. Het gebiedsnatuurplan Het Binnenveld is in 2024 opgesteld vanuit de *agrarische sector* waarin staat aangegeven welke doelen zij nastreven. Er wordt o.a. ingezet op groen-blauwe verbindingen en deze partijen dienen dan ook zeker betrokken te worden. In hun plan vermelden ze ook een kaart uit een TAUW rapport waarin het gebied voor systeemherstel en zoekgebied laagveenherstel staat vermeld. Plannen om verdroging te bestrijden zijn echter weinig concreet, maar naar verwachting wel noodzakelijk voor het verbeteren van de basiskwaliteit natuur. De *stichting Mooi Binnenveld* beheert het NNN gebied Binnenveld. Zij hebben in 2024 een visie 2040 opgesteld voor het Binnenveld die zich op de hele omgeving richt. Het is daarom van belang dat ook deze partij wordt betrokken bij het proces.

3.2.4 Stap 3 - Gegevens verzamelen en ordenen

Na het installeren van het projectteam / begeleidingsgroep is de volgende activiteit het verzamelen van informatie en gegevens die relevant zijn voor het uitvoeren van de quickscan. De benodigde informatie hangt af van het landschapstype.

Bestaande gegevens gebruiken

Voor de uitvoering van de quickscan gaan we uit van beschikbare gegevens, omdat er niet altijd tijd en/of budget beschikbaar is om nieuwe gegevens te verzamelen. De benodigde informatie voor **hoge zandgronden - nat** en **hoge zandgronden - vochtig** is gelijk, en uitgewerkt in tabel 3.7. Voor **hoge zandgronden - droog** is de benodigde informatie weergegeven in tabel 3.8. In de tabellen staat per parameter aangegeven welke informatie in welke eenheid verzameld moet worden, en waar de informatie te vinden is.

Tabel 3.7 Grenswaarden per parameter voor de beoordeling van de huidige toestand van natte en vochtige gebieden op de hoge zandgronden

AG	Parameter	Eenheid	Waar is informatie te vinden (nummer verwijst naar opsomming onder tabel)
1	gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG)	m - mv	1
1	gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG)	m - mv	1
1	gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)	m - mv	1
1	kwel	mm/d	1
1	overstroming	d	2
2	groene verbindingen	km/km ²	3

AG	Parameter	Eenheid	Waar is informatie te vinden (nummer verwijst naar opsomming onder tabel)
2	blauwe verbindingen	km/km ²	4
3	natuurlijk peilregime	cm	5
4	voedselrijkdom (Nmin)	kg N/ha/j	6
4	voedselrijkdom (productie)	ton ds/ha/j	7
4	zuurgraad (pH)	-	8
4	gehalte aan organische stof	%	9
4	NO ₃	mg/l	10
4	NH ₄	mg/l	10
4	Ptot	mg/l	10
4	beschikbaar P	mg/l	10
4	SO ₄	mg/l	10
5	hoeveelheid pesticiden (som)	µg/l	11
6	aanwezigheid exoten	aantal/ha	12

Tabel 3.8 Grenswaarden per parameter voor de beoordeling van de huidige toestand van **droge gebieden** op de hoge zandgronden

AG	Parameter	Eenheid	Waar is informatie te vinden (nummer verwijst naar opsomming onder tabel)
1	droogtestress	d	13
1	kwel	mm/d	1
1	overstroming	d	2
2	groene verbindingen	km/km ²	3
2	blauwe verbindingen	km/km ²	4
3	natuurlijk peilregime	cm	5
4	voedselrijkdom (Nmin)	kg N/ha/j	6
4	voedselrijkdom (productie)	ton ds/ha/j	7
4	zuurgraad (pH)	-	8
4	gehalte aan organische stof	%	9
4	NO ₃	mg/l	10
4	NH ₄	mg/l	10
4	Ptot	mg/l	10

AG	Parameter	Eenheid	Waar is informatie te vinden (nummer verwijst naar opsomming onder tabel)
4	beschikbaar P	mg/l	10
4	SO ₄	mg/l	10
5	hoeveelheid pesticiden (som)	µg/l	11
6	aanwezigheid exoten	aantal/ha	12

Toelichting op informatie

- informatie is beschikbaar op verschillende schaalniveaus en vanuit verschillende bronnen. Via de viewer van de [klimaateffectatlas](#) kunnen snel landelijke kaarten (250 m rasters) worden geraadpleegd waarop GHG, GLG en kwel is te vinden. De GVG kan worden afgeleid uit de GHG en de GLG. Voor natuur geldt: $GVG = 0.5 + 0.85 * GHG + 0.20 * GLG$ (in cm beneden maaiveld). De waarden per cel worden in klassen weergegeven maar zijn niet direct opvraagbaar. Daarvoor moet je naar de bron: het Nederlands Hydrologisch Model. Daar is ook regionale data te vinden (25 m rasters). Ga daarvoor naar <https://data.nhi.nu/bekijk>. Landelijke uitvoer staat onder LHM (= Landelijk Hydrologisch Model). Je kunt daar ook GVG bekijken en gegevens downloaden. Om waarden per cel te kunnen raadplegen moeten de bestanden worden geladen in een GIS applicatie. Verder is het DINOloket: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart> (GHG, GVG en GLG) zeer nuttig. Regionale uitvoer is beschikbaar voor de provincies Friesland, Groningen, Drenthe en Overijssel (MIPWA), de Achterhoek (AMIGO), provincie Limburg (IBRAHYM) en het riviereengebied (MORIA). Niet alle grondwatermodellen zijn hier gedocumenteerd. Raadpleeg de waterafdeling bij de provincie indien je informatie mist;
- informatie over de kans op overstroming, de overstromingsduur en overstromingsdiepte is te vinden in de [klimaateffectatlas](#). Overstromingsduur is aangegeven per waterschap waarbij de drie noordelijke waterschappen (Fryslân, Noorderzijlvest, Hunze & Aa's) lijken te ontbreken. Overstromingskans en -diepte is vooral voor laag Nederland aangegeven. Er is een waterdieptekaart berekend voor twee situaties: waterdiepte bij een hevige bui van 70 mm binnen 2 uur en een van 140 mm binnen 2 uur. De overstromingskans (klein, middelgroot, groot) is ook aangegeven in de atlas van de leefomgeving (<https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>). Deze is meer vlakdekkend uitgewerkt waarbij ook is aangegeven welke functies worden getroffen;
- bij groene verbindingen gaat het om kleinschalige landschapselementen die in de loop der tijd steeds meer zijn verdwenen. In het kader van het initiatief "samen voor biodiversiteit" wordt hier aandacht aan besteed (<https://www.samenvoorbiodiversiteit.nl/toolbox/landschapselementen>). Er is niet een specifieke gegevensbron. Er zijn diverse bronnen die gebruikt kunnen worden om de vroegere en huidige situatie in beeld te brengen, waaronder:
 - topotijdreis, historie topografische kaarten (<https://www.topotijdreis.nl/>);
 - natuurbeheerplan (kaart met onder andere landschapstypen). Het gaat onder andere om L01.02 Houtwal en houtsingel, L01.03 Elzensingel, L01.05 Knip- en scheerheg, L01.06 Struweelhaag en L01.07 Laan. De meeste provincies hebben een kaartviewer voor hun natuurbeheerplan. BIJ12 heeft ook de informatie landelijk beschikbaar als gisbestand. Dit geeft een beeld van wat er nu wordt beschermd (<https://www.bij12.nl/onderwerp/natuursubsidies/snl/inhoud/natuurbeheerplan/>);
 - landelijke grondgebruiksdatabank (www.lgn.nl). Een landelijke 25 m rasterkaart van het landgebruik waarin naaldbos, loofbos is te zien;
 - RCE informatie over Groen erfgoed (<https://rce.webgis.nl/nl/map/groen-erfgoed>). Vooral waardevol voor historisch inzicht in waardevolle landschapselementen;
 - bomenregister (<https://boomregister.nl/overzichtskaart-van-de-bomen-in-nederland/>). Toon individuele bomen ingedeeld naar hoogte. Informatie op basis van remote sensing;
 - landschapselementenregister. Dit is een bestand in opbouw waar geografische informatie over landschapselementen kunnen worden gedownload (<https://lasreg.nl/download-open-data/aag/>). De informatie wordt gebruikt voor het verbeteren van de groenblauwe dooradering (GBDA) in Nederland. Er wordt onder andere onderscheid gemaakt in struweelhaag, bomengroep, natuurlijk grasland, agrarisch natuurmengsel, stroken wild gras en ruigtes op landbouwpercelen;

- 4 vergelijkbaar als bij groene verbindingen gaat het hier over waterverbindingen en kleinschalige waterpartijen die in de loop ter tijd verdwenen of in kwaliteit achteruit zijn gegaan. In het kader van het initiatief 'samen voor biodiversiteit' wordt hier aandacht aan besteed (<https://www.samenvoerbiodiversiteit.nl/toolbox/landschapselementen>). Er is niet een specifieke gegevensbron. Er zijn diverse bronnen die gebruikt kunnen worden om de vroegere en huidige situatie in beeld te brengen, waaronder:
- topotijdreis, historie topografische kaarten (<https://www.topotijdreis.nl/>);
 - topografische kaart 1:10.000. Bestand is beschikbaar via PDOK (<https://app.pdok.nl/viewer>). Het betreft een fijnschalig bestand met geografische informatie over de ligging van watergangen. Er is ook een basiskaart aquatisch (watertypen) die is afgeleid van de topografische kaart waarin de informatie nader is uitgesplitst. Zie <https://www.pbl.nl/publicaties/basiskaart-aquatisch-de-watertypenkaart-het-oppervlaktewater-in-de-top10nl-geclassificeerd-naar-watertype>. De geografische informatie is beschikbaar via het PBL;
 - legger. Elk waterschap heeft ook een legger beschikbaar (veelal met een kaartviewer) waarbij inzicht wordt over hoe het beheer is geregeld (indeling primaire, secundaire en tertiaire watergangen). Vaak bevatten leggers ook informatie over het oeverbeheer of type oever (waaronder natuurvriendelijke oever). Er is geen landsdekkend bestand beschikbaar met informatie over natuurvriendelijke oevers;
 - landelijke grondgebruiksdatabank (www.lgn.nl). Een landelijke 25 m rasterkaart van het landgebruik waarin sloten en poelen te zien zijn;
 - landschapselementenregister. Dit is een bestand in opbouw waar geografische informatie over landschapselementen kunnen worden gedownload (<https://lasreg.nl/download-open-dataaag/>). De informatie wordt gebruikt voor het verbeteren van de groenblauwe dooradering (GBDA) in Nederland. Er wordt onder andere onderscheid gemaakt in greppel, plas, ven, vijver, poel, moeras/rietland en sloot;
 - watertijdreis, historie van waterstaatskundige kaarten (<https://watertijdreis.nl/>). Geeft een beeld van de vroegere waterhuishouding;
 - natuurbeheerplan (kaart met onder andere landschapstypen). Het gaat om L01.01 Poel en klein historisch water;
 - RCE informatie over Leven met water (<https://rce.webgis.nl/nl/map/leven-met-water>). Vooral waardevol voor historisch inzicht in waardevolle waterelementen (vloeivelden, wielen);
 - HISGIS. Dit is een gedetailleerde historische kadasterkaart uit 1835 die voor veel provincies aanwezig is. Het geeft inzicht in het vroeger voorkomen van watergangen (<https://hisgis.nl/>);
- 5 informatie over waterpeilen is beschikbaar via peilbesluiten bij de waterschappen (en Rijkswaterstaat) en via metingen aan het waterpeil. De legger van elke waterschap geeft informatie over de peilbesluiten. Dit zijn vaak vaste peilen of tegennatuurlijke peilen om de landbouw te ondersteunen. Daadwerkelijke metingen aan het waterpeil kunnen worden gevonden op de website waterpeilen (<https://www.waterpeilen.nl/nederlandse-waterschappen/>) of moeten worden opgevraagd bij het waterschap. Er zijn ook (historische) metingen aan oppervlaktewaterpeil beschikbaar via het dinoloket (<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>) of aquadesk, maar aquadesk vereist inlog (<https://live.aquadesk.nl/viewer/2>);
- 6 de voedselrijkdom van de bodem kan worden afgeleid uit de bodem het landgebruik. Die informatie is beschikbaar via het model Waterwijzer Natuur (<https://www.kwrwater.nl/tools-producten/waterwijzer-natuur/>). Op basis van de bodemkaart kan een intrinsieke voedselrijkdom (uitgedrukt in Nmin) afleiden. Via een combinatie met landgebruik (LGN) wordt die voedselrijkdom verhoogd in verband met aannamen over de mate van bemesting. Ontsluiting vergt naar verwachting enige ondersteuning van den expert;
- 7 er zijn wel kaarten van bovengrondse biomassa maar die zijn te grof. De bepaling van de voedselrijkdom aan de hand van bovengrondse productie zal moeten worden bepaald in het veld. Een expert kan via een quickscan vaak wel een indruk krijgen of er sprake is van een hoge of lage productie. Een daadwerkelijke veldmeting is beter, maar wel bewerkelijk;
- 8 via bodemdata is er inzicht in de zuurgraad verdeeld over de diepte (<https://bodemdata.nl/themakaarten/4d-kaarten/ph>). De zuurgraad wordt getoond tot 200 cm diepte;
- 9 via bodemdata is er inzicht in het gehalte aan organisch stof verdeeld over de diepte (<https://bodemdata.nl/themakaarten/4d-kaarten/ph>). Het gehalte aan organisch stof wordt getoond tot 200 cm diepte;

- 10 er is helaas maar heel beperkt ruimtelijke informatie beschikbaar over de kwaliteit van bodem- en grondwater. De parameters NO₃, NH₄, P_{tot}, beschikbaar P en SO₄ worden toch genoemd omdat ze relevant zijn. Voor NO₃ in het bovenste grondwater is een ruimtelijk bestand beschikbaar (bron). Daarnaast is er globaal inzicht in de grondwaterkwaliteit via het dinoloket (<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>), grondwatertools (<https://www.grondwatertools.nl/gwatlas/>) en het waterkwaliteitsportaal (<https://wkp.rws.nl/downloadmodule> bevat meetlocaties voor grondwater) maar deze informatie is veelal verouderd of te spaarzaam om goede uitspraken te kunnen doen op lokale schaal. Indien men echt beter grip wil krijgen op deze relevante parameters dan zal er een aanvullende bemonstering en lab-analyse nodig zijn;
- 11 voor inzicht in de verspreiding in bestrijdingsmiddelen kan gebruik worden gemaakt van de bestrijdingsmiddelenatlas (<https://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl/atlas/1/1>). Hierin staat gedetailleerde informatie over welke bestrijdingsmiddelen waar zijn aangetroffen en hoe dit samenhangt met landgebruik. Veel bestrijdingsmiddelen komen in de sloten terecht. Ook hiervan zijn kaarten beschikbaar die de totale toxische druk aangeven. Zie <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/kaarten> (parameter: Mengsel toxische druk - gewasbeschermingsmiddelen). Helaas geeft deze laatste bron niet de gesommeerde concentratie;
- 12 informatie over invasieve exoten wordt ontsloten op <https://www.invasieve-exoten.info/home>. Het verspreidingspatroon van afzonderlijke soorten kan worden achterhaald via de verspreidingsatlas <https://www.verspreidingsatlas.nl/>. Verspreidingsgegevens kunnen worden gedownload via de Nationale Databank Flora en Fauna (<https://ndff.nl/>);
- 13 droogtestress is afhankelijk van bodemtextuur, GLG en meteorologische condities. De klimaateffectatlas bevat kaarten over het risico op droogtestress en de gevoeligheid van de vegetatie voor droogtestress. Met Waterwijzer Natuur kunnen vlakdekkende kaarten van transpiratiestress (een vergelijkbare maat als droogtestress) worden gegenereerd.

Veldbezoek en praktijkkennis

Praktijkkennis van de verschillende beheerders van het projectgebied kan maximaal worden benut bij het verzamelen en verrijken van gegevens. Een aanbevolen manier om (meer) gegevens te verzamelen en gegevens simpel te valideren is het afleggen van een veldbezoek met het projectteam. Zo zijn we in staat om, ook als er nauwelijks meetgegevens aanwezig zijn, toch tot een eerste oordeel te komen.

Zowel in het geval dat een veldbezoek is uitgevoerd als dat een veldbezoek niet haalbaar is, is het relevant om gebiedsbeheerders te betrekken. Beheerders beschikken vaak over een gedegen praktijkkennis die kan worden ingezet. Beheerders beschikken bijvoorbeeld over kennis van problemen die spelen of zich hebben afgespeeld in het projectgebied. Zijn er klachten (geweest) over inundatie of droogte? Het actief betrekken en ondervragen van beheerders levert extra inzicht op die kan worden ingezet in de quickscan. Idealiter zijn deze personen al onderdeel van het projectteam dat is opgesteld in stap 2.

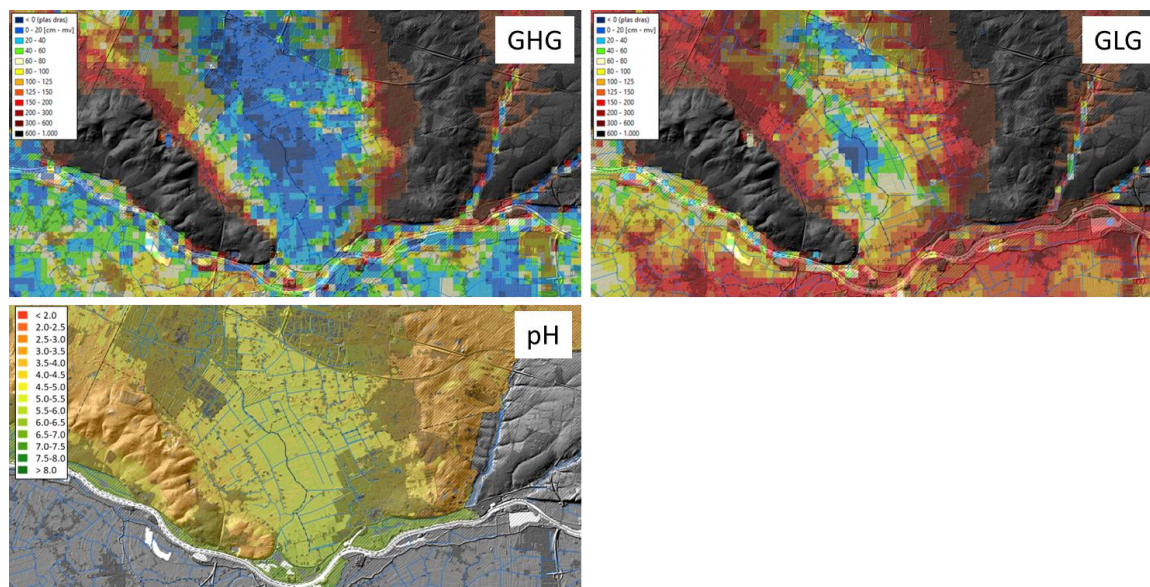
Overzicht creëren in de informatie

Zodra de informatie beschikbaar is, is het van belang om overzicht te creëren. We raden daarom sterk aan om informatie overzichtelijk weer te geven ruimtelijk in GIS en in tabellen, zoals in het voorbeeld in kader 3.5 is weergegeven. Om een volledige beoordeling te kunnen maken is het van belang om informatie over elk aangrijpingspunt (1-6) te verzamelen. Wanneer een deel van de aangrijpingspunten wordt overgeslagen bestaat de kans dat bepaalde kwetsbaarheid van de biodiversiteit over het hoofd wordt gezien.

Kader 3.5: Casus hoge zandgronden - verzamelen gegevens

Als voorbeeld kijken we naar het eerste aangrijpingspunt (hydrologische optimalisatie). Voor dit gebied was geen regionaal model direct beschikbaar, waardoor we terugvallen op het LHM. Voor de verschillende parameters bekijken we de feitelijke waarden. In een geografisch informatiesysteem kan dit ook ruimtelijk worden weergegeven. Hieronder een beeld per parameter.

Afbeelding 3.7 Ter illustratie de GHG, GLG en pH voor het gebied



Voor een algemeen beeld kan ervoor gekozen worden om de mediane waarde te bepalen. Deze waarden zijn opgenomen in de kolom 'gevonden waarde'. De GVG en overstrooming is niet getoond, maar wel berekend. Overstromingen vanuit het oppervlaktewater komen in dit voorbeeld niet meer voor.

Tabel 3.9 Opgehaalde gegevens (AG = aangrijpingspunt)

AG	Parameter	Meetwaarde	Landschapstype	Gevonden waarde
1	GHG	gws (m-mv)	nat, hoge zandgronden	24
1	GVG	gws (m-mv)	nat, hoge zandgronden	32
1	GLG	gws (m-mv)	nat, hoge zandgronden	107
1	kwel	pH	nat, hoge zandgronden	4.9
1	overstroming	dagen/j	nat, hoge zandgronden	0

3.2.5 Stap 4 - Het maken van een beoordeling

In de vierde stap wordt de daadwerkelijke beoordeling van kwetsbaarheden gemaakt.

Hierbij wordt bekeken of er vanuit de beschikbare informatie aanwijzingen zijn dat de biodiversiteit zal verslechteren onder klimaatverandering, en wat de kans hierop is: **lage kans**, **gemiddelde kans**, **hoge kans**.

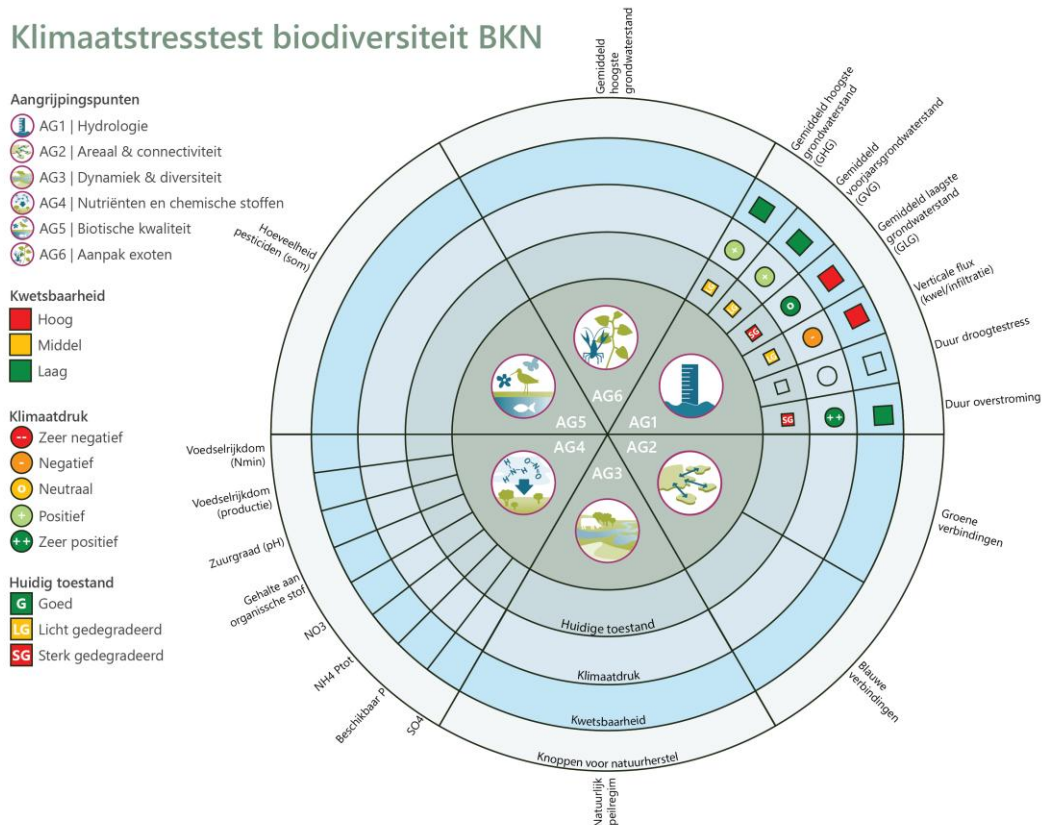
Om een beoordeling te maken hanteren we het volgende werkplan:

- 4a) als eerste probeer je inzicht te verkrijgen in de huidige toestand. Dit doe je door per aangrijpingspunt en per onderliggende parameter een beoordeling van de huidige toestand te maken (goede toestand (G), licht gedegradereerde toestand (LG), sterk gedegradereerde toestand (SG));
- 4b) hierna probeer je inzicht in de effecten van klimaatverandering op het aangrijpingspunt te krijgen via de klimaatdrukfactoren (-- = zeer negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = zeer positief). Verderop wordt dit per aangrijpingspunt uitgewerkt;
- 4c) tot slot volgt uit een opzoektabel een eindbeoordeling van de kwetsbaarheid per aangrijpingsparameter (hoog, middel, laag).

In afbeelding 3.8 is een visuele weergave van dat werkplan gegeven. Hierna lichten we de werkwijze per stap toe, en bouwen we gezamenlijk de afbeelding op.

Afbeelding 3.8 Visuele weergave stresstest biodiversiteit, met voorbeelduitwerking voor aangrijpingspunt 1 Hydrologie voor landschapstype **natte** hoge zandgronden en klimaatdrukfactor Wateroverlast

Klimaatstresstest biodiversiteit BKN



Stap 4a- Verkrijg inzicht in de huidige toestand

Als eerste stap maken we op basis van de verzamelde informatie rondom OBN aangrijpingspunten en bijbehorende parameters een beoordeling of de condities van de huidige toestand een goede toestand (G), een licht gedegradereerde toestand (LG) of een sterk gedegradereerde toestand (SG) indiceren. Voor het uitvoeren van de stresstest zijn op basis van literatuuronderzoek en de beschikbare informatie rondom BKN grenswaardes per landschapstype (hoge zandgronden vochtig, nat en droog) bepaald.

Onderstaand is een overzicht gepresenteerd van de grenswaardes voor de hoge zandgronden. Voor interpretatie is het echter verstandig om in de analyse een expert ecologie en hydrologie te betrekken. De grenswaardes zijn geselecteerd op basis van de best beschikbare kennis, maar vormen geen absolute waarheid. Zo zal in het ene watertype een parameter en bijbehorende waarden meer bepalend zijn dan in een ander watertype. Van de default grenswaardes kan indien gemotiveerd afgeweken worden.

Het projectteam classificeert vervolgens de gevonden informatie per parameter als goede toestand, licht gedegradereerde toestand of sterk gedegradereerde toestand. Gebruik ten behoeve van het bewaren van het overzicht (GIS)tabellen, zoals in het voorbeeld van tabel 3.13.

Tabel 3.10 Grenswaarden per parameter voor de beoordeling van de huidige toestand van natte gebieden op de hoge zandgronden

AG	Parameter	Goede toestand	Licht gedegradereerd	Sterk gedegradereerd
1	GHG	<10	10-30	> 30
1	GVG	<25	25-40	> 40
1	GLG	<40	40 - 80	>80
1	kwel	>6.5	4.5 - 6.5	<4.5
1	overstroming	10	0-10	0
2	groene verbindingen	>20	20 - 5	<5
2	blauwe verbindingen	>20	20 - 5	<5
3	natuurlijk peilregime	ja	soms	nooit
4	voedselrijkdom (Nmin)	<60	60 - 180	>180
4	voedselrijkdom (productie)	<4	4 - 8	>8
4	zuurgraad (pH)	6.5 - 7.5	4.5 - 6,5	<4.5
4	gehalte aan organische stof	30	0-30	0
4	NO ₃	<1	1-2	>2
4	NH ₄	<0.04	0.04 - 0.10	>0.10
4	Ptot	>35	20 - 35	<20
4	beschikbaar P	>750	300 - 750	<300
4	SO ₄	<15	15 - 80	>80
5	hoeveelheid pesticiden (som)	0	0-0.1	>0.1
6	aanwezigheid exoten	0	1	>1

Tabel 3.11 Grenswaarden per parameter voor de beoordeling van de huidige toestand van vochtige gebieden op de hoge zandgronden

AG	Parameter	Goede toestand	Licht gedegradeerd	Sterk gedegradeerd
1	GHG	<35	35 - 60	>60
1	GVG	<45	45 - 80	>80
1	GLG	<60	60 - 100	>100
1	kwel	<6	6 - 7	>7
1	overstroming	10	0 - 10	0
2	groene verbindingen	>20	20 - 5	< 5
2	blauwe verbindingen	>20	20 - 5	<5
3	natuurlijk peilregime	ja	soms	nooit
4	voedselrijkdom (Nmin)	<60	60 - 180	>180
4	voedselrijkdom (productie)	<4	4 - 8	>8
4	zuurgraad (pH)	6.5 - 7.5	4.5 - 6,5	<4.5
4	gehalte aan organische stof	30	0 - 30	0
4	NO ₃	<1	1 - 2	>2
4	NH ₄	<0.04	0.04 - 0.10	>0.10
4	Ptot	>35	20 - 35	<20
4	beschikbaar P	>750	300 - 750	<300
4	SO ₄	<15	15 - 80	>80
5	hoeveelheid pesticiden (som)	gering	matig	hoog - zeer hoog
6	Aanwezigheid exoten	0	1	>1

Tabel 3.12 Grenswaarden per parameter voor de beoordeling van de huidige toestand van droge gebieden op de hoge zandgronden

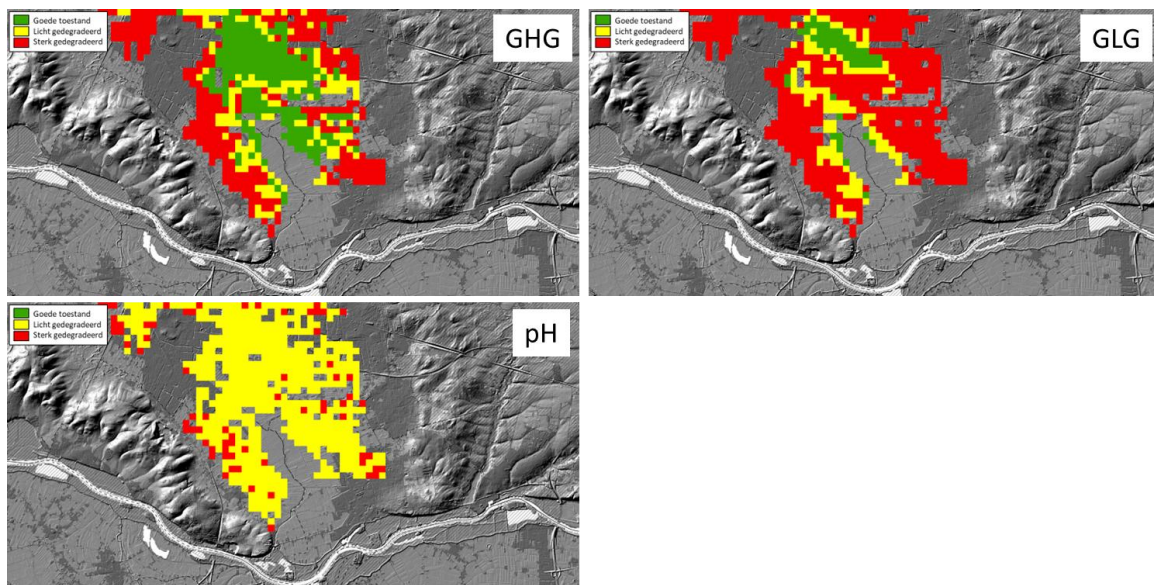
AG	Parameter	Goede toestand	Licht gedegradeerd	Sterk gedegradeerd
1	droogtestress	>15	15 - 5	<5
1	kwel	>4.5	4.5 - 4	<3
1	overstroming	10	0 - 10	0
2	groene verbindingen	>20	20 - 5	<5
2	blauwe verbindingen	>20	20 - 5	<5
3	natuurlijk peilregime	ja	soms	nooit

AG	Parameter	Goede toestand	Licht gedegradeerd	Sterk gedegradeerd
4	voedselrijkdom (Nmin)	<60	60 - 180	>180
4	voedselrijkdom (productie)	<4	4 - 8	>8
4	zuurgraad (pH)	4 - 4.5	4 - 3.5	<3.5
4	gehalte aan organische stof	30	0 - 30	0
4	NO ₃	<1	1 - 2	>2
4	NH ₄	<0.04	0.04 - 0.10	>0.10
4	Ptot	>35	20 - 35	<20
4	beschikbaar P	>750	300 - 750	<300
4	SO ₄	<15	15 - 80	>80
5	hoeveelheid pesticiden (som)	gering	matig	hoog - zeer hoog
6	aanwezigheid exoten	0	1	>1

Kader 3.6: Casus hoge zandgronden - classificatie huidige toestand

De gevonden informatie (kader 3.5) wordt in deze stap geclassificeerd in goede toestand (G), licht gedegradeerde toestand (LG) en sterk gedegradeerde toestand (SG). In het voorbeeld is dit wederom gedaan voor aangrijpingspunt 1, landschapstype natte hoge zandgronden.

Afbeelding 3.9 parameters ingedeeld op basis van hun klassegrenzen



Voor een algemeen beeld kan ervoor gekozen worden om de mediane waarde te bepalen. Deze waarden zijn opgenomen in de kolom 'gevonden waarde'. De GVG en overstroming is niet getoond, maar wel berekend. Overstromingen vanuit het oppervlaktewater komen niet meer voor.

Tabel 3.13 Opgehaalde gegevens geclassificeerd naar goede toestand, licht gedegradieerd of sterk gedegradieerd

AG	Parameter	Meetwaarde	Landschaps- type	Goede toestand (G)	Licht gedegradieer d (LG)	Sterk gedegradiee rd (SG)	Gevonden waarde en classificatie (G = groen, LG= geel, SG = rood)
1	GHG	gws (m-mv)	nat, hoge zandgronden	<10	10 - 30	>30	24
1	GVG	gws (m-mv)	nat, hoge zandgronden	<25	25 - 40	>40	32
1	GLG	gws (m-mv)	nat, hoge zandgronden	<40	40 - 80	>80	107
1	kwel	pH	nat, hoge zandgronden	>6.5	4.5 - 6.5	<4.5	4.9
1	Overstromi ng	dagen/j	nat, hoge zandgronden	10	0 - 10	0	0

Stap 4b - Bezie de impact van de klimaatdrukfactoren

In de vervolgstap bekijkt het projectteam wat de impact is van de verschillende klimaatdrukfactoren op de OBN aangrijpingspunten en de parameters.

Klimaatverandering leidt in Nederland tot meer opwarming en hitte, meer wateroverlast in de vorm van piekbuien en meer langdurige droogte. Wat klimaatverandering voor de nabije toekomst betekent voor Nederland is door het KNMI zichtbaar gemaakt met de vier klimaatscenario's Ld, Ln, Hd en Hn waarbij verandering van luchtstromingspatronen en temperatuurstijging sturende factoren zijn [lit. 32].

In het kader van het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie zijn voor Nederland vier 'klimaatdrukfactoren' geïdentificeerd: hitte, wateroverlast, droogte en overstroming. Daarnaast is verzilting een klimaatdrukfactor. Het kan gaan om interne verzilting (via het grondwater) en externe verzilting (via het oppervlaktewater) waarbij naast droogte ook de zeespiegelstijging in toenemende mate een punt van zorg is. Verzilting en zeespiegelstijging speelt voorlopig niet op de hoge zandgronden. Overstroming gaat vooral over het rivierengebied. Meest relevante drukfactoren voor de hoge zandgronden zijn droogte, hitte en wateroverlast als gevolg van extreme neerslag. In Bijlage I is een nadere toelichting gegeven van de klimaatdrukfactoren en de effecten op de biologie.

Onderstaand is een samenvatting van de effecten van de klimaatdrukfactoren op de OBN aangrijppunten gegeven. Per deelsysteem is een tabel opgesteld (tabel 3.14, tabel 3.15, tabel 3.16) waarin een globale omschrijving is gegeven van hoe klimaatverandering ingrijpt op een parameter. Daarnaast is een kwalitatieve beoordeling gegeven van dat effect op het ecosysteem (deelgebied) op basis van deskundigenoordeel. In veel gevallen is het niet zo dat een positieve beoordeling een negatieve beoordeling compenseert. Met andere woorden, als een natte vegetatie sterk te lijden heeft gehad van een langdurige periode met droogte en intense hitte, dan wordt het negatieve effect niet zo maar opgeheven met meer piekbuien. Zeker niet als die in de zomer vallen.

Tabel 3.14 De belangrijkste (nadelige) effecten van klimaatverandering op aangrijppunten van natte gebieden op de hoge zandgronden uitgesplitst naar hitte, droogte en wateroverlast. De beoordeling geeft aan of het opgetreden effect als positief of als negatief wordt beschouwd (schaal: -- = zeer negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = zeer positief)

Aangrijppingspunt	Parameter	Omschrijving effect klimaatdruk hitte	Beoordeling	Omschrijving effect klimaatdruk droogte	Beoordeling	Omschrijving effect klimaatdruk wateroverlast	Beoordeling
AG1	GHG	toename potentiële verdamping verlaagt grondwaterstand	--	verlaging grondwaterstand door afname neerslag	--	extra water natte vegetatie (gunstig). Zuurstofstress voor andere planten.	+
AG1	GVG	toename potentiële verdamping verlaagt grondwaterstand, verminderde kieming natte soorten	--	verlaging grondwaterstand door afname neerslag	--	extra water natte vegetatie (gunstig). Zuurstofstress voor andere planten.	+
AG1	GLG	toename potentiële verdamping verlaagt grondwaterstand, planten drogen uit	--	verlaging grondwaterstand, mineralisatie organisch rijke bodem	--	extra water natte vegetatie (gunstig). Zuurstofstress voor andere planten.	0
AG1	kwel	warmer bodemvocht/grondwater	--	afname kwel/infiltratie, grondwaterinvloed neemt af (verzuring)	--	afname grondwaterinvloed, toename regenwaterinvloed	-
AG1	overstroming	toename potentiële verdamping, opwarming water	--	afname door gebrek aan ow	--	toename inundatie (ongunstig in de zomer)	++
AG2	groene verbindingen	toename potentiële verdamping	-	achteruitgang vitaliteit hagen	-	achteruitgang vitaliteit hagen	+
AG2	blauwe verbindingen	toename potentiële verdamping, opwarming water	--	verlaging ow peil	--	verhoging ow peil	++
AG3	natuurlijk peilregime	lagere zomerpeilen	--	indroging watergangen (toename dynamiek)	--	vollopen watergangen (toename dynamiek)	+
AG4	voedselrijkdom (Nmin)	verhoogde afbraak, eutrofiering	--	verhoogde afbraak, eutrofiering	--	rem op eutrofiering	+
AG4	voedselrijkdom (productie)	verhoogde afbraak, eutrofiering	--	verhoogde afbraak, eutrofiering	--	rem op eutrofiering	+
AG4	zuurgraad (pH)	niet van toepassing	0	verzuring door oxidatieprocessen	--	verzuring door extra regenwaterinvloed	0
AG4	gehalte aan organische stof	versterkte afbraak, meer mineralisatie	--	uitzakken grondwaterstand, meer mineralisatie os	--	versterkte uitspoeling /afspoeling	+
AG4	NO ₃	hogere concentraties door indamping	--	hogere concentraties door mineralisatie os	--	versterkte uitspoeling	+
AG4	NH ₄	hogere concentraties door indamping	--	afname NH ₄ door oxidatie	--	versterkte uitspoeling	+
AG4	Ptot	hogere concentraties door indamping	--	hogere concentraties door mineralisatie os	--	versterkte uitspoeling /afspoeling, mobilisatie	0
AG4	beschikbaar P	hogere concentraties door indamping	--	hogere concentraties door mineralisatie os	--	versterkte uitspoeling /afspoeling, mobilisatie	0
AG4	SO ₄	hogere concentraties door indamping	--	hogere concentraties door mineralisatie os	--	versterkte uitspoeling, afname	+
AG5	hoeveelheid pesticiden (som)	hogere giftigheid door indamping en warmte	--	hogere giftigheid door indamping	--	meer afspoeling	+
AG6	aanwezigheid exoten	verschuiving warmteminnende versus koudeminnende soorten (opkomst exoten)	-	afname exoten van natte condities	-	toename exoten van natte condities	-

Tabel 3.15 De belangrijkste (nadelige) effecten van klimaatverandering op aangrijppunten van vochtige gebieden op de hoge zandgronden uitgesplitst naar wateroverlast, droogte en hitte

Aangrijppunt	Parameter	Omschrijving effect klimaatdruk hitte	Beoordeling	Omschrijving effect klimaatdruk droogte	Beoordeling	Omschrijving effect klimaatdruk wateroverlast	Beoordeling
AG1	GHG	toename potentiële verdamping, afname soortenrijkdom grasland	-	verlaging gws, snellere en sterkere uitdroging kruidachtige vegetatie	-	extra water natte vegetatie (gunstig). Zuurstofstress voor andere planten.	+
AG1	GVG	toename potentiële verdamping, afname soortenrijkdom grasland	-	verlaging gws, snellere en sterkere uitdroging kruidachtige vegetatie	-	extra water natte vegetatie (gunstig). Zuurstofstress voor andere planten.	+
AG1	GLG	toename potentiële verdamping, afname soortenrijkdom grasland	-	verlaging gws, snellere en sterkere uitdroging kruidachtige vegetatie	-	extra water natte vegetatie (gunstig). Zuurstofstress voor andere planten.	+
AG1	kwel	warmer bodemvocht/grondwater	-	afname kwel/infiltratie, grondwaterinvloed neemt af (verzuring)	-	afname grondwaterinvloed, toename regenwaterinvloed	0
AG1	overstroming	toename potentiële verdamping, opwarming water	-	afname door gebrek aan ow	-	toename inundatie (ongunstig in de zomer)	+
AG2	groene verbindingen	toename potentiële verdamping, groter brandrisico	-	achteruitgang vitaliteit hagen	-	achteruitgang vitaliteit hagen	+
AG2	blauwe verbindingen	toename potentiële verdamping, opwarming water	-	verlaging ow peil	-	verhoging ow peil	+
AG3	natuurlijk peilregime	lagere zomerpeilen	-	indroging watergangen (toename dynamiek)	-	vollopen watergangen (toename dynamiek)	+
AG4	voedselrijkdom (Nmin)	verhoogde afbraak, eutrofiering	-	verhoogde afbraak. Eutrofiering	-	rem op eutrofiering	+
AG4	voedselrijkdom (productie)	verhoogde afbraak, eutrofiering	-	verhoogde afbraak. Eutrofiering	-	rem op eutrofiering	+
AG4	zuurgraad (pH)	niet van toepassing	0	verzuring door oxidatieprocessen	--	verzuring door extra regenwaterinvloed	-
AG4	gehalte aan organische stof	versterkte afbraak, meer mineralisatie	-	uitzakken grondwaterstand, meer mineralisatie OS	-	versterkte uitspoeling /afspoeling	+
AG4	NO ₃	hogere concentraties door indamping	-	hogere concentraties door mineralisatie OS	-	versterkte uitspoeling	+
AG4	NH ₄	hogere concentraties door indamping	-	afname NH ₄ door oxidatie	-	versterkte uitspoeling	+
AG4	Ptot	hogere concentraties door indamping	-	hogere concentraties door mineralisatie OS	-	versterkte uitspoeling /afspoeling, mobilisatie	-
AG4	beschikbaar P	hogere concentraties door indamping	-	hogere concentraties door mineralisatie OS	-	versterkte uitspoeling /afspoeling, mobilisatie	-
AG4	SO ₄	hogere concentraties door indamping	-	hogere concentraties door mineralisatie OS	-	versterkte uitspoeling, afname	+
AG5	hoeveelheid pesticiden (som)	hogere giftigheid door indamping en warmte	-	hogere giftigheid door indamping	-	meer afspoeling	+
AG6	aanwezigheid exoten	verschuiving warmteminnende versus koudeminnende soorten (opkomst exoten)	-	afname exoten van natte condities	-	toename exoten van natte condities	+

Tabel 3.16 De belangrijkste (nadelige) effecten van klimaatverandering op aangrijppunten van droge gebieden op de hoge zandgronden uitgesplitst naar wateroverlast, droogte en hitte

Aangrijppingspunt	Parameter	Omschrijving effect klimaatdruk hitte	Beoordeling	Omschrijving effect klimaatdruk droogte	Beoordeling	Omschrijving effect klimaatdruk wateroverlast	Beoordeling
AG1	GHG	verlaging bodemvochtgehalte. verhoogd risico op natuurbranden.	--	afname opbolling, meer droogtestress bomen (met name met gering wortelstelsel), verhoogd brandrisico	--	verbetering vochtvoorziening vegetatie in hangwaterprofielen (gunstig)	+
AG1	GVG	afname door verlaagde grondwateraanvulling (toename verdamping)	--	afname door verlaagde grondwateraanvulling (afname neerslag)	--	meer oppervlakkige afstroming, minder grondwateraanvulling	-
AG1	GLG	toename potentiële verdamping, sneller verdwijnen open water (op schijnspiegels)	--	minder neerslag, sneller verdwijnen open water (op schijnspiegels)	--	periodiek snel vollopen laagtes (met schijnspiegel)	++
AG2	kwel	toename potentiële verdamping, versnelde uitdroging	-	uitdrogen vegetatie, verhoogd risico op brand	-	aantasting bosvitaliteit door wateroverlast	+
AG2	overstroming	toename potentiële verdamping, versnelde uitdroging	--	versnelde uitdroging natte laagtes (schijnspiegels)	--	verhoging ow peil	++
AG3	groene verbindingen	lagere zomerpeilen	--	indroging watergangen (toename dynamiek)	--	vollopen watergangen (toename dynamiek)	+
AG4	blauwe verbindingen	ophoping organische stof. Verhoogd risico op natuurbranden.	-	ophoping organische stof. verhoogd risico op natuurbranden.	-	uit/afspoeling organische stof	+
AG4	natuurlijk peilregime	ophoping organische stof. Verhoogd risico op natuurbranden.	-	ophoping organische stof. verhoogd risico op natuurbranden.	-	uit/afspoeling organische stof	+
AG4	voedselrijkdom (Nmin)	niet van toepassing	0	verzuring door oxidatieprocessen	--	verzuring door extra regenwaterinvloed	0
AG4	voedselrijkdom (productie)	versterkte afbraak, meer mineralisatie	--	uitzakken grondwaterstand, meer mineralisatie OS	--	versterkte uitspoeling /afspoeling	+
AG4	zuurgraad (pH)	door uitdroging minder afbraak organisch materiaal	0	door droogte minder afbraak organisch materiaal	-	versterkte uit/afspoeling organisch materiaal	+
AG4	gehalte aan organische stof	hogere concentraties door indamping	0	hogere concentraties door mineralisatie OS	--	versterkte uitspoeling	+
AG4	NO ₃	hogere concentraties door indamping	0	afname NH ₄ door oxidatie	--	versterkte uitspoeling	+
AG4	NH ₄	hogere concentraties door indamping	0	hogere concentraties door mineralisatie OS	--	versterkte uitspoeling /afspoeling	+
AG4	Ptot	hogere concentraties door indamping	0	hogere concentraties door mineralisatie OS	--	versterkte uitspoeling /afspoeling	+
AG5	beschikbaar P	hogere concentraties door indamping	0	hogere concentraties door mineralisatie OS	--	versterkte uitspoeling	+
AG6	SO ₄	hogere giftigheid door indamping en warmte	0	hogere giftigheid door indamping	--	meer afspoeling	+

In deze stap gaan we per klimaatdrukfactor (droogte, hitte en wateroverlast) het verwachte effect (-- = zeer negatief, - = negatief, 0 = neutraal, + = positief, ++ = zeer positief) classificeren. Uiteraard is het lastig om een goed oordeel te maken omdat de impact per locatie sterk verschilt. Om hier uitsluitend over te geven is vaak aanvullende modellering nodig. Dat voert te ver voor de quickscan, maar is bijvoorbeeld onderdeel van de globale of nadere analyse. Indien er voor een casus echter al aanvullende informatie beschikbaar is, kan de gebruiker onderbouwd van de classificatie afwijken. Daarnaast staat het de gebruiker vrij om een keuze te maken voor welke klimaatdrukfactor en/of voor welke combinatie aan klimaatdrukfactoren (cumulatieve scenario's) de effecten in beeld gebracht worden. Voor hoe verschillende klimaatdrukfactoren elkaar beïnvloeden is geen vaste analyse te maken. Het maakt daarvoor uit of het om een nat of droog jaar gaat, en wat de timing is van effecten. Indien de gebruiker graag toch een cumulatief beeld wil genereren door meerdere klimaatdrukfactoren samen te nemen, wordt aangeraden om zelf onderbouwd een cumulatief scenario te ontwikkelen.

Als output van deze werkstap geeft de gebruiker per parameter en klimaatdrukfactor aan wat het effect is. Gebruik ten behoeve van het bewaren van het overzicht (GIS)tabellen, zoals in het voorbeeld van kader 3.7.

Kader 3.7: Casus hoge zandgronden - klimaatdruk

Op basis van de classificatie kan vervolgens eenvoudig de aard van de verwachte klimaatdruk worden opgezocht. Wateroverlast doordat de watergang tot inundatie leidt kan gunstig zijn voor buffering van de pH. Voor de klimaatdrukfactor wateroverlast is wel de voorwaarde dat het oppervlaktewater van voldoende goede kwaliteit is. Als er sprake is van veel meststoffen in het oppervlaktewater, dan is er meer sprake van een negatief effect.

Tabel 3.17 Classificatie klimaatdruk natte hoge zandgronden

AG	Parameter	Meetwaarde	Classificatie huidige toestand (G = groen, LG= geel, SG = rood)	Hitte	Droogte	Wateroverlast
1	GHG	gws (m-mv)	24	--	--	+
1	GVG	gws (m-mv)	32	--	--	+
1	GLG	gws (m-mv)	107	--	--	0
1	kwel	pH	4.9	--	--	-
1	overstroming	dagen/j	0	--	--	++

Stap 4c - Eindbeoordeling kwetsbaarheid

In de laatste stap wordt de daadwerkelijke beoordeling van kwetsbaarheid gemaakt. Op basis van de huidige toestand en het verwachte klimaateffect wordt vervolgens per klimaatdrukfactor een eindbeoordeling gemaakt. Om de eindbeoordeling te maken is de volgende vertaaltabel ontwikkeld (tabel 3.18).

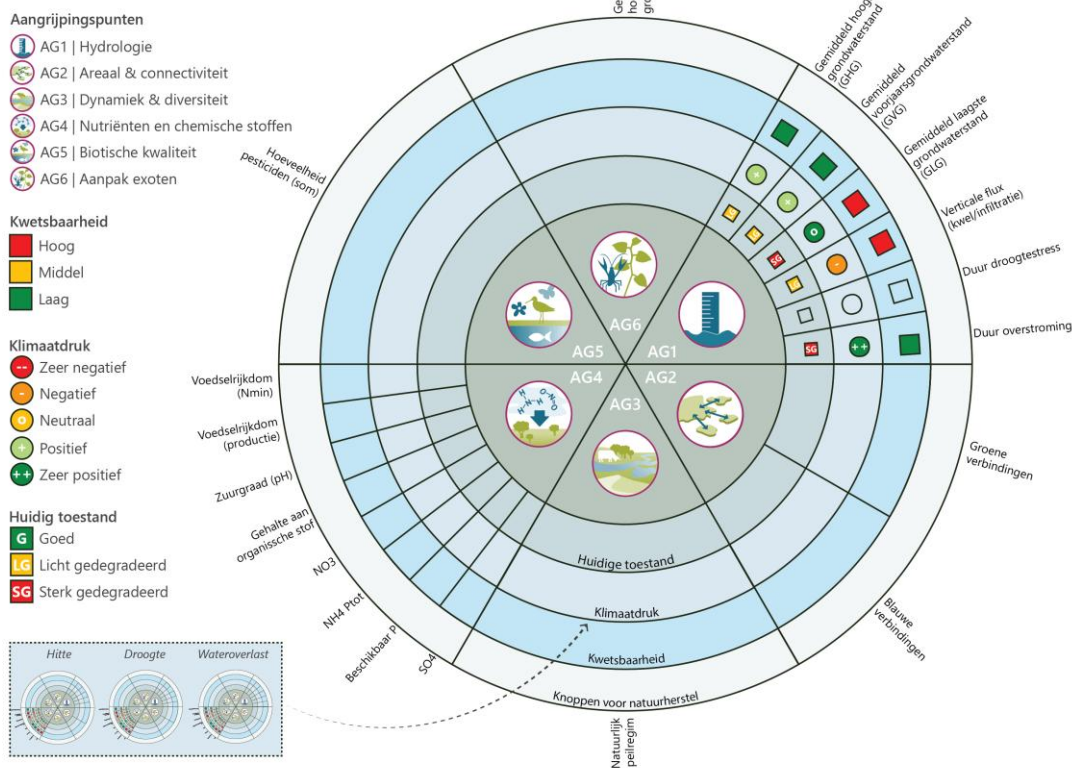
Tabel 3.18 Vertaaltabel huidige toestand + klimaateffect = score kwetsbaarheid. Volg de tabel van links naar rechts

Huidige toestand	Klimaatdruk (hitte/droogte/wateroverlast)	Eindbeoordeling kwetsbaarheid
goed (G)	--	rood - groot risico
	-	oranje - middel risico
	0	groen- klein risico
	+	groen- klein risico
	++	groen- klein risico
licht gedegradeerd (LG)	--	rood - groot risico
	-	rood - groot risico
	0	oranje - middel risico
	+	groen- klein risico
	++	groen- klein risico
sterk gedegradeerd (SG)	--	rood - groot risico
	-	rood - groot risico
	0	rood - groot risico
	+	oranje - middel risico
	++	groen- klein risico

De gebruiker geeft per parameter aan wat de klimaatdruk is. Gebruik ten behoeve van het bewaren van het overzicht (GIS)tabellen, zoals in het voorbeeld van kader 3.8. Daarnaast is het aan te raden om het totale resultaat ook te visualiseren, zoals gedaan in afbeelding 3.10. Indien er meerdere klimaatdrukfactoren worden gevisualiseerd, of gewerkt met cumulatieve scenario's, kunnen meerdere ringen gemaakt worden. Dit is weergegeven met de inzet bij klimaatdruk.

Afbeelding 3.10 Visualisatievoorbeeld eindoordeel kwetsbaarheid voor landschapstype **natte** hoge zandgrond, aangrijpingspunt 1 Hydrologie, en voor de klimaatdrukfactor wateroverlast. 'Duur droogtestress' speelt niet bij dit type hoge zandgrond, dus is m niet ingevuld

Klimaatstresstest biodiversiteit BKN



Kader 3.8: Casus hoge zandgronden - eindoordeel kwetsbaarheid

Wanneer we op basis van de classificatie huidige toestand in tabel 3.18 nagaan hoe dit scoort qua kwetsbaarheid dan komen we tot het volgende eindoordeel. Eigenlijk zien we dat klimaatverandering voor alle parameters laat zien dat er sprake is van een kwetsbaarheid. Alleen voor wateroverlast is in een aantal gevallen sprake van een klein risico (lage kwetsbaarheid).

Tabel 3.19 Eindoordeel kwetsbaarheid van de biodiversiteit van natte hoge zandgronden, aangrijpingspunt 1 Hydrologie

AG	Parameter	Classificatie huidige toestand (G = groen, LG= geel, SG = rood)	Hitte	Kwetsbaarheid hitte	Droogte	Kwetsbaarheid droogte	Wateroverlast	Kwetsbaarheid wateroverlast
1	GHG	24	--	Hoog	--	Hoog	+	Laag
1	GVG	32	--	Hoog	--	Hoog	+	Laag
1	GLG	107	--	Hoog	--	Hoog	0	Hoog
1	kwel	4.9	--	Hoog	--	Hoog	-	Hoog
1	overstroming	0	--	Hoog	--	Hoog	++	Laag

3.2.6 Stap 5 - Rapportage

De uitkomsten van de quickscan worden vastgelegd in een rapportage met informatie over de gebruikte gegevens, waarden en grenswaarden. Het wordt sterk aangeraden in deze rapportage gebruik te maken van ruimtelijke kaartbeelden. De rapportage vormt de basis voor verdere besprekingen met betrokken partijen over vervolgcacties.

3.2.7 Risicodialoog

De resultaten van de quickscan stresstest biodiversiteit vormen samen met de beschikbare gebiedskennis een startpunt voor een risicodialoog met betrokken partijen. In de quickscan krijgt de gebruiker een eerste beeld of de biodiversiteit kwetsbaar is voor de gevolgen voor klimaatverandering per klimaatdrukfactor en waar dit mogelijk aan ligt. Op basis van de uitkomsten kan gedetailleerder vervolgonderzoek plaatsvinden en kan geprioriteerd worden of aandacht en/of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Wat betreft de beoordeling of het erg is dat de biodiversiteit kwetsbaar is voor klimaat, wegen de gebruiksfunctie, de ambitie en het wettelijk kader mee.

De inzichten in kwetsbaarheden, knelpunten en kansen omtrent het klimaatthema biodiversiteit kunnen worden aangevuld met eerste ideeën over mogelijke adaptatie-opgaven en kansen. De OBN aangrijpingspunten kunnen hiervoor ook als inspiratie dienen. In tabel 3.20 wordt per aangrijpingspunt belangrijke knoppen genoemd waar men aan kan draaien voor het realiseren van natuurherstel.

Tabel 3.20 Aangrijpingspunten met in detail 'knoppen voor natuurherstel' [lit. 52]

Aangrijpingspunt

hydrologische optimalisatie

- vernatting (moerassen, vergroten overstromingsvlakten);
- herstel en verondieping van beeklopen/drainagebasis;
- herstel en betere benutting van kwelstromen;
- herstel van inzigggebieden/vergroten grondwateraanvullingen;
- tegengaan van verzoeting/verzilting;
- maatregelen in stuw- en peilbeheer en peildynamiek;
- voorkomen van (onnatuurlijke) piekafvoeren;
- verminderen van grondwateronttrekkingen;
- verbeteren van de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater;

vergroten areaal en verbeteren connectiviteit

- uitbreiding van beschikbare ruimte voor natuur;
- Natuur inclusiever ruimtegebruik buiten natuur;
- herstel (compleetheid) van gradiënten/overgangen op verschillende niveaus;
- realiseren/herstellen van historische en ecologische samenhang door verbindingen tussen natuurgebieden en tussen leefgebieden van populaties (o.a. aanleg corridors);
- verbeteren connectiviteit van habitats van soorten (foerageer-, voortplantings- en rustgebieden);
- herstel van landschapselementen;
- faciliteren van trek noord- en zuidwaarts in het licht van klimaatverandering;
- bij verbeteren van verbindingen rekening houden met exoten/opportunisten;

vergroten van dynamiek en diversiteit in gebieden en habitats

- herstel natuurlijke dynamiek in grondwatersystemen;
 - vergroten variatie in leefgebieden en zorgen voor aanwezigheid van alle leefgebied componenten (rust- en foerageergelegenheid, et cetera);
 - beheerstrategieën gericht op herstellen van dynamiek en heterogeniteit (bijvoorbeeld zandsuppletie in duinen en beekdalen, toepassing dood hout, begrazing, volgen en herstellen van cultuurhistorie in beheer, extensiveren beheer, et cetera);
 - herstellen van gradiënten en overgangen (o.a. met behulp van bufferzones en extensivering van landbouwgebieden);
 - ruimte bieden voor verschillende ontwikkelingsstadia in ecosystemen;
 - sturing op successie (de kans geven, herstarten of juist afremmen);
 - vergroten en benutten kleinschalige diversiteit op landschapsniveau;
-

Aangrijpingspunt

vermindern van input van nutriënten, waaronder stikstof, en chemische stoffen en herstel opgelopen schade

- aanpassen landbouwpraktijk;
- meer natuurinclusieve ruimtelijke inrichting;
- aanpassen openbaar groenbeheer (bermen, sloten, etc.);
- maatregelen voor monitoring en verbetering van de waterkwaliteit;
- beperken slibafzetting om zo verontreiniging te verminderen;
- verschrallingsbeheer en andere herstelmaatregelen;
- mineralen toevoegen;

herstel van de biotische kwaliteit

- effecten van herbiciden, pesticiden op het ecosysteem;
- cumulatieve effecten van toxische stoffen op de natuur (cocktails, effecten van langdurige blootstelling);
- methoden voor reductie van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater;
- alternatieven voor herbiciden/pesticiden als plaagbestrijder;

aanpak van exoten

- het voorkomen van de influx van exoten (wat zijn risicosoorten? hoe komen ze binnen?);
 - het weerbaar maken van ecosystemen tegen invasieve exoten (blokkeer bijv. verspreiding, introduceer concurrenten);
 - bestrijding van aanwezige invasieve exoten.
-

Vervolgstappen nodig?

Op basis van de eindbeoordelingen en de risicodialoog waarin waarde wordt toegekend aan de uitkomsten, kan worden besloten om de uitkomsten van de quickscan verder te onderzoeken met een meer uitvoerige globale analyse. De globale analyse neemt de cumulatieve effecten op de biodiversiteit mee en maakt gebruik van rekenkundige klimaatscenario's waardoor een nauwkeurigere beoordeling van de kwetsbaarheid gegeven kan worden. Met name in systemen waar het ogenschijnlijk op basis van de beschikbare informatie nog 'goed' lijkt te gaan kan het zijn dat door gebruik te maken van kwantitatieve scenario's bepaald kan worden dat de robuustheid toch overschreden wordt. In paragraaf 3.1 staan de vervolgstappen na de quickscan toegelicht.

Kader 3.9: Voorzet voor de risicodialoog hoge zandgronden

In het geval van het voorbeeld van de hoge zandgronden in de Gelderse vallei, zien we in de eindoordeel dat voor aangrijpingspunt 1 Hydrologie de huidige toestand als Licht tot Sterk gedegradeerd is beoordeeld. De klimaatdrukfactoren hitte en droogte zullen overwegend een sterk negatief effect hebben op dit landschapstype. Wateroverlast zal daarentegen vooral een positief effect hebben, behalve op de kweldruk in het gebied. Maatregelen om negatieve effecten van klimaatverandering op aangrijpingspunt 1 te voorkomen in dit gebied betreffen vooral vernattingsmaatregelen zoals het herstel van inzigtgebieden/vergroten grondwateraanvullingen op de Veluwe en/of het verminderen van grondwateronttrekkingen bovenstrooms. In de risicodialoog wordt de wenselijkheid van klimaatmaatregelen besproken en worden vervolgstappen vastgelegd.

4

AANBEVELINGEN VOOR VERVOLG

Deze handreiking stresstest biodiversiteit en klimaat is de eerste stap naar een stresstest biodiversiteit. De handreiking is gebaseerd op de meest recente kennis rondom klimaatverandering en biodiversiteit en is tot stand gekomen in dialoog met de klankbordgroep 'stresstest biodiversiteit BKN', bestaande uit deelnemers afkomstig van verschillende organisaties en partijen. Door toepassing van de gepresenteerde methode krijgen overheden en particulieren in een door hen gekozen projectgebied een eerste beeld van de effecten van klimaatverandering voor de biodiversiteit. De stresstest vormt hiermee een eerste aanzet als aanvulling op de reeds bestaande DPRA stresstesten. De stresstest is in beginsel geschikt voor een klimaatanalyse voor alle natuur. De handreiking stresstest is echter tot stand gekomen met als uitgangspunt natuur buiten natuurgebieden, met de hoge zandgronden als focus. De uitwerkingen in deze handreiking zijn dan ook gericht op deze gebieden. We raden ten eerste aan ook voor andere landschapstypes parameteruitwerkingen te maken. Daarnaast zijn de twee andere niveaus van een stresstest (globale en nadere analyse) in deze handreiking niet uitgewerkt. Aangezien klimaateffecten pas goed in beeld komen op basis van meer rekenkundige analyses raden we aan om ook hier op korte termijn een uitwerking voor te maken. Bijgaande handreiking vormt in onze ogen dan ook een groeidocument dat op basis van ervaringen en nieuwe kennis verder aangescherpt kan worden.

Daarnaast hebben we voor de uitvoering van de methode en analyse een aantal aandachtspunten en aanbevelingen:

- 1 de gepresenteerde methode betreft een eerste versie. De methode is met de grootste aandacht samengesteld, maar het kan zijn dat facetten minder makkelijk toepasbaar zijn of de methode zich voor een specifiek gebied minder leent. Daarnaast kan het voorkomen dat nieuwe kennis beschikbaar komt. We raden dan ook sterk aan met de methode aan de slag te gaan en te beproeven wat wel werkt en wat niet. De handreiking kan op basis van nieuwe inzichten worden aangescherpt;
- 2 we raden aan de uitvoering van de stresstest biodiversiteit in gezamenlijkheid vorm te geven, bijvoorbeeld door een *community of practice* stresstest biodiversiteit op te richten en in deze *community of practice* met en van elkaar te leren en de methode te evalueren op inhoud en toepasbaarheid;
- 3 ten behoeve van het gebruiksgemak raden we aan een tool ter ondersteuning van de quickscan te ontwikkelen. Te denken valt aan een interactieve kaartomgeving, waar gebruikers per gebied (in het veld) parameters kunnen invullen, en gegevens en beoordelingen overzichtelijk opgeslagen worden. De infrastructuur zou moeten aansluiten op reeds bestaande veldformulieren. De resultaten van de stresstest zouden grafisch op kaartbeeld weergegeven kunnen worden;
- 4 we raden aan een landelijk overzicht van maatregelen die uitgevoerd gaan worden ten aanzien van biodiversiteit te genereren. Er is een sterke relatie tussen het water- en bodemsysteem, en biodiversiteit. In deze handreiking is op basis van de OBN aangrijpingspunten een eerste voorzet gedaan. Maar we raden aan deze verder te concretiseren en te integreren met het BKN denkkader.

Er zijn dus nog allerlei verbeteringen denkbaar, maar met deze handreiking hopen we ook te laten zien hoeveel kennis al beschikbaar is. Onze oproep zou dus zijn met deze quickscan vast aan de slag te gaan, en te kijken wat je voor jouw gebied al *wel* kunt doen. Onze biodiversiteit heeft het nodig, wij hebben het nodig. Veel succes met de eerste stappen!

5

REFERENTIES

- 1 Henkens, R.J.H.G., A. Cormont, C. van Swaay & G.W.W. Wamelink, 2024. Klimaatverandering en de natuurdoelen; Uitdagingen, maar ook handvatten voor herstel. *Landschap* 42 (2): 96-103.
- 2 Suykerbuyk, W., L. van den Bogaart, A. Hamer, B. Walles, K. Troost & M. Tangelder, 2021. Hittestress op intergetijdenplaten van de Oosterschelde. Wageningen University Research rapport C026/21.
- 3 Dorenbosch, M., M. de la Haye, R. van de Haterd, F. Huthoff, A. van Kleunen en W. Liefveld (2022). Klimaat effecten op riviernatuur, Rapport nummer OBN-2020-121-RI, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.
- 4 Witte, J.P.M., A. van Strien, S. Hennekens, G.W.W. Wamelink, G.A.P.H. van den Eertwegh, & S. van Klaveren, 2024. Gevolgen van de droge jaren 2018-2020: voor de vegetatie van natuurgebieden op de Hogere Zandgronden van Nederland : een analyse van vegetatieopnamen uit het Landelijk Meetnet Flora. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- 5 Witte, J.P.M., J. Runhaar, R. van Ek, D.C.J. van der Hoek, R.P. Bartholomeus, O. Batelaan, P.M. van Bodegom, M.J. Wassen en S.E.A.T.M. van der Zee, 2012. An ecohydrological sketch of climate change impacts on water and natural ecosystems for The Netherlands: bridging the gap between science and society. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 3945-3957, 2012 9 (doi:10.5194/hess-16-3945-2012).
- 6 Henkens, R.J.H.G., Cormont, A., Van Swaay, C.A.M., Wamelink, G.W.W. en F.G.W.A. Ottburg, 2024. Risico's en kansen van klimaatverandering voor de Nederlandse natuur; Invloed van temperatuurstijging, extreme droogte of natheid, zeespiegelstijging en verzilting op de doelen voor VHR, KRW, ecosysteemdiensten en algemene biodiversiteit. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur en Milieu, WOT-technical report 260.
- 7 Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes-García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H.T. 2021. Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change; IPBES secretariat, Bonn, Germany, DOI:10.5281/zenodo.4659158.
- 8 Van Ek, R., M.E. Koster, P. Koutsouradi & S.A. van der Salm, 2024. Ruimtelijke visualisatie van klimaatdrukfactoren voor Natura 2000-habitattypen en -soorten en aanzet tot handelingsperspectief, Witteveen+Bos rapport 143592/24-018.010, Utrecht.
- 9 Meesters, H., Biesmeijer, K., Edixhoven, F., Grashof-Bokdam, C., Hofhuis, H., Wallis de Vries, M., Wortel, M., Zollinger, R., 2024. Kennisdocument Basiskwaliteit Natuur. Stichting Deltaplan Biodiversiteitsherstel. Wageningen.
- 10 Martens, S. en H. ten Holt, 2020. Ecologisch assessment van de landschappen van Nederland. Analyse door het Kennisnetwerk OBN. Rapport nr. 2020/OBN238, Driebergen, 2020.
- 11 Tamis, W.L.M., 2005. Changes in the flora of the Netherlands in the 20th century, PhD thesis, University of Leiden.
- 12 Philip, S., Kew, S.F., van der Wiel, K., Wanders, N., van Oldenborgh, G.J., 2020. Regional differentiation in climate change induced drought trends in the Netherlands, *Environmental Research Letters*, doi:10.1088/1748-9326/ab97ca.
- 13 <https://www.vlinderstichting.nl/actueel/nieuws/nieuwsbericht/vlinderstand-verder-gedaald-ook-afname-algemene-soorten> (23-5-2025).

- 14 Rumohr Q., Baden C.U., Bergtold M., Marx M.T., Oellers J., Schade M., et al., 2023. Drivers and pressures behind insect decline in Central and Western Europe based on long-term monitoring data. *PLoS ONE* 18(8): e0289565. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289565>.
- 15 Barendregt, A., T. Zeegers, W. van Steenis & E. Jongejans, 2022. Forest hoverfly community collapse: Abundance and species richness drop over four decades. *Insect conservation and diversity*. Volume 15, Issue 5: 510-521. <https://doi.org/10.1111/icad.12577>.
- 16 Witte, J.P.M., & van der Meijden, R., 1995. Verspreidingskaarten van de botanische kwaliteit in Nederland uit FLORBASE. *Gorteria: tijdschrift voor de floristiek, de plantenoecologie en het vegetatie-onderzoek van Nederland*, 21(1/2), 3-59.
- 17 Witte, J.P.M., 1998. National water management and the value of nature. PhD thesis, University of Wageningen.
- 18 KAN-team, 2021. Actielijnen klimaatadaptatie natuur. Advies namens het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Opgesteld samen met de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, het Interprovinciaal Overleg, de Unie van Waterschappen. Eindversie.
- 19 De Louw, P.G.B., J.P.M. Witte, G.A.P.H. Van den Eertwegh, R.P. Bartholomeus, J. Pouwels en J.C. Hunink, 2022. Beter bestand tegen droogte: oplossingsrichtingen voor een hydrologisch goed functionerend grondwatersysteem in de zandgebieden van Nederland; *Stromingen* 28(1): 3-21.
<https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/golfstroom-amoc-kantelpunt-tipping-point/>.
- 20 Haasnoot, M. et al. 2019, Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging, *Deltares*
- 21 Witte, J.P.M., Bartholomeus, R.P., van Bodegom, P.M., Cirkel, D.G., van Ek, R., Fujita, Y., Janssen, G.M., Spek, T.J. & Runhaar, H., 2015. A probabilistic eco-hydrological model to predict the effects of climate change on natural vegetation at a regional scale. *Landscape Ecology*, 30, 835-854.
- 22 Witte, J.P.M., J. Runhaar, R.P. Bartholomeus, Y. Fujita, P. Hoefsloot, J. Kros, J. Mol & W. de Vries, 2018. De Waterwijzer Natuur: instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op terrestrische natuur, STOWA rapport 2018-44, ISBN 978.90.5773.809.8.
- 23 Erisman. J.W., W. de Vries e.a., 2021. Stikstof. De sluipende effecten op natuur en gezondheid. ISBN 978 90 8803 1144. www.biomaatschappij.nl.
- 24 Desie, E., K. Vancampenhout, L. van den Berg, B. Nyssena, M. Weijterse, J. den Ouden & B. Muysa, 2020. Litter share and clay content determine soil restoration effects of rich litter tree species in forests on acidified sandy soils. *Forest Ecology and Management* 474 (15).
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118377>.
- 25 https://bosgroepen.nl/documents/134/Inbrengen_rijkstrooiselsoorten_-_versie_november_2023.pdf
- 26 Bakker, W., T. Morel, W. Ozinga, J. Scheper & P. Vergeer, 2024. The relative importance of nitrogen deposition and climate change in driving plant diversity decline in roadside grasslands. *Science of the Total Environment* 955 (2024) 176962, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176962>.
- 27 Bartholomeus, R.P., 2010. Moisture Matters: Climate-proof and process-based relationships between water, oxygen and vegetation. PhD-Thesis Vrije Universiteit Amsterdam.
- 28 Klijn, F., 1988. Milieubeheergebieden. Deel A: Indeling van Nederland in ecoregio's en ecodistricten. Deel B: gevoeligheid van ecodistricten voor verzuring, vermisting, verontreiniging en verdroging. RIVM rapportnummer 758702001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.
- 29 Berendsen, H.J.A., E. Stouthamer, K.M. Cohen & W.Z. Hoek, 2019. Landschap in delen: De fysisch-geografische regio's. *Perspectief Uitgevers*, p. 382, ISBN 9789491269172.
- 30 Bakker, J.J., 1989. Natuurwaardenkaart 1988: natuurgebieden, bossen en natte gronden in Nederland, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, SDU in Nederlands.
- 31 KNMI, 2023. KNMI'23-klimaatscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.
- 32 Huurdeman, M. en M. Thijssen, 2021. Het thema klimaatadaptatie in de onderzoeken van het OBN, Rapport ORG-ID, 16-02-21. In opdracht van: Kennisnetwerk OBN/VBNE.
- 33 Geertsema, W., Runhaar, H., Spek, T. en Steingröver, E.G., 2011. Klimaatadaptatie droge rurale zandgronden - Gelderland. Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat.
- 34 Witte, J.P.M., J. Runhaar & R. van Ek, 2008. Ecohydrological modelling for managing scarce water resources in a groundwater-dominated temperate system. In: Harper, D., M. Zalewski, E. Jorgensen & N. Pacini (eds.), *Ecohydrology: Processes, Models and Case Studies*, p. 88-111. CABI Publishing, Oxfordshire, UK.

- 36 PBL, 2010. Wegen naar een nieuw natuurbeleid; een bijdrage voor discussie. Paul Opdam (Wageningen UR-Alterra) en Keimpe Wieringa (Planbureau voor de Leefomgeving), met bijdragen van: Rijk van Oostenbrugge, Petra van Egmond en Arjen van Hinsberg (allen PBL) en Kees Hendriks (Wageningen UR-Alterra).
- 37 Cormont, A., Verweij, P., Houtkamp, J., Gerritsen, A., Polman, N., Hu, X., de Rooij, B., Sterk, M., Michels, R., Pleijte, M., Kuiper, R., Pouwels, R., van Hinsberg, A., & van Oosten, R.J., 2021. Veerkrachtige overgangszones van Natura 2000-gebieden. (WOt special; No. 4). WOT Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/554275>.
- 38 Ecologische Autoriteit, 2024. Wat is landschapsecologische systeemanalyse? Factsheet. <https://www.ecologischeautoriteit.nl/documenten/00000726.pdf>.
- 39 Ecologische Autoriteit, 2024. Landschapsecologische systeemanalyse in de praktijk. Factsheet. <https://www.ecologischeautoriteit.nl/documenten/00000727.pdf>.
- 40 Van der Molen, P.C., G.J. Baaijens, A. Grootjans en A.J.M. Jansen, LESA Landschapsecologische systeemanalyse, 15 November 2010. p. 21.
- 41 Besselink, D., D. Logemann, H. van de Werfhorst, A.J.M. Jansen, & B. Reeze, 2017. Handboek Ecohydrologische Systeemanalyse Beekdallandschappen. STOWA rapport 2017-05 ism OBN. p. 245.
- 42 Van der Molen, P.C., G.J. Baaijens, H. Everts & E. Brinckmann, 2021. LESA / LELI Stappenplan voor een landschapsecologische gebiedsdiagnostiek op maat, Oktober 2021. p. 40. Zie ook <https://www.lesa.info/>
- 43 OBN natuurkennis: <https://www.natuurkennis.nl/thema-s/Landschapsecologische-systeemanalyse/lesa/lesa/>.
- 44 PBL, 2010, Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur. Beleidsstudie Planbureau voor de Leefomgeving, Vonk, M.; C.C. Vos, & D.C.J. van der Hoek (Ed) nr. 500078002, Bilthoven, http://www.pbl.nl/publicaties/2010/Adaptatiestrategie_Voor_Een_Klimaatbestendige_Natuur.
- 45 Hansen, J.E., M. Sato, L. Simons, L.S. Nazarenko, I. Sangha, P. Kharecha, J.C. Zachos, K. von Schuckmann, N.G. Loeb, M.B. Osman, Q. Jin, G. Tselioudis, E. Jeong, A. Lacis, R. Ruedy, G. Russell, J. Cao, and J. Li, 2023: Global warming in the pipeline. Oxford Open Clim. Change, 3, no. 1, kgad008, doi:10.1093/oxfclm/kgad008.
- 46 Hansen, J., Pushker Kharecha, Makiko Sato, George Tselioudis, Joseph Kelly, Susanne E. Bauer, Reto Ruedy, Eunbi Jeong, Qinjian Jin, Eric Rignot, Isabella Velicogna, Mark R. Schoeberl, Karina von Schuckmann, Joshua Amponsem, Junji Cao, Anton Keskinen, Jing Li & Anni Pokela, 2024. Global Warming Has Accelerated: Are the United Nations and the Public Well-Informed? Environment: Science and Policy for Sustainable Development Volume 67, 2025 - Issue 1. <https://doi.org/10.1080/00139157.2025.2434494>.
- 47 Rahmstorf, S. & G. Foster, 2025. Global Warming has Accelerated Significantly. Brief Communication. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6079807/v1>.
- 48 Stevers, R.A.M., J. Runhaar & C.L.G. Groen, 1987. Het CML-ecotopensysteem. Uitwerking voor Noord-, West- en Zuidwest-Nederland. CML-mededeling nr. 34. Centrum voor Milieukunde, Leiden.
- 49 LVVN, 2025. Actieprogramma klimaatadpattatie natuur 2025 - 2030.
- 50 Verheyen, J. & R. Stoks, 2019. Shrinking Body Size and Physiology Contribute to Geographic Variation and the Higher Toxicity of Pesticides in a Warming World. Environmental Science & Technology 2019 53(19): 11515–11523. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03806>.
- 51 M. van der Kamp MSc, R.J. Brederveld MSc, dr. R.E. Reitsema, dr. S.A.H. Weisscher & ir. S. Schep & drs. G. Dekker (2023, oktober). Handreiking Stresstest Waterkwaliteit. Klimaatverandering en waterkwaliteit. STOWA 2023-38. <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202023/STOWA-2023-38-Handreiking-stresstest-waterkwaliteit.pdf>.
- 52 Martens, S. en H. ten Holt, 2020. Ecologisch assessment van de landschappen van Nederland. Analyse door het Kennisnetwerk OBN. Rapport nr. 2020/OBN238, Driebergen, 2020. https://natuurkennis.nl/wp-content/uploads/2024/03/obn-Ecologisch-Assessment-hoofdrapport-27-11-2020.pdf?_gl=1*12yl9xa*_up*MQ.*_ga*NjgzMTI0MTk2LjE3NzQ1MzE5MDc.*_ga_QV2L6ECVQY*czE3NzQ1MzE5MDYkzbEkZzEkdDE3NzQ1MzlyNDMkajYwJGwwJGgw.

Bijlage(n)

BIJLAGE: ACHTERGRONDINFORMATIE KLIMAAT EN BIODIVERSITEIT BIJ DE STRESSTEST BIODIVERSITEIT

I.1 Inleiding

In de stresstest Biodiversiteit zijn de werkstappen gepresenteerd om een oordeel te maken of biodiversiteit op een locatie kwetsbaar is voor klimaatverandering. Ten behoeve van het leesgemak zijn de achtergronden en enkele belangrijke begrippen en inkadering achterwege gelaten. Echter, voor interpretatie en ook validatie zijn begrip van de achtergronden en de gehanteerde uitgangspunten van groot belang. In deze bijlage zijn deze achtergronden gepresenteerd waarbij er stil is gestaan bij: (1) wat zijn sturende factoren zijn voor natuur (zie kader 3.1) en (2) hoe klimaatverandering invloed uitoefent op de natuur en wat dit betekent voor de kwetsbaarheid van de biodiversiteit voor klimaatverandering.

I.2 Systeembegrip en toestanden

De aanwezige flora en fauna (biodiversiteit) is een resultante van een ingewikkeld samenspel van factoren en processen. Als de biodiversiteit laag is dan is dat vaak (maar niet altijd) te herkennen op basis van visuele waarnemingen, zoals een monocultuur, brandnetels, of grote aanwezigheid van exoten. Desondanks is het niet gelijk eenduidig welke factor of combinatie van factoren deze slechte kwaliteit veroorzaakt. Daarnaast kan een perceel een ogenschijnlijk goede kwaliteit hebben, terwijl er sprake is van vervuiling, bijvoorbeeld als het voormalig gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Om grip te krijgen op de biodiversiteit en te begrijpen waarom de kwaliteit is zoals die is, voert men landschap ecologische systeemanalyses (LESAs) uit. Het uitvoeren van systeemanalyses is verplicht gesteld voor N2000 natuurgebieden, echter voor natuur buiten natuurgebieden geldt geen dergelijke verplichting. In een LESA draait het om het leggen van de vinger op de zere plek en te begrijpen waarom de huidige toestand is, zoals deze is. Je kijkt hier naar de condities waarop natuur kan ontstaan. Kennis over het stellen van een juiste diagnose van de (ecologische) toestand is zeer relevant in de context van klimaatverandering aangezien dit noodzakelijk is om te kunnen duiden hoe de biodiversiteit zich als gevolg van veranderende en toenemende druk- of stressfactoren zal ontwikkelen. Dit is de reden dat we als eerste stil staan bij het (belang van het) verkrijgen van systeembegrip. Hierbij probeer je te begrijpen welke processen en kenmerken leiden tot het beeld dat je in de praktijk ziet. Ook om grip te krijgen op natuur buiten natuurgebieden is het derhalve raadzaam om te kijken naar de condities.

OBN aangrijpingspunten

OBN heeft zgn. aangrijppunten ontwikkeld voor natuurherstel [lit. 10]. Het is relevante informatie voor het uitvoeren van een LESA. Centrale vragen voor een ecologische beoordeling (Ecologisch Assessment) zijn:

- wat is de ecologische stand van zaken per landschapstype?
- welke knelpunten zijn er voor behoud en ontwikkeling van de natuurkwaliteit in de landschapstypen?
- wat zijn de belangrijkste aangrijpingspunten voor natuurherstel en aan welke 'knoppen' kan in het verlengde daarvan gedraaid worden?
- welke landschapstype doorsnijdende thema's zijn relevant, nu en in de toekomst?
- wat zijn, in relatie tot het bovenstaande, de belangrijke kennislacunes?
- welke inhoudelijke verbindingen met bestaande beleidsopgaven en lopende kennisprogramma's zijn er?

Het Ecologisch Assessment is uitgevoerd voor tien landschapstypen: Beekdallandschap, Cultuurlandschap, Droog zandlandschap, Duin- en Kustlandschap, Heuvellandschap, Laagveenlandschap, Nat zandlandschap, Rivierenlandschap, Stadsnatuur, Zeekleilandschap (inclusief afgesloten zeearmen). Er zijn zes aangrijpingspunten voor natuurherstel uitgewerkt waaronder vrijwel alle knoppen voor natuurherstel in de tien landschapstypen te scharen zijn. In willekeurige volgorde (afbeelding 3.4):

- optimalisatie van hydrologische systemen (AG1);
- vergroten areaal en connectiviteit (AG2);
- vergroten dynamiek en diversiteit (AG3);
- verminderen input nutriënten en chemische stoffen en herstel van schade (AG4);
- herstel van biotische kwaliteit (AG5);
- aanpak exoten (AG6).

Alle zes aangrijpingspunten zijn van groot belang en hangen ook nauw met elkaar samen. Zo heeft werken aan herstel van de biotische kwaliteit bijvoorbeeld alleen zin als ook aspecten als hydrologie en areaalgrootte op orde zijn.

Bij het opstellen van de zes aangrijpingspunten is veelvuldig gebleken dat de sleutels voor natuurherstel vaak niet (meer) in de natuurgebieden zelf te vinden zijn (zoals in een ander/verbeterd beheer), maar juist daarbuiten. Dat komt enerzijds tot uiting in het grote aantal 'externe knoppen' dat benoemd is in alle landschapstypen. Het gaat hier om knoppen gelegen buiten de natuurgebieden en voor een belangrijk deel ook buiten de directe invloedssfeer van natuurbeheerders. Anderzijds is dit punt naar voren gekomen in de veel gehoorde verzuchting dat duurzaam herstel van de natuurkwaliteit in Nederland niet mogelijk is zonder een omslag naar een meer duurzame landbouwpraktijk, en in het verlengde daarvan, een ander gebruik en een andere inrichting van ons landelijk gebied.

Op de lange termijn is herstel van onze natuur alleen mogelijk als het gehele landelijk gebied, of op zijn minst een heel ruime schil rondom natuurgebieden een zekere ecologische basiskwaliteit heeft. De natuurgebieden zelf zijn te klein en staan te veel onder invloed van externe factoren om daarin eigenstandig de natuurkwaliteit en het behoud van biodiversiteit te kunnen garanderen. Deze constatering is breed gedragen en relevant voor alle landschapstypen. Het is dan ook belangrijk om de noodzaak voor structurele veranderingen in de landbouw en in het landelijk gebied hier nog eens apart te benadrukken.

Herstel van hydrologische systemen springt eruit als een aangrijpingspunt dat in vrijwel alle landschapstypen naar voren is gekomen als zeer belangrijk. Het merendeel van de als prioritair benoemde ecosysteemdiensten is water-gerelateerd. Zonder water geen natuur, en zonder natuur geen zuiver water, zo is meermaals opgemerkt. Iets minder in het oog springend maar ook cruciaal is de bodem. In de discussie over het herstel van de natuurkwaliteit werd veel gesproken over mineralenbalans, bodemleven, etc. En ook bij de ecosysteemdiensten waterberging en –buffering en koolstofvastlegging neemt de bodem een prominente plek in.

In Hoofdstuk 3 in tabel 3.20 is per aangrijpingspunt belangrijke knoppen genoemd waar men aan kan draaien voor het realiseren van natuurherstel.

Als het om de kwaliteit van de flora gaat dan is voor de hoge zandgronden vooral relevant dat de hydrologie optimaal is en de bodem niet te voedselrijk. Doordat het landelijk gebied sterk is geoptimaliseerd voor hoogproductieve landbouw is er sprake van verdroging en vermesting in grote delen van de hogere zandgronden. Daardoor is de natuurwaarde van natte en vochtige voedselarme en matig voedselrijke graslanden sterk achteruitgegaan [lit. 11].

Veel graslanden worden nu gedomineerd door hoog productieve grassen (Engels raigras, gestreepte witbol) en een gebrek aan vele andere (voor vlinders en insecten waardevolle) bloeiende kruiden. Ook de kwaliteit van de ondergroei in natte en vochtige bossen is sterk achteruitgegaan voor de verdroging en vermesting. De droge systemen hebben vooral te maken met verzuring waardoor bossen kwetsbaarder zijn geworden voor droogte. Hoewel de verzuring is afgenomen doordat de concentratie aan zwaveldioxide is afgenomen (SO_2) is de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x afkomstig van industrie en verkeer) en met name ammoniak (NH_3 afkomstig uit de landbouw) momenteel een belangrijke reden voor verzuring.

Door verzuring als gevolg van de te hoge stikstofdepositie is er sprake van uitloging van de bodem. De bodem kan zo zuur worden dat aluminium aanwezig in de bodemmatrix oplost. Dit vrije aluminium (Al^{3+}) is giftig voor de haarwortels van bomen. Door het verlies aan haarwortels worden de bomen kwetsbaarder voor droogte. Door klimaatverandering is nu al sprake van een toename in droogte op de hogere zandgronden [lit. 12].

Voor de fauna is van belang dat er voldoende geschikt habitat aanwezig zijn om te kunnen foerageren (voedsel zoeken), om zich voort te planten en om zich veilig door het landelijk gebied te kunnen bewegen (schuilplaatsen, beschutting). In het landelijk gebied zijn veel houtwallen, singels, heggen en kruidenrijke oevers en sloten verdwenen, o.a. door de intensivering van hoogproductieve landbouw. De nog aanwezige landschapselementen komen verder onder druk te staan door klimaatverandering. Daarnaast zorgt de verdroging, vermessing, verzuring en ook vergiftiging (door bovenmatig gebruik van pesticiden en fungiciden) van het landelijk gebied voor een vermindering in het voedselaanbod en derhalve voor een afname in de biodiversiteit. Zo is het aantal vlinders en insecten in de afgelopen decennia schrikbarend afgenomen in het landelijk gebied [lit. 13, 14, 15].

Parameters per aangrijpingspunt

In kader 3.2 zijn de parameters genoemd die relevant zijn per aangrijpingspunt. Het gaat hier enerzijds om het begrijpen van de situatie (wat is eraan de hand), en anderzijds gaat het om knoppen waar je aan kan draaien. De relevantie van een parameter kan afhangen van het type gebied. Zo zijn grondwaterstanden niet meer relevant in echt droge gebieden. Hier is vaak sprake van een hangwaterprofiel (schijnspiegelsystemen uitgezonderd). In plaats van grondwaterstand is hier de duur van droogtestress (transpiratietekort) relevant.

Toestandsinformatie

Naast inzicht te krijgen in de condities is het verstandig te spiegelen hoe de toestand erbij ligt en/of dit in lijn is met elkaar. Voor inzicht in de huidige toestand kan gekeken worden naar condities (abiotiek, inrichting, beheer) die bepalend zijn voor de biotiek (flora, fauna). Er kan ook gebruik worden gemaakt van biotische informatie. De informatie is relevant voor het kunnen vaststellen van de toestand in de uitgangssituatie, en het verifiëren van de abiotische condities.

Nederland beschikt over een florabestand waarin het voorkomen van wilde plantensoorten is geregistreerd per vierkante kilometer. Het gaat om gegevens vanaf 1975. Van dit bestand zijn verspreidingskaarten gemaakt van ecotoopgroepen [lit. 16, lit. 17]. Een ecotoopgroep is een min of meer ruimtelijk homogene eenheid voor wat betreft vegetatiestructuur en standplaatscondities.

Het geeft inzicht in waar natte of droge, voedselarme dan wel voedselrijke natuur voorkomt. Afbeelding I.1 geeft de mate van volledigheid weer van natte ecotoopgroepen. Afbeelding I.2 geeft de mate van volledigheid weer van vochtige ecotoopgroepen en afbeelding I.3 geeft de mate van volledigheid weer van droge ecotoopgroepen.

De botanische volledigheid van een ecologische groep is berekend door het aantal kenmerkende soorten per groep en per kilometerhok op te tellen. Elke soort heeft daarbij een weegwaarde meegekregen afhankelijk van hoe kenmerkend een soort is voor een bepaalde ecotoopgroep. Zo komen sommige soorten voor in meerdere groepen. Op basis van drempelwaarden is aangegeven of een ecotoopgroep botanisch zeer goed, goed of matig ontwikkeld is. Indien er te weinig kenmerkende soorten aangetroffen zijn in een kilometerhok dan wordt gesteld dat de ecotoopgroep daar afwezig is. Op deze wijze is onderscheid gemaakt in kruidachtige (K) dan wel houtige vegetaties (H) op natte (2), vochtige (4) en droge (6) standplaatsen waarbij ook een onderscheid mogelijk is in voedselrijkdom en zuurgraad. Een overzicht van de betekenis van de codes voor ecotoopgroepen en om welke kenmerkende landschappen het gaat is aangegeven in onderstaande tabel.

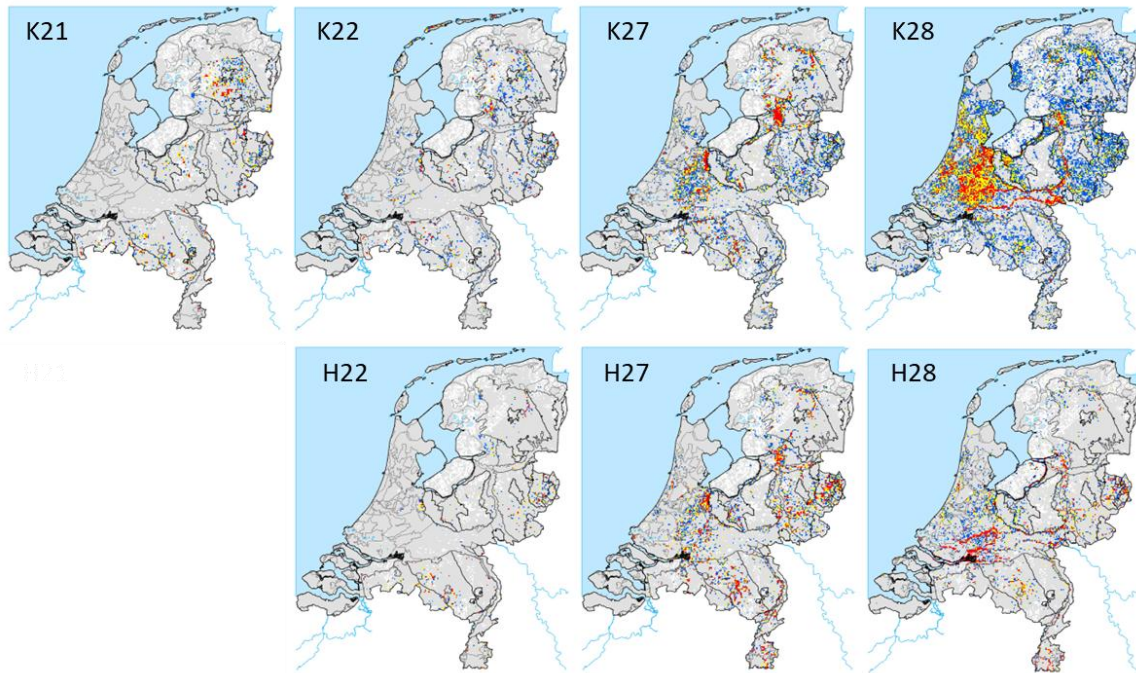
Tabel I.1 Beschrijving van de ecotoopgroepen

Code	Omschrijving (landschapstypen)
H22	Bossen en struwelen op natte, voedselarme, zwak zure bodems (bronbossen).
H27	Bossen en struwelen op natte, matig voedselrijke bodems (elzenbroekbos, nat hellingbos).
H28	Bossen en struwelen op natte, zeer voedselrijke bodems (rivierbossen, grienden).
H41	Bossen en struwelen op vochtige, voedselarme, zure bodems (vochtige eiken-berkenbossen en beuken-zomereikenbossen met Pijpenstrootje).
H42	Bossen en struwelen op vochtige, voedselarme, zwak zure bodems (beuken-zomereikenbossen met Leleitje-van-dalen en armere vormen van eiken—haagbeukenbossen met Witte Klaverzuring en Bosanemoon).
H47	Bossen en struwelen op vochtige, matig voedselrijke bodems (oudere stinzenbossen en andere parkachtige bossen op rivierklei, leem en lemige zandgronden).
H61	Bossen en struwelen op droge, voedselarme, zure bodems (droge eiken-berkenbossen en beuken-zomereikenbossen).
H62	Bossen en struwelen op droge, voedselarme, zwak zure bodems (binnenduinrandbossen en droge bossen op weinig uitgelooft zand met Bosviooltje en Lelietje-van Dalen).
K21	Pioniersvegetaties en graslanden op natte, voedselarme, zure bodems (natte heiden en hoogvenen).
K22	Pioniersvegetaties en graslanden op natte, voedselarme, zwak zure bodems (veenmosrietlanden, trilvenen, blauwgraslanden, kalkarme duinvalleien).
K27	Pioniersvegetaties, graslanden en ruigten op natte, matig voedselrijke bodem (hooilanden in het laagveen en in de middenloop van beekdalen).
K28	Pioniersvegetaties, graslanden en ruigten op natte, zeer voedselrijke bodems (ruigtes langs rivieren en sloten, nat cultuurgrasland).
K41	Pioniersvegetaties en graslanden op vochtige, voedselarme, zure bodems (vochtige heiden en hoogvenen).
K42	Pioniersvegetaties en graslanden op vochtige, voedselarme, zwak zure bodems (heischrale graslanden, kalkarme duinvalleien).
K46	Pioniersvegetaties en graslanden op vochtige, matig voedselrijke bodems (dijkhellingen, glanshaverhooilanden).
K61	Pioniersvegetaties en graslanden op droge, voedselarme, zure bodems (droge heiden).
K62	Pioniersvegetaties en graslanden op droge, voedselarme, zwak zure bodems (droge heiden en Buntgras-graslanden).

Basenrijke ecotoopgroepen zijn niet getoond aangezien deze voornamelijk in de kalkrijke duinen en in Zuid Limburg voorkomen.

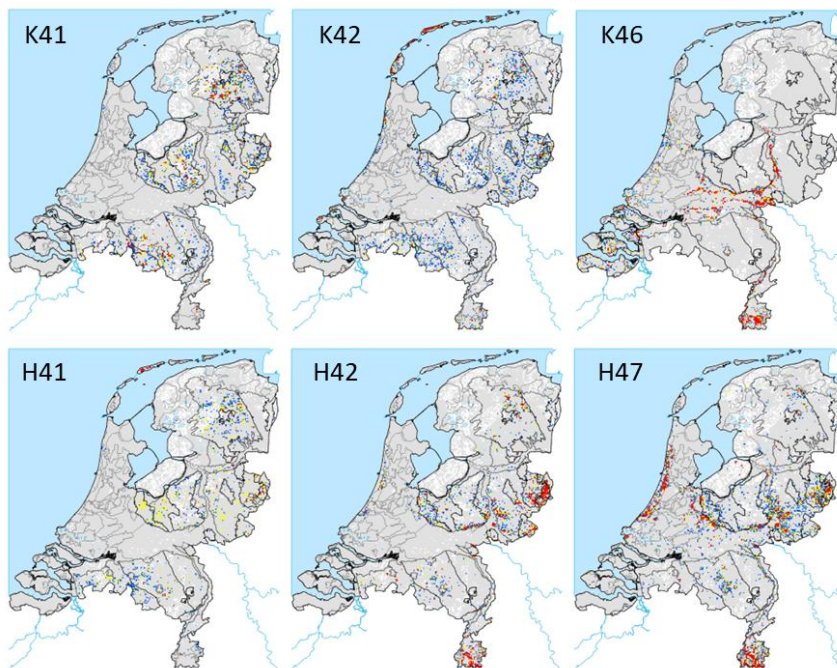
De kaarten voor de natte ecotoopgroepen laten zien dat voedselarme zure ecosystemen vooral in Drenthe maar ook verspreid op de Veluwe (op schijnspiegels) en in de hogere zandgronden voorkomen. Dit zijn veelal natuurgebieden (natte heiden en hoogveen). Op en langs de hoge zandgronden komen heel spaarzaam nog ecotoopgroepen kenmerkend voor natte, voedselarme zwak zure standplaatsen voor. Ook dit zijn veelal natuurgebieden. Natte, matig voedselrijke ecotoopgroepen vinden we vooral in de regionale kwelgebieden langs de hoge zandgronden en in beekdalen. Daarbuiten zijn deze ecotoopgroepen veelal matig ontwikkeld. Natte, zeer voedselrijke ecotoopgroepen komen het meest voor. In het groene hart en langs de rivieren zijn komen de hoogste volledigheden voor, maar daarbuiten is de volledigheid veelal matig.

Afbeelding I.1 Voorkomen van natte ecotoopgroepen



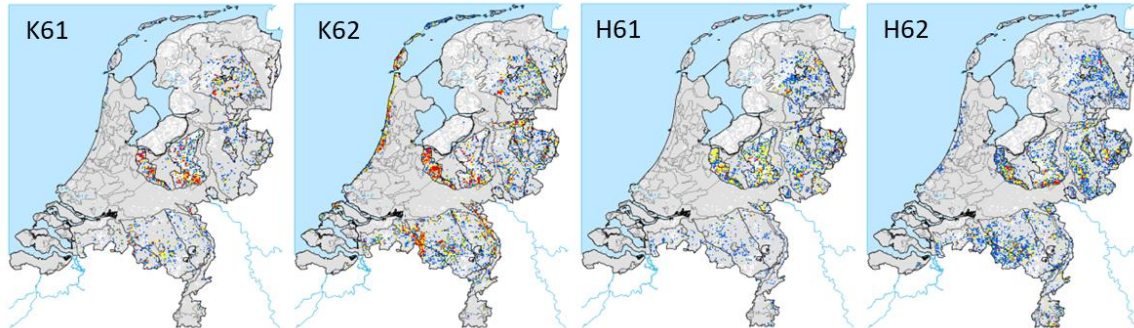
Voor de vochtige ecotoopgroepen gaat iets vergelijkbaars op, uitgezonderd de bossen op voedselarme zwak zure en matig voedselrijke standplaatsen. Met name in Twente en soms ook de Achterhoek zijn deze nog goed ontwikkeld. Dit zijn vaak bossen om leemgronden en in de nabijheid van beken.

Afbeelding I.2 Voorkomen van vochtige ecotoopgroepen



Ecotoopgroepen kenmerkend voor droge standplaatsen vinden we soms goed ontwikkeld op de hoge zandgronden (bijvoorbeeld Utrechtse heuvelrug) maar er is ook een groot aandeel waarvan de botanische volledigheid matig scoort.

Afbeelding I.3 Voorkomen van droge ecotoopgroepen



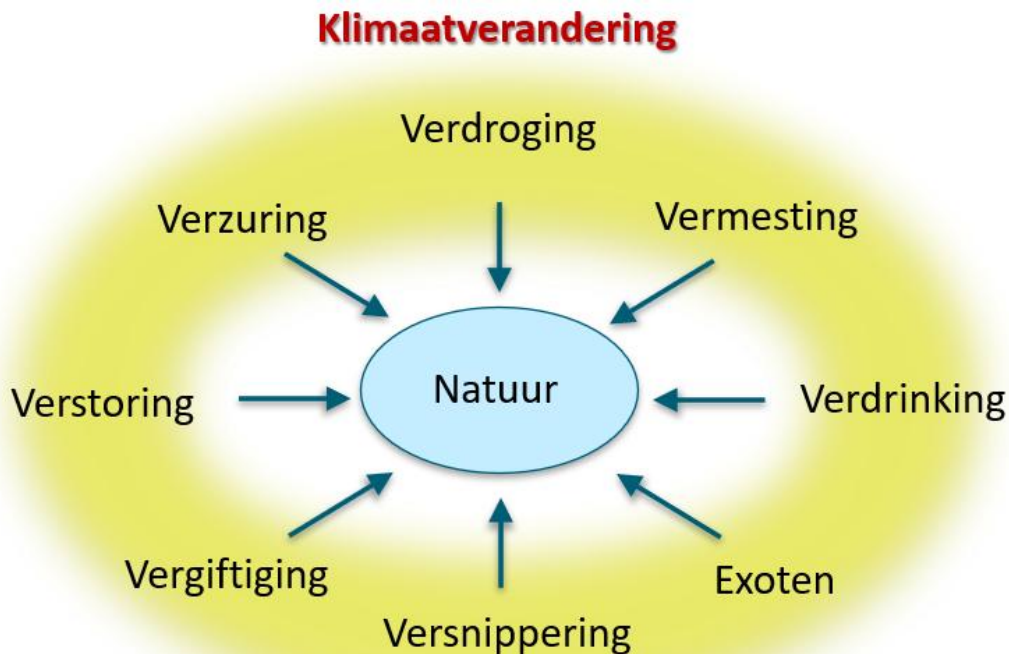
Robuustheid en veerkracht

Bij klimaatadaptatie en natuur wordt vaak aangegeven dat er maatregelen nodig zijn om de natuur meer veerkrachtig en robuust te maken. Robuuste natuur gaat vooral over omvang en structuur: groot, aaneengesloten, weinig versnipperd [lit. 36]. Het doel is natuur te realiseren die tegen een stootje kan omdat het omvangrijk en gebalanceerd is. De focus ligt op ruimte en verbindingen tussen gebieden. Veerkrachtige natuur gaat vooral over het vermogen van het ecosysteem om te herstellen na verstoringen. Het doel is een ecosysteem dat zichzelf kan herstellen en aanpassen. Hierbij ligt de focus op processen (bodem, water, biodiversiteit) en aanpassingsvermogen [lit. 37]. Kort gezegd, robuuste natuur betekent sterke natuur door grootte en samenhang, en veerkrachtige natuur is sterke natuur door flexibiliteit en herstelvermogen. Qua maatregelen noemt met specifiek [lit. 18]:

- vernatten van (natuur)gebieden, zoals in het veenweidegebied;
- het inrichten van natuurlijke klimaatbuffers rondom, en in (natuur)gebieden;
- het vergroten en verbinden van gebieden door middel van groen-blauwe dooradering (Aanvalsplan Landschap) voor onder andere migratie van soorten;
- meer diversiteit brengen in bossen, zoals onder andere de Bossenstrategie 2030 beoogt het creëren van betere milieu- en watercondities en daarbij het meer ruimte geven aan natuurlijke processen, door een gezonde bodem- en watersystemen – met natuurlijke dynamiek - in natuurgebieden en daarbuiten als basis te nemen.

Bij dit punt is het relevant te vermelden dat onze natuur al lange tijd is blootgesteld aan meerdere drukfactoren. Dit wordt ook wel multi-stress genoemd. Klimaatverandering zorgt nog eens voor een extra milieudruk bovenop de bestaande milieudruk waardoor deze verder kan verergeren (afbeelding i.4).

Afbeelding I.4 Het probleem van multi-stress. Natuur heeft al te maken met vele vormen van milieustress maar klimaatverandering vormt een multiplier voor die milieustress



Zo hebben veel natte en vochtige ecosystemen in Nederland te lijden onder verdroging, wat vooral een inrichtingsvraagstuk is rond ons waterhuishoudkundig systeem. Door verdroging worden deze systemen extra kwetsbaar voor droogte. Droogte is in principe een natuurlijk fenomeen, maar door klimaatverandering neemt de droogte toe. Om natuur dan meer robuust en veerkrachtig te maken is er extra reden om de natte bufferzones aan te leggen en verdroging snel aan te pakken. In hoofdlijnen komt dit neer op [lit. 19]:

- 1 grondwaterontwatering beperken: water vasthouden;
- 2 grondwateronttrekkingen beperken: minder water eruit;
- 3 grondwateraanvulling bevorderen: meer water erin.

Iets vergelijkbaars gaat op voor vermesting, verzuring, versnippering en vergiftiging. Maatregelen gericht op het tegengaan van vermesting, verzuring, versnippering en vergiftiging maken natuur meer robuust en veerkrachtig waardoor deze beter bestand is tegen de negatieve effecten van klimaatverandering.

Voor de ecosystemen op droge gronden geldt dat de vegetatie extra kwetsbaar is geworden voor droogte door uitloging van mineralen als gevolg van verzuring. Deze verzuring hangt momenteel vooral samen met de hoge mate van stikstofdepositie [lit. 24]. Er is een grote noodzaak dat de hoge stikstofdepositie sterk afneemt. Daarnaast zijn er maatregelen nodig om de mineralen in de bodem weer aan te vullen en het watervasthoudend vermogen van de bodem te verhogen. Dit kan door het bestaande bestand aan bomen die een verzurende werking hebben op de bosbodem te vervangen door zogenaamde rijkstrooiselsoorten [lit. 25, 26] die veel minder leiden tot verzuring van de bosbodem (bijvoorbeeld linde, es, haagbeuk en hazelaar). Verder geldt voor ecosystemen op droge gronden bij klimaatverandering een groter risico op natuurbranden als gevolg van droogte.

Om de toestand in beeld te brengen en te classificeren is in deze studie getracht om rekening houdend met multi-stress grenswaarden te definiëren waarbinnen de landschapstypen hoge zandgronden, nat, vochtig en droog zich respectievelijk in een goede, licht gedegradeerde of sterk gedegradeerde toestand bevinden. In hoofdstuk 3 zijn de grenswaarden gepresenteerd. De grenswaarden zijn deels gebaseerd op het CML ecotopensysteem [lit. 48] waarbij grenswaarden zijn onderscheiden voor natte, vochtige en droge systemen, en grenswaarden voor zuurklassen en voedselrijkdomklassen.

Voor de beekdalen (natte delen hoge zandgronden) is uitgegaan van een goede huidige toestand wanneer daar natte, basenrijke voedselarme tot matig voedselrijke systemen kunnen voorkomen. Voor de vochtige ecosystemen is uitgegaan van een goede huidige toestand wanneer er minder sprake is van verdroging en vermessing en voor droge ecosystemen wanneer er minder sprake is van sterk verzuurde condities waardoor het beter bestand is tegen droogte.

1.3 Klimaatverandering

Meteorologische effecten

Klimaatverandering leidt in Nederland tot meer opwarming en hitte, meer wateroverlast in de vorm van piekbuien en meer langdurige droogte. Wat klimaatverandering voor de nabije toekomst betekent voor Nederland is door het KNMI zichtbaar gemaakt met de vier klimaatscenario's Ld, Ln, Hd en Hn (Afbeelding 1.5) waarbij verandering van luchtstromingspatronen en temperatuurstijging sturende factoren zijn [lit. 32]. Deze scenario's gaan uit van de door het Intergouvernementele Werkgroep inzake Klimaatverandering (IPCC) gepubliceerde modelresultaten. Overigens laten recente onderzoeken zien dat de wereldwijde opwarming versnelt [lit. 45, 46, 47], waardoor de H-scenario's waarschijnlijker worden dan de L-scenario's.

In het kader van het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie zijn voor Nederland vier 'klimaatdrukfactoren' geïdentificeerd: hitte, wateroverlast, droogte en overstroming. Daarnaast is verzilting een klimaatdrukfactor. Het kan gaan om interne verzilting (via het grondwater) en externe verzilting (via het oppervlaktewater) waarbij naast droogte ook de zeespiegelstijging in toenemende mate een punt van zorg is. Verzilting en zeespiegelstijging spelen vooral in het kustgebied. Overstroming gaat vooral over het rivierengebied en laag Nederland. Meest relevante drukfactoren voor de hoge zandgronden zijn droogte, hitte en wateroverlast als gevolg van extreme neerslag. In tabel i.2 is een globaal overzicht gegeven van deze klimaatdrukfactoren. Afbeelding 1.5 geeft een meer gedetailleerd beeld van de meteorologische veranderingen voor de vier klimaatscenario's.

Afbeelding 1.5 De vier klimaatscenario's volgens het KNMI, 2023 [lit. 32]. Per scenario zijn de effecten op de klimaatdrukfactoren weergegeven, waarbij bij het hoge CO₂ uitstootscenario er uit is gegaan van een (1) zeer sterke toename van de gemiddelde temperatuur en van hitte, (2) nattere tot veel nattere winters, (3) redelijk tot zeer sterke toename van extreme zomerbuien, (4) redelijk tot zeer sterke toename van droogte en (5) een zeer sterke zeespiegelstijging. Bij het lage uitstoot scenario is dit allemaal beperkter



Tabel 1.2 Overzicht van voor de hoge zandgronden relevante klimaatdrukfactoren op biodiversiteit



Door klimaatverandering stijgt de temperatuur. De gemiddelde luchttemperatuur in Nederland is sinds 1907 met meer dan 2 graden toegenomen. Daarnaast is ook de kans op extreem warme dagen toegenomen. Ook is de gemiddelde zonnestraling toegenomen waardoor terrestrische ecosystemen meer aan hittestress worden blootgesteld. Wanneer ecosystemen uitdrogen neemt snel de hittestress toe doordat alle energie wordt omgezet in warmte. Dit treedt vooral op in het oosten van het land waar niet naar alle gebieden water kan worden aangevoerd vanuit het hoofdwatersysteem.



Door de hogere temperaturen kan de lucht meer water bevatten. De luchtvochtigheid is toegenomen. Er is sprake van een hydrologische kringloop. Met andere woorden, wat in de lucht zit moet ook weer terug keren naar aarde. Dat gebeurt tegenwoordig steeds meer in de vorm van hevige piekbuien die zowel in de zomer als winter kunnen optreden. Daardoor kan lokaal wateroverlast optreden waarbij terrestrische ecosystemen schade kunnen ondervinden als gevolg van zuurstoftekort en verdrinking. Wateroverlast ontstaat ook wanneer een lage drukgebied lang boven Nederland blijft liggen als gevolg van een 'vast zittende' straalstroom. Als gevolg van klimaatverandering vertoont de straalstroom grotere noord-zuid-afwijkingen dan vroeger. In plaats van een strakke west-oost stroming ontstaan vaker diepe troggen (koudeputten) en ruggen (warme luchtmassa's).



Door de hogere temperaturen neemt de potentiële verdamping toe. Bij gelijkblijvende neerslag neemt dat de droogte netto toe. Dat is nu al aangetoond voor het oosten van Nederland. Daarnaast is door klimaatverandering de straalstroom veranderd. De straalstroom vertoont niet alleen grotere noord-zuid-afwijkingen dan vroeger. De straalstroom blijft ook meer op zijn plek zitten. Als hierdoor langere tijd een warme luchtmassa (een 'heat dome') boven West-Europa blijft liggen dan ontstaat er droogte. Als gevolg hiervan drogen natte en vochtige ecosystemen uit met soms zeer negatieve gevolgen. Hoewel van nature droge ecosystemen beter zijn aangepast aan droge omstandigheden kan ook hier schade optreden. De weersextremen verhogen het risico op sterfte, verminderen de groei-kracht en verhogen de kans op ziektes in droge bossen.

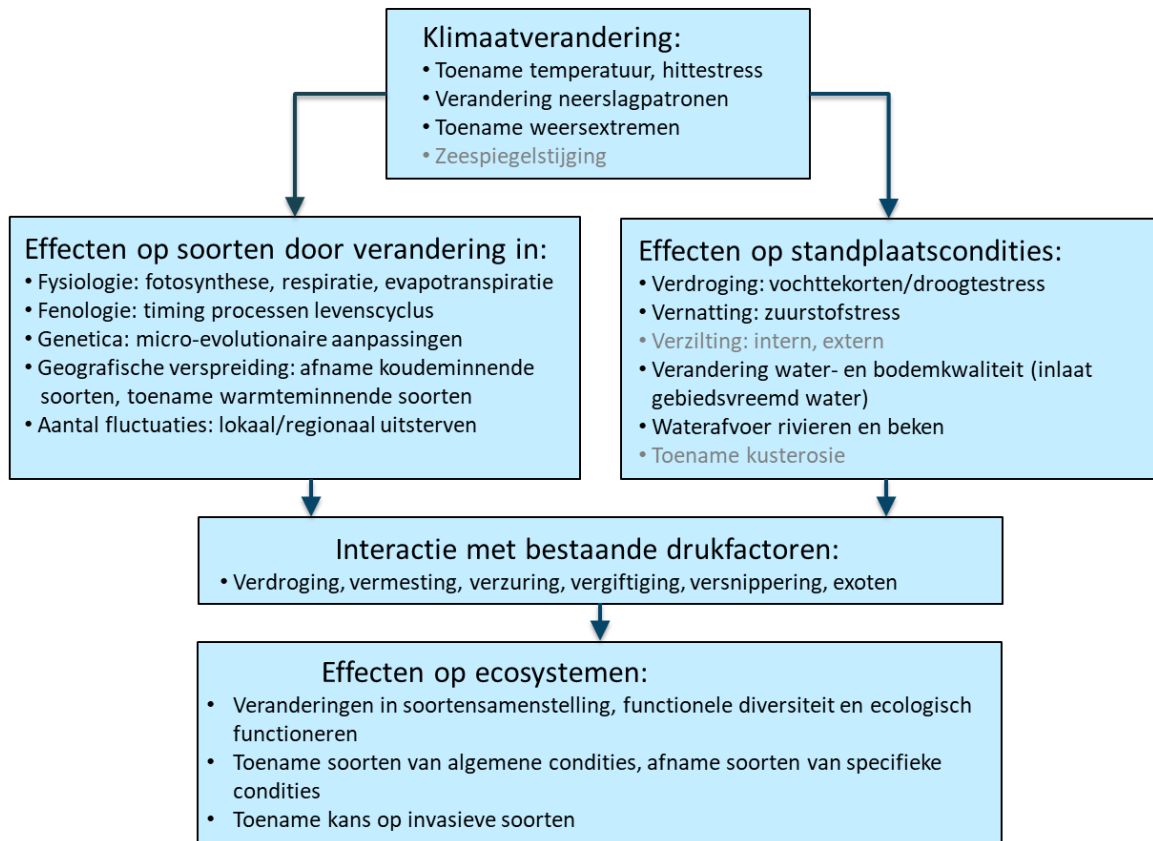
Afbeelding I.6 De veranderingen van verschillende variabelen voor de vier klimaatscenario's volgens het KNMI, 2023 [lit. 32]

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1991-2020 = referentie-periode	2050 (2036-2065)			
				Ld	Ln	Hd	Hn
Lente	Temperatuur	gemiddelde	9,6°C	+0,8°C	+0,7°C	+1,3°C	+1,1°C
		gemiddelde dagmaximum	13,7°C	+0,9°C	+0,8°C	+1,2°C	+1,0°C
		gemiddelde dagminimum	5,5°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,4°C	+1,3°C
	Neerslag	hoeveelheid	153 mm	+1%	+3%	0%	+4%
	Zonnestraling	gemiddelde	161 W/m ²	+6,6 W/m ²	+5,2 W/m ²	+3,2 W/m ²	+0,8 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	78%	-1%	-1%	0%	0%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	190 mm	+6%	+5%	+6%	+4%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april en mei	76 mm	+11%	+6%	+15%	+5%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,7 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s
Zomer	Temperatuur	gemiddelde	17,3°C	+1,2°C	+1,1°C	+2,1°C	+1,7°C
		gemiddelde dagmaximum	21,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+2,2°C	+1,7°C
		gemiddelde dagminimum	12,9°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,9°C	+1,8°C
	Neerslag	hoeveelheid	235 mm	-8%	-2%	-13%	-5%
		1-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden ⁴	63 mm ³	+4 (1 tot 6)%	+5 (2 tot 7)%	+6 (2 tot 9)%	+9 (5 tot 14)%
		uurlijkse neerslag die eens per jaar wordt overschreden ⁴	16 mm ³	+4 (2 tot 6)%	+6 (3 tot 8)%	+6 (2 tot 9)%	+11 (6 tot 16)%
	Zonnestraling	gemiddelde	206 W/m ²	+12 W/m ²	+9,1 W/m ²	+14 W/m ²	+7,4 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	77%	-2%	-1%	-2%	-1%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	286 mm	+8%	+6%	+11%	+7%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april t/m september	160 mm	+22%	+13%	+35%	+15%
		maximaal neerslagtekort april t/m september dat eens in de 10 jaar wordt overschreden	265 mm	+16%	+9%	+30%	+16%
Wind	gemiddelde windsnelheid	4,2 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	
Herfst	Temperatuur	gemiddelde	11,2°C	+1,0°C	+0,9°C	+1,8°C	+1,6°C
		gemiddelde dagmaximum	14,5°C	+1,1°C	+1,1°C	+1,9°C	+1,6°C
		gemiddelde dagminimum	7,8°C	+0,9°C	+0,9°C	+1,8°C	+1,7°C
	Neerslag	hoeveelheid	245 mm	+4%	+5%	+1%	+4%
	Zonnestraling	gemiddelde	77 W/m ²	+3,7 W/m ²	+3,5 W/m ²	+3,7 W/m ²	+1,4 W/m ²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid ²	85%	-1%	0%	-1%	0%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,7 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s

Invloed op de biodiversiteit

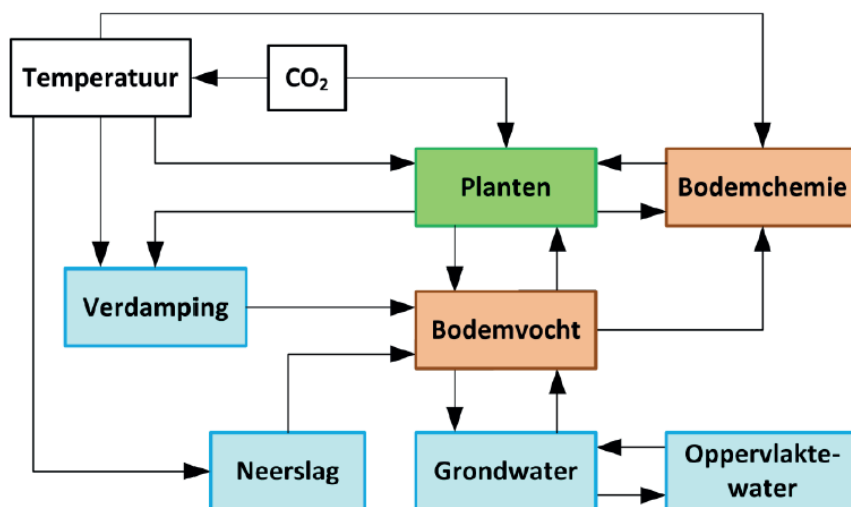
Soorten, zowel planten als dieren, verschillen in hun reactie op veranderingen in het klimaat. De ene verandering is voor de ene soort gunstig, voor de andere ongunstig, en weer een andere soort is ongevoelig voor de verandering. Deze verschillen tussen soorten leiden ertoe dat de soortensamenstelling van levensgemeenschappen verandert. Wat de uitwerking van klimaatverandering op soortengemeenschappen is, is niet enkel een som van reacties van individuele soorten, maar ook van de interacties tussen soorten. Vooral de timing van levenscycli en potentiële mismatches in voedselvoorziening zijn een risico. Door verschuivingen in soortensamenstelling kunnen ook geheel nieuwe levensgemeenschappen ontstaan die nog niet eerder zijn beschreven zijn.

Afbeelding I.7 Overzicht effecten van klimaatverandering op natuur [lit. 34, lit. 44]. Onderdelen die niet relevant zijn voor de hoge zandgronden zijn grijs gemarkeerd



In het onderstaande wordt in meer detail ingegaan op de veranderingen als gevolg van klimaatverandering. Klimaatverandering zal vooral gevolgen hebben voor natuurlijke vegetaties via veranderingen in de waterbalans [lit. 22]. Die veranderingen werken namelijk door op de bodemtemperatuur en de hoeveelheid vocht, zuurstof en nutriënten die voor de planten in het wortelmilieu beschikbaar zijn (afbeelding i.8).

Afbeelding I.8 Effect van toename CO₂ gehalte en klimaatverandering op processen relevant voor de ontwikkeling van natuurlijke vegetaties [lit. 23]



Klimaat en CO₂

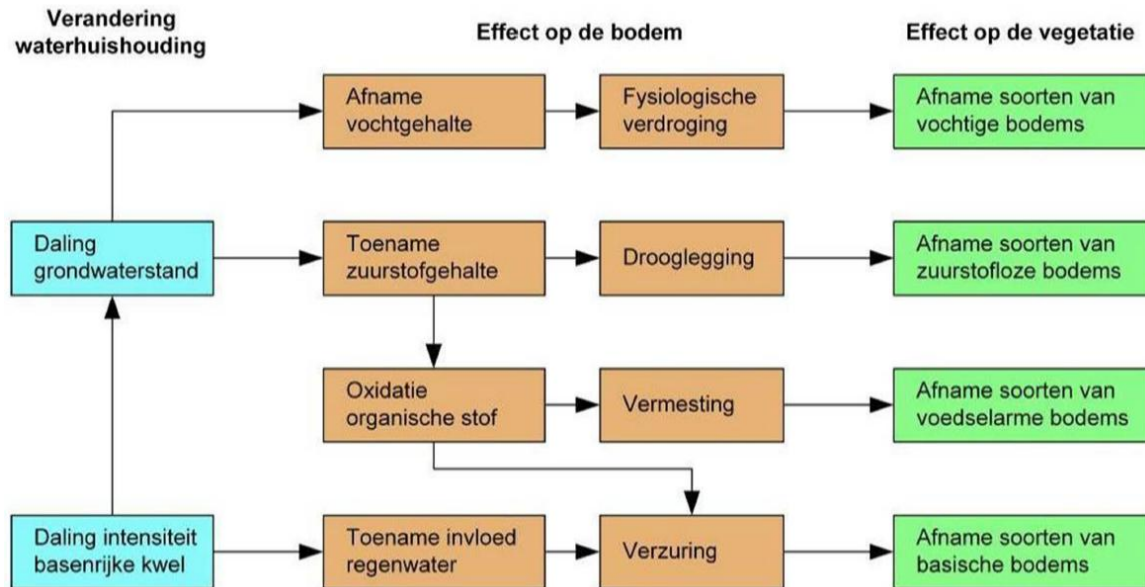
Toename van de hoeveelheid broeikasgassen (in de afbeelding weergegeven als CO₂) leidt via stijging van de temperatuur tot veranderingen in neerslag en verdamping, wat gevolgen heeft voor respectievelijk bodemvocht, grondwater en oppervlaktewater. De hoeveelheid bodemvocht (en daarmee de zuurstofvoorziening naar de plantenwortels) wordt via wortelopname ook beïnvloed door de planten zelf. De hoeveelheid kan via het beheer van het grondwater, maar vooral van het oppervlaktewater, deels gestuurd worden teneinde gunstige condities voor natuurlijke vegetaties te creëren. De hoeveelheid bodemvocht en de temperatuur zijn van invloed op bodemchemische processen, zoals de vertering van minerale bestanddelen en de afbraak van organische stof. Daarbij komen voedingsstoffen vrij en kan de bodemzuurgraad veranderen. Ten slotte is de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer rechtstreeks van invloed op de plantengroei: naarmate de concentratie stijgt gaan planten harder groeien waarbij ze steeds minder water verliezen via verdamping. Via deze indirecte processen hebben veranderingen in de vochtinhouding gevolgen voor de bodemcondities waarin planten groeien, en dus voor de haalbaarheid van natuurdoelen.

Wateroverlast en droogte

Bij wateroverlast en droogte in relatie tot de vegetatie wordt vaak gekeken naar gemiddelde grondwaterstanden, echter, factoren die direct ingrijpen op het voorkomen van plantensoorten zijn zuurstofstress en vochtstress. Wanneer de bodem uitdroogt neemt de vochtstress (droogtestress of transpiratiestress) toe. Wanneer dit de lang duurt verwelken kruiden of laten bomen hun blad vallen. Uiteindelijk kunnen planten verdwijnen en bomen sterven als er teveel lucht in hun houtweefsel ontstaat. Zuurstofstress kan optreden bij piekbuien waarbij met name schade ontstaat wanneer dit in de zomer (dus gedurende het groeiseizoen) optreedt. Planten hebben zuurstof nodig bij hun plantenwortels om specifieke stoffen op te kunnen nemen. Planten die aan natte milieus zijn aangepast hebben specifiek luchtweefsel (aerenchym) zodat zuurstof naar die delen van de plant kunnen worden getransporteerd. Planten die niet over een dergelijke aanpassing beschikken zijn kwetsbaar en kunnen sterven als gevolg van zuurstoftekort (zuurstofstress) wanneer langdurig overstroming optreedt als gevolg van piekbuien. Ook planten die over aerenchym beschikken kunnen sterven als gevolg van zuurstofstress wanneer zij volledig onder water komen te staan. De verwachting is dat vooral de meer zeldzame plantensoorten te lijden hebben van de toename aan zuurstofstress en vochtstress [lit. 28].

Veranderingen in de hydrologie hebben een effect op de bodem wat vervolgens weer leidt tot een effect op de vegetatie. De mate en aard van het effect hangt ook af van het type bodem. Zo zal met name in organisch rijke bodems het effect van oxidatie organische stof leiden tot vermesting van de standplaats en verrijking van de vegetatie. Daarnaast kan een grondwaterstands daling leiden door verzuring als daarmee baserijk grondwater in de wortelzone wordt vervangen door zuurder regenwater. Ook leiden oxidatieprocessen tot meer verzuring (afbeelding i.9).

Afbeelding I.9 Voorbeeld van de gevolgen van hydrologische veranderingen op natte ecosystemen [lit. 35]



Hitte

Hittestress wordt vooral een probleem voor planten als ze niet voldoende water kunnen toevoeren naar hun bladeren. Het water is nodig om het blad te kunnen koelen door middel van verdamping. Schade door hittestress treedt op bij extreme hitte waarbij planten de aanvoer van water naar de bladeren niet meer kunnen bijbenen waardoor deze verbranden of als de bodem teveel is uitgedroogd waardoor planten geen water meer naar hun bladeren kunnen toevoeren. Naast hittestress zien we ook andere effecten als gevolg van warmte. Recent onderzoek aan bermgraslanden heeft laten zien dat over de periode 2004 - 2020 de biodiversiteit is afgenomen [lit. 27]. Men heeft in Nederland men naar meer dan 900 plots gekeken (Meetnet bermflora). Over het algemeen zijn de hogere grassoorten (groter dan 50 cm) gaan domineren. Deze verandering wijt men aan de zachtere winters als gevolg van klimaatverandering. Dit effect treedt sterker op in gebieden met een hogere stikstofdepositie (NO_y).

In tabel 3.14 tot en met tabel 3.16 is een samenvatting van de effecten van de klimaatdrukfactoren op de OBN aangrijppunten gegeven per deelsysteem voor de hoge zandgronden. Waarin ook een globale omschrijving is gegeven van hoe klimaatverandering ingrijpt op een parameter. Daarnaast is een kwalitatieve beoordeling gegeven van dat effect op het ecosysteem (deelgebied) op basis van deskundigenoordeel. In veel gevallen is het niet zo dat een positieve beoordeling een negatieve beoordeling compenseert. Met andere woorden, als een natte vegetatie sterk te leiden heeft gehad van een langdurige periode met droogte en intense hitte, dan wordt het negatieve effect niet zo maar opgeheven met meer piekbuien. Zeker niet als die in de zomer vallen.



BIJLAGE: KAART HOGE ZANDGRONDEN

Afbeelding II.1 Kaart van hoge zandgronden in Nederland

